

Qa • & @ a c

U ^ a

A	Q a * K b E O S E I I e i G G U ^ c E S • c ^ a a ^ e a ~ U E O S E I I e i G G U ^ c E S • c ^ a a ^ e a ~	F G F F I I F F F I
*	5 b U j Y b g j W Y f \ Y j h	
i E	V ^ & @ a & @ A } a A ! * a a a ! a & @ A U & @ c { a } a Q ^ } A ~ ! A ^ ! Q a ^ ! ~ } * A } a A O ^ ! ^ : ~ } * A [} A U a ! e ^ }	F F I
i E E	Q a * K i E E A O } a ! & } ' Q j a ^ } • a @ ! @ a e a ~	G F I
i E E	S [] : ^ } a ^ ! A ^ ! Q a ^ ! ~ } * A [} A U a ! e ^ }	F H F I
i E i	U a @ ! @ a ^ a a @	F I F I
+	5 f V Y j h g g W i h m	
i E	X [! * ^ a @ } ^ A T a } a Q ^ } A ~ { A E a ^ a • & @ c Q a * K i E ' O e f i F e e E E ' A ' a ^ ' A ' V ^ & @ a & @ ' O ^ • & @ ^ a ~ } * ' O S F ' X G E E a ~ i E ' O e f i G i i E ' O O E a { ~ • c ! } > : ^ i a a a a O S F ' X G E E ' a ^ e a ~ i E ' O e f i i i j i E ' A ' a ^ ' A ' S [] + ! { a e o ^ ! e i ~ } * ' O S F ' X G F e E } } e a ~ i E ' O e i i i i E ' A ' a ^ ' A V O O a ! a @ } * ^ } A ~ { A E a ^ a E E U ^ ! • [^ } E } a A O : a a • & @ c e a ~ i E ' O e i i e i E E ' A ' a ^ ' A ' U ! [a ^ \ a ^ • & @ ^ a ~ } * ' U a @ ! @ a • e a a ^ ! ' S T O ' X ^ ! • a } ' e i E e f i e a ~ i E ' U S ' O e V O e a ^ a • & @ c A E a a e ' ! a c e e f ' * ^ i E a i e a ~	F D I G D I F F D I F G D I F I D I F J D I I I D I I I D I
i E	U [] • a ^ • Q a * K P a ! • c a ^ ! e i ~ } * ' O e a ^ • e a a ^ ' U e ~ ^ } a ' O b O U O U P ' Y O e e a ~	I I D I I I D I
,	6 Y f j Y V g Y j b g h r i b j	
i E	X [! * ^ a @ } ^ A T a } a Q ^ } A ~ ! A ^ ! A e a ! A O ^ d a a ^ a • c } * A j A A e a E H O Q U e & @ D Q a * K i E ' U S ' O e V T a } a Q ^ } A O ^ d a a ^ a • c } * ' U a c e ' * ^ i E a i e a ~ U > & a a e c ^ ! + a @ } * ~ } c ! • & @ a a ^ } e a ~ O a e e O a e i a e { A U > & a a e e a ~ U > & a a e \ [• c) • & @ c ~ } * ' O E F H i A O U H O G F H F { P U V e a ~	F D G D H D I D I D
-	5 V z ~ Y	
J E	U [] • a ^ • Q a * K J E ' U S ' O e V U e ~ } * } a Q ^ ^ A e a ^ } o [! * ~ } * ' O ' ! a c e e f ' * ^ i E a i e a ~ J E ' O e e i i i i E E ' A ' a ^ ' A ' O e a e { ^ } * ^ } ' O e a a e ' O E F H i ' O U H ~ } a ' O E F H i ' O U H ' O e e a ~ J E ' O e i j i i i E E ' A ' a ^ ' A ' O e a e { ^ } * ^ } ' Q j a ^ } a ^ d a a ' O U H e a ~	F D G D H D I D
%	I a [U b [' a] h i k U g g Y f [Y z \ f X Y b X Y b ' G r c Z Z y b	
FF E	U [] • a ^ • Q a * K F F E ' O e i G i i i E E ' a ^ Y a e • a ! * ^ e @ a ^ } a ^ U e ~ ^ } O E F H i ' O U H ' O e e a ~	F F I G F I
% &	6 U i j c f U j Y b i b X i b h y f U j Y b n i a ' 6 f U b X g W i h m	
F G E	O a e a d a e	F D G
F G E	O a e a ^ • & @ ^ a ~ } *	I D G
F G E e	O ^ d a a ^ a ^ • & @ ^ a ~ } * A O ^ , ^ ! a a @ A Q j a ^ } D	J D G
F G E	O a e c [a e a ^ a ^ e a ~ } * A a e a A i A a * O U Q a * K O a e c [a e a ^ } a ^ a ^ e a ~ } * e a ~	F H D G F I D G
F G E	P a ! • c ~ } * \ [• c) a ^ • A [i e a ^ } •	F i D G
F G E	O : a a • & @ c	F i D G

Q a e a • c | a ^ ! a j a] a e | S [| • c ^ a | a ^ a O { a P A B A O [E S O
Q e c : ^ a @ } a U E S S E U ^ F F G H
O : c | | a e { a e i F e e G A X ^ ! • a } a A O : c | | a a i O S a F e e i a i

Á

Öð @ð * K FGË´ ÖEJÍ FÍ FÍ Æ´ ÓÚS´ ÒËHÌ´ ÒÚH´ ÒG´ ÞPFHF´ ÞÙVË å~ FÍ ð G
 Ò) ^!& |´ ÒÚF´ ÒÚG´ ÒÚH´ Óã•&@ c Ë å~ I ð G
 FËËÁ/ÓÁ/ÖÓ! ð å•&@ c Ë å~ Í ð G
 EÌ JÍ ËG´ ÚÓE´ ÓÚSÁ ^|´ ^-ç GGFGFJË å~ Í ð G
 EÌ JÍ ËG´ ÙVÞ ÁÚÖË å~ Í ð G
 VÚÁ ÁSæ ^| ð Á Ó! ð å•&@ c Ë å~ Í ð G
 : ~ Á ÁÚç||* } Æ^ ^!, ^@Ë å~ Í J ð G
 T æËËVÞ´ Ó! ð å•&@ c åã } •çç||^ËSSËÖæ } ð å~ Ì ð G

FGË Ù[]•ã^•
 Öð @ð * K Öð•æ@ : ^ã@ } * Ë å~ Ì ð G
 Ø } åæ ^| ð å~ Ì ð G
 Ö[] å^!•&@ æË å~ Ì J ð G
 V] ^| Ú!>~ } * ÖËHÌ Ë å~ J ð G

%

BUi fZ@bXgW UZii bX'6 cXYbgW i In

FHË X[]!>~ } * Á æã^Á Á ÞæU&ÖÁÖ } ^| ^ã ^ÁÖ } æ^ } FÞ Í G
 FHË Ù[]•ã^• ÖÞ Í G
 Öð @ð * K ŠÓÚ´ S|| •ç!-|å^´ GFÈI GJË å~ HÞ Í G
 Þæ@ ^ã Á à^! Á! •æ : æ } * ^| Ë å~ FÍ Þ Í G
 ØP´ S~ G ÈÈË Ë å~ G Þ Í G
 S|| •ç!-|å^Á!´ ç4* ^|ÁGEGÁ ^~ Á ^•&@ è! : ð å~ Í ð G
 Üæ { } ~ c ~ } * Á! [i ç4* ^|Á|| •ç!-|å^Á ^~ Ë å~ FGÞ Í G
 Ö^|æ^dæ@ } * Á Þæ &Ö Á ^•&@ è! : ð å~ FÍ Ì Þ Í G

%

I a k Ylj Ylf) [`jW _Y]rgdf` Z b[`fl JDk

FÍ ÈË S|è! ~ } * Á^•ÁXÚÈ! : { !å! } å•^• FÞ

%

5 b`Uj YgdYn]ZgW Y5 bHfUj gi bHf`Uj Yb

FÍ ÈÈ Ùæ å! : ç!Á^! ÁÖ } æ^ } FÞ ÈÈ
 FÍ ÈÈ Ùæ { [!å! ~ } * ÈZ|æ, ^ã@ } * È^* å } æ| } æ ~ } * ÖÞ ÈÈ
 Öð @ð * K ÓËË} å^ åã ÁY å åÖ^ { ÈY } å! åã Á [{ } | ^ÁÚæ } åÁGEGGËË å~ HÞ ÈÈ
 GEGÈÈÈÈ´ ÓËË} S|| •ç!-|å^* ^|´ `! Öã•FË å~ I Þ ÈÈ
 FÍ ÈÈ Ùæ@! : ççç&@ã &@Öã!æ@ } * ^| Á } åÁ [! ^@ } * ^| Í Þ ÈÈ
 Öð @ð * K FÍ ÈÈ ÒÈÍ I I ÈÈ´ Á´ å^´ Á´ VÓ´ ÁÞ ÖÙ ÖÙ Þ ÁÖ } æ^ ^! ^| } ~ } * Ë å~ Í Þ ÈÈ
 FÍ ÈÈ ÒÈÍ ÈÍ ÈÍ JFÈF´ Á´ å^´ Á´ Óã•&@ c Ë å~ Í Ì Þ ÈÈ
 FÍ ÈÈ ÒÈÍ ÒÈÍ I JÍ ÈÈ å^V´ XÁ ÞÙÚÖÖ~ æ@ } Öã } æ^ ^! ^| } ~ } * ÖÞ ÖÙ ÖÙ Þ S^ } | å } ç!-æ } ÜÁ Ë å~ Ì Þ ÈÈ
 FÍ ÈÈ Ùæ å•æ@! : ç
 Öð @ð * K -ç´ * ~ æ@ }´ !^| [, ^!å´ * ^|| •ç!-|å^´ !çç´ ÇE } åË å~ FÞ Í ÈÈ
 VÚÁ ÁÖÓÁ S|| •ç!-|å^ ÁÚ ÖÙ Á ^~ àæ Á´ ÖÇPW ÞPFHF { Áã } ^åË å~ FÍ Ì ÈÈ
 FÍ ÈÈ Ö } æ^ }, æç } * FÍ ÈÈ
 Öð @ð * K FÍ ÈÈ´ ÒÈÍ I I HG ÈÈ´ å^´ Y æç } * •] } å } ÖÞ ÖÙ ÖÙ Þ ÁY } å^ } ^! * å } æ^ } Ë å~ FÍ Ì ÈÈ
 FÍ ÈÈ Z´ , ^* } * ÈSæ^ç! åå å~ } * ÈS! } •ç|| ç&@ FJ Ì ÈÈ
 Öð @ð * K FÍ ÈÈ´ ÚST ÈÚ SÈÚ FÈÈ ÈÈHÌ ÁÚ HÁ ÖG FHFÁ Á ÞÙVÈ Áç ÈÈÈÈÈÈ ÈÈ Ë å~ FJ J Þ ÈÈ
 FÍ ÈÈ S^ } : ^ã@ } * Á [] Á -æ@ç å! } å•^ } GGJ Þ ÈÈ

Öð dæ•ç!^!ÁY å å] æ^ Á|| •ç!-|å^ÁÖ { àÞ ÁÖ! ÈSÖ
 Öç : ^ã@ } ÁY ÚÈSÈÚ^FFGH
 Ó!ç||åæ { KEGÈÈÈÈÈ ÅX^! } å } K ÁÖ! •ç||ç! å ÁÖ SÖ ÈÈ Èà

Öä•&@ äc

Ù^æ

Á

Qæ @æ *K FÍ ÈÈÈ ' ÖEG Ì HÍ I ÈÈÈÁÓÁ^ ^~ ^!~ } *Á } áÁæà|æ@Á^ } : ^æ@ ~ } *È ä~ GHEE

FÍ ÈÈÈ ' ÖEGJHFÍ ÈÈÈ ' VÓ' Ü^*~ |æ!~ } *ÁÁÁÁ^æ^ ^• ÈÄ } áÁææ@è^ ^~ ^!~ } *Á!&@ Üæ@, ^æ } { ^•••^!èèÈ ä~ GEE

FÍ ÈÈÈ ' ÖEÍ Í Í Í Í FÈÈÈ Ó^áæ• *^!^&@Áæ@^ } : ^æ@ ~ } *' á^È ä~ GJEE

FÍ ÈÈÈ ' Öæ } à|æøÜÈ dæÁÜè|| } * } æ@ ^È~ •æ { ~ } *Áä ÁGEY SCE P^ ^ÖEXÈÜÖ GFE

FÍ ÈÈÈ Á[çd[{ ç!•[!~ } *ÁÁÁÁ^ ^~ ^!~ } *È ä~ GIE

FÍ ÈÈÈ Öä•è) á^ÁÖ!•&@á!~ } *Á!| ÁÈ |æ^ Áæ•ÁÍ ÈÈÈÁ ä ÁQ |{ à|æøFÍ ÈÈÈ D GJE

FÍ ÈÈÈ Öæ } ÁÁÁÁ^æ dæè ç) ÁÈ |æ^ ÁÖæ } ÁÁÁÁÈ |æ^ } Á Á ä ä] æ\ GJEE

FÍ ÈÈÈ€ U\ æÈÜ&@è||^ ä ç } *•] ^~ ^!| ÁÜSÚDÁÁÁÁ^æ dæè ç) ÁÈ |æ^ ÁÁÁÁÈ |æ^ } Á Á ä ä] æ\ HEE

%

Gcbgh] YI bhYf U] Yb

FÍ ÈÈ È [] •æ ^ÁÁ ç!|æ^ } FE

Qæ @æ *K GEGGÈ GJ' ÈÍ FH S| | •ç!^|á^È ä~ GE

; YgUa Igy]hYbnU`.

&%*

Öæ { ÈÁ ç!•&@äç^•ÁÈ dæè ç||^!•ÁÁÁÁÈ dæè ç||^!ä

Öæ { ÈÁ ç!•&@äç^•ÁÖ) ç ~!~ ç!~æ•^!•ÁÁÁÁÖ) ç ~!~ ç!~æ•^!ä

**Antrag für eine Genehmigung oder eine Anzeige nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz
(BImSchG)**

Anschrift Genehmigungsbehörde:
Landesamt für Umwelt /Abteilung T1 Referat T13
Müllroser Chaussee 50
15236 Frankfurt (Oder)

Aktenzeichen Antragsteller:
WP-KL-Re1123
Finanzamt:
Finanzamt Eberswalde

1. Adressdaten

Antragsteller/-in:	Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG	Tel.:	03338 70330
		Fax.:	(03338) 703329
Straße, Haus-Nr.:	An der Plansche 4	E-Mail:	info@umweltplan.com
PLZ / Ort.:	16321 Bernau		

Zur Bearbeitung von Rückfragen ist anzusprechen:

Im Betrieb des Antragstellers:

Sachbearbeiter: Fridolin Vach

Tel.: 03338 703319

Fax.: 03338 703329

E-Mail: fridolinvach@umweltplan.com

Verfasser des Antrags:

Firma: Windpark Klosterfelde GmbH & Co.
KG

Bearbeiter: Niklas Becker

Tel.: 03338 703322

Fax.: 03338 703329

E-Mail.: nb@umweltplan.com

Straße, Haus-Nr.: An der Plansche 4

PLZ / Ort: 16321 Bernau

Verantwortlicher nach § 52b (1) Satz 1 BImSchG:

Name, Vorname Frank Vach

Tel.: 03338 703321

Fax.: 03338 703329

E-Mail.: frankvach@umweltplan.com

2. Allgemeine Angaben zur Anlage/zum Betriebsbereich
2.1 Standort der Anlage/des Betriebsbereichs

Bezeichnung des Werkes oder des Betriebes, in dem die Anlage oder der Betriebsbereich errichtet werden soll:

Errichtung und Betrieb einer Windkraftanlagen vom Typ Enercon E-138 EP3 E2 mit einer Nabenhöhe von 130,8 m, einer Gesamthöhe von 199,9 m und einer Nennleistung von 4,2 MW.

PLZ / Ort: 16348 Klosterfelde

Straße / Haus-Nr.: Außenbereich

Rechts(Ost)-/ Hoch(Nord)wert: 33395951 5849914

Gemarkung / Flur / Flurstücke: Klosterfelde 8 8

2.2 a Art der Anlage

Nummer der Hauptanlage: 0001

Nr. nach Anhang 1 der 4. 1.6.2V
 BlmSchV.:
 Bezeichnung der Anlage gemäß 4. BlmSchV.: Anlagen zur Nutzung von Windenergie mit einer Gesamthöhe von mehr als 50 Metern und weniger als 20 Windkraftanlagen

Betriebsinterne Bezeichnung: Klosterfelde Repower

Kapazität/Leistung:

vorhandene: 7.200 kW Nennleist. Rotor. zukünftige: 4.200 kW Nennleist. Rotor.

2.2 b Art des Betriebsbereichs gemäß 12. BlmSchV

- Betriebsbereich der unteren Klasse
 Betriebsbereich der oberen Klasse

2.3 Anlagenteile und Nebeneinrichtungen

Anlage-Nr. A

Bezeichnung der Anlage gemäß 4. BlmSchV.: 1.6.2V

Betriebsinterne Bezeichnung: Klosterfelde Repower

Kapazität vorhandene: 7 200 kW Nennleist. Rotor. Kapazität zukünftige: 4 200 kW Nennleist. Rotor.

3. Art des Verfahrens

Genehmigungsverfahren:

- | | | |
|---|---------------------------|-------------------------------------|
| Antrag auf Genehmigung einer Neuanlage mit öffentl. Bekanntmachung | § 4 i. V. m. § 10 BlmSchG | <input type="checkbox"/> |
| Antrag auf Genehmigung einer Neuanlage ohne öffentl. Bekanntmachung | § 4 i. V. m. § 19 BlmSchG | <input type="checkbox"/> |
| Antrag auf Genehmigung einer Versuchsanlage | § 2 (3) 4. BlmSchV | <input type="checkbox"/> |
| Antrag auf Genehmigung zur wesentlichen Änderung (der Lage/des Betriebs der Anlage/der Beschaffenheit) | § 16 (1) BlmSchG | <input type="checkbox"/> |
| Antrag auf Genehmigung zur störfallrelevanten Änderung einer genehmigungsbedürftigen Anlage | § 16a BlmSchG | <input type="checkbox"/> |
| Antrag auf Genehmigung zur Modernisierung (Repowering) einer Anlage zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien | § 16b (1) BlmSchG | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Antrag auf Durchführung eines Erörterungstermins bei Repowering | § 16b (6) BlmSchG | <input type="checkbox"/> |
| Antrag auf Teilgenehmigung | § 8 BlmSchG | <input type="checkbox"/> |
| Antrag auf Zulassung vorzeitigen Beginns | § 8a (1) BlmSchG | <input type="checkbox"/> |
| Antrag auf Zulassung vorzeitigen Betriebs | § 8a (3) BlmSchG | <input type="checkbox"/> |
| Antrag auf Erteilung eines Vorbescheides | § 9 BlmSchG | <input type="checkbox"/> |
| Antrag auf Befristung | § 12 (2) BlmSchG | <input type="checkbox"/> |
| Antrag, von der öffentlichen Bekanntmachung abzusehen | § 16 (2) BlmSchG | <input type="checkbox"/> |
| Antrag auf Genehmigung einer anzeigepflichtigen Änderung | § 16 (4) BlmSchG | <input type="checkbox"/> |
| Antrag auf Beteiligung der Öffentlichkeit | § 19 (3) BlmSchG | <input type="checkbox"/> |
| Antrag auf Öffentliche Bekanntmachung und Veröffentlichung des Genehmigungsbescheides | § 21a der 9. BlmSchV | <input type="checkbox"/> |

- Antrag auf Genehmigung der Errichtung einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage, die Betriebsbereich oder Bestandteil eines Betriebsbereichs ist § 23b BImSchG
- Antrag auf Genehmigung des Betriebs einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage, die Betriebsbereich oder Bestandteil eines Betriebsbereichs ist § 23b BImSchG
- Antrag auf Genehmigung der störfallrelevanten Änderung einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage, die Betriebsbereich oder Bestandteil eines Betriebsbereichs ist § 23b BImSchG

Anzeigeverfahren:

- Anzeige zur Änderung § 15 (1) BImSchG
- Anzeige der Betriebseinstellung § 15 (3) BImSchG
- Anzeige einer genehmigungsbedürftigen Anlage § 67 (2) BImSchG
- Anzeige einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage, die Betriebsbereich oder Bestandteil eines Betriebsbereichs ist § 23a BImSchG

Stimmen Sie der Veröffentlichung der Antragsunterlagen im Internet zu? Ja Nein

BVT-Vorschrift:

Ausgangszustandsbericht (AZB):

Ein Ausgangszustandsbericht des Bodens und des Grundwassers auf dem Anlagengrundstück für IE-RL-Anlagen gemäß § 3 Absatz 8 des BImSchG i.V.m. § 3 der 4. BImSchV ist erforderlich

Ja Nein Vorhanden

Ein AZB wurde mit folgendem Vorhaben erstellt:

Bescheid vom: Aktenzeichen:

Der vorliegende Antrag nimmt Bezug auf:

- den Bescheid vom: 05.07.2001 Aktenzeichen: 04557-00-40
- den Bescheid vom: 07.11.2001 Aktenzeichen: 20.013.02/01/0106.2

3.1 Eingeschlossene Verfahren (§ 13 BImSchG, § 23b BImSchG) und Ausnahmen

Folgende nach § 13 BImSchG bzw. § 23b BImSchG eingeschlossene Entscheidungen werden beantragt:

- Baugenehmigung § 72 BbgBO
- Eignungsfeststellung § 63 WHG
- Indirekteinleitung § 58 / 59 WHG
- Erlaubnis § 18 (1) Nr. 1 BetrSichV
- Veterinärrechtliche Zulassung Art 24 VO EU 1069
- Erlaubnis § 7 SprengG

Weitere eingeschlossene Entscheidungen bitte benennen:

Entscheidung	Rechtsvorschrift
1	2

Folgende Ausnahmen/Befreiungen werden beantragt:

- Ausnahme § 19 GefStoffV
- Ausnahme § 14 BioStoffV

Ausnahme § 3a Abs. 3 ArbStättV

Ausnahme § 3 2. SprengV

Weitere Ausnahmen/Befreiungen bitte benennen:

Ausnahme/Befreiung	Rechtsvorschrift
1	2

3.2 nicht eingeschlossene Verfahren

Nennen Sie alle nicht nach § 13 BImSchG eingeschlossen Entscheidungen oder Zulassungen (auch andere Behörden), die außerhalb dieses Verfahrens für das geplante Vorhaben beantragt werden/wurden:

Verfahren	Rechtsvorschrift	Zuständige Stelle
1	2	3

4. Weitere Angaben zur Anlage/zum Betriebsbereich

4.1 Inbetriebnahme

Die Anlage/der Betriebsbereich soll im 01.05.2026 (Monat/Jahr) in Betrieb genommen werden.

4.2 Voraussichtliche Kosten

Errichtungskosten Euro

davon Rohbaukosten Euro

In den angegebenen Kosten ist die Mehrwertsteuer enthalten.

5. UVP-Pflicht

Klassifizierung des Vorhabens nach Anlage 1 des UVPG:

Nummer: 1.6.2

Bezeichnung: Errichtung und Betrieb einer Windfarm mit Anlagen mit einer Gesamthöhe von jeweils mehr als 50 Metern mit 6 bis weniger als 20 Windkraftanlagen,

Eintrag (X, A, S): A

UVP-Pflicht

- Eine UVP ist zwingend erforderlich. Die erforderlichen Unterlagen nach § 4e der 9. BImSchV und § 16 des UVPG sind im Formular 14.2 beigefügt.
- Eine UVP ist nicht zwingend erforderlich, wird aber hiermit beantragt.
- UVP-Pflicht im Einzelfall
- Die Vorprüfung wurde durch die Genehmigungsbehörde bereits durchgeführt. Sie hat ergeben, dass keine UVP erforderlich ist.
- Die Vorprüfung wurde durch die Genehmigungsbehörde bereits durchgeführt. Sie hat ergeben, dass eine UVP erforderlich ist. Die erforderlichen Unterlagen nach § 4e der 9. BImSchV und § 16 des UVPG sind im Formular 14.2 beigefügt.
- Die Vorprüfung wurde noch nicht durchgeführt; diese wird hiermit beantragt. Die notwendigen Unterlagen zur Durchführung der Vorprüfung enthält der vorliegende Antrag.
- Eine UVP ist nicht erforderlich, da das Vorhaben in der Anlage 1 des UVPG nicht genannt ist bzw. das Vorhaben dem § 6 WindBG unterfällt.

6. TEHG

Anlage gemäß TEHG

7. Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung

Ist die Anlage Teil eines eingetragenen Standortes einer

1. nach der Verordnung (EG) 1221/2009 über die freiwillige Beteiligung von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung (EMAS) vom 19. März 2001 (ABl. EG Nr. L 114 S. 1) registrierten Organisation oder

- Ja
 Nein

2. Anlage, die ein Umweltmanagement eingeführt hat und nach DIN EN ISO 14001 (Ausgabe 11/2015) zertifiziert ist.

- Ja
 Nein

Auf folgende Unterlagen der Umwelterklärung,
 die der Behörde vorliegen, wird verwiesen:

8. Beabsichtigte Änderung

Repowering nach § 16b des BImSchG von vier Windkraftanlagen des Typs ENERCON E-66 hin zu einer Windkraftanlage des Typs ENERCON E-138

9. Begründung

 Ort, Datum

 Name in Druckbuchstaben

 Unterschrift

10. Übereinstimmungserklärung

Hiermit erkläre ich, dass die von mir in elektronischer Form eingereichten Antragsunterlagen mit dem Papierexemplar in Version, Inhalt, Darstellung und Maßstab vollständig übereinstimmen.

Der von mir gewählte Dateiname des Antrags lässt Antragsinhalt (Anlage, Standort), Antragsversion und Antragsdatum erkennen. Im Falle der Widersprüchlichkeit gilt jeweils die Papierfassung.

Das Gleiche gilt für Antragsteile, die nachgeliefert werden.

Berneck, 10.05.2022

Ort, Datum

Fridolin Vach

Name in Druckbuchstaben

i. A. Fridolin Vach

Unterschrift

1.2 Kurzbeschreibung

Anlagen:

- Kurzbeschreibung-KF-rev2.2.pdf

Repowering von vier Windenergieanlagen nach § 16b BImSchG am Standort Klosterfelde

Kurzbeschreibung des Vorhabens

Datum: 21.10.2024

Rev. 2.2



Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG

An der Plansche 4

16321 Bernau bei Berlin

Verzeichnis über den Inhalt

1. Antragstellerin	3
2. Lage des Bauvorhabens	3
3. Anlagenbeschreibung	3
4. Grundstücke, Pachtvertrag und Rückbaugarantie	3
5. Gehandhabte Stoffe/Abfälle	4
6. Baugrund	4
7. Auswirkungen des Vorhabens auf die Umweltverträglichkeit (Zusammenfassung des UVP-Berichts)	5
8. Anlagensicherheit	9

1. Antragstellerin

Beantragt wird ein Repowering von vier Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-66 nach §16 b BImSchG. Im Rahmen dessen werden vier Bestandsanlagen vom Typ ENERCON E-66 zurückgebaut und eine Neuanlage des Typs ENERCON E-138 mit einer Nennleistung von 4.200 kW und einer Nabenhöhe von 131 m neuerrichtet.

Antragstellerin ist: Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG
An der Plansche 4
16321 Bernau

2. Lage des Bauvorhabens

Der Standort des Repowerings befindet sich in der Gemarkung Klosterfelde auf dem Flur 8, Flurstück 8. Ein amtlicher Lageplan sowie ein topografischer Übersichtsplan sind dem Antrag beigelegt.

Östlich des Windparks befindet sich der Ortsteil Klosterfelde der Gemeinde Wandlitz. Südwestlich des Standortes des Bauvorhabens befindet sich die Ortschaft Stolzenhagen, ebenfalls Teil der Gemeinde Wandlitz.

3. Anlagenbeschreibung

WEA 1 Neuanlage:

Die WEA ENERCON E-138 besteht aus einem Stahlbetonfundament in Flachgründung, einem Hybridturm (Fertigteilbeton- und Stahlrohrturm), einem Turmkopf (Gondel) und einem Rotor mit drei Rotorblättern. Das Fundament bedeckt eine Fläche von knapp 400 m².

Die Nabenhöhe beträgt 131 m, der Rotordurchmesser 69 m, die Gesamthöhe 199,2 m. Der Rotor wird mit aktiver Rotorblattverstellung ausgerüstet und dreht im Uhrzeigersinn windabwärts.

4. Grundstücke und Rückbaugarantie

Das geplante Repowering bezieht sich auf die Gemarkung Klosterfelde, Flur 8, Flurstück 8. Das Bauvorhaben betrifft Grundstücke am Standort – ein Baugrundstück und zwei Baulastgrundstücke. Das Baugrundstück befindet sich im Besitz der Evangelischen Kirchengemeinde Wandlitz. Eine Übersicht über die Baulastgrundstücke lässt sich der Tabelle 1 entnehmen.

Tabelle 1: Übersicht über die Baulastgrundstücke Repowering Klosterfelde

Grundstückeigentümer	Gemarkung	Flur	Flurstück
	Klosterfelde	8	11
	Klosterfelde	8	5

Die Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG verpflichtet sich die neugeplante Windenergieanlage nach Aufgabe des Betriebs ordnungsgemäß zurückzubauen und den Ausgangszustand des Standortes wiederherzustellen.

Die vier repowerten Bestandsanlagen werden vor Inbetriebnahme der Neuanlage ordnungsgemäß zurückgebaut und der Ausgangszustand der vier Standorte wird wiederhergestellt.

5. Gehandhabte Stoffe/Abfälle

Es ist geplant, getriebefreie Windenergieanlagen des Herstellers ENERCON GmbH einzusetzen. Damit wird gewährleistet, dass der Maschinenkopf weitgehend ölfrei und somit mit minimiertem Risiko für eine Umweltverschmutzung in der Betriebsphase arbeitet. Sofern Öltrafos zum Einsatz kommen, befinden sich diese auf Bodenniveau innerhalb des Anlagenfußes. Ein Ölaustritt im Havariefall ist auf Grund der Kapselung nicht möglich. Geringe gewerbliche Abfälle fallen in der Betriebsphase an (Putzlappen, Verpackung etc.). Diese werden vom Lieferanten entsorgt. Der Standort verbleibt diesbezüglich unbelastet.

Die allgemeinen gesetzlichen Unfallvorschriften werden in der Bauphase gewährleistet. Das Unfallrisiko während der Betriebsphase ist sehr gering, da die Anlage kontinuierlich selbständig arbeitet und per Datenübertragung durchgängig überwacht wird.

Außer den an den WEA zum Einsatz kommenden Betriebsmitteln, die nach einem Wartungsplan erneuert werden, fallen keine Abfälle an.

Es wird vom Betreiber ein Wartungsvertrag abgeschlossen, in dem auch die Entsorgung der Abfälle geregelt ist.

6. Baugrund

Im Rahmen der Errichtung der Neuanlage wird ein Bericht über den Nachweis der Standsicherheit durch einen anerkannten Baugrundgutachter erstellt. Dieser Bericht wird vor Baubeginn der

Neuanlage durch einen Prüflingenieur geprüft und bestätigt. Der Baugrund ist wie folgt aufgebaut. Unter einer dünnen Lage organischer Decksande wurden bis ca. 1,6 m bindige Böden erbohrt. Im Liegenden bis zur Endteufe standen überwiegend Sande mit verschiedenen Feinkornanteilen in Wechsellagen an. Vereinzelt wurden zwischengelagerte Geschiebeböden angesprochen.

7. Auswirkungen des Vorhabens auf die Umweltverträglichkeit (Zusammenfassung des UVP-Berichts)

Um die Umweltverträglichkeit und die Auswirkungen des Bauvorhabens auf die Umgebung des Windparks bewerten zu können, wurde durch die Antragsstellerin die Erstellung eines Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)-Berichts beauftragt.

In dem UVP-Bericht wird der Istzustand der im UVP-Gesetz genannten Schutzgüter ausführlich dargestellt und bewertet. Darauf aufbauend werden die bau-, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter bewertet. Zur Erstellung des UVP-Berichts konnte teilweise auf bereits vorliegende Daten zurückgegriffen werden.

Der geplante WEA-Standort liegt innerhalb des bestehenden Windparks Klosterfelde, in der offenen Ackerflur, auf Gebiet der Gemarkung Klosterfelde. Es ist geplant, eine WEA des Typs ENERCON E-138 mit einer Gesamthöhe von knapp unter 200 m zu errichten. Die WEA benötigt aufgrund der großen Höhe eine Tages- und Nachtkennzeichnung an den Rotorblättern (rote Streifen), am Turm (zwei Nachtbefeuerungsringe) und der Gondel (rotblinkende Nachtbefeuerung).

Der Windpark Klosterfelde weist derzeit eine Ost-West-Ausdehnung von ca. 1.100 m und eine Nord-Süd-Ausdehnung von etwa 750 m auf. Er befindet sich in einer von intensiv bewirtschafteten Ackerflächen sowie einzelnen Waldflächen strukturierten Feldflur zwischen den Ortschaften Klosterfelde im Osten, Stolzenhagen im Südwesten und Marienwalde im Norden.

Sowohl durch die Fundament- als auch die Kranstellfläche und Zuwegung der geplanten WEA wird eine Gesamtfläche in der Größe von ca. 2.428 m² in Anspruch genommen. Gleichzeitig werden durch den geplanten Rückbau von 4 WEA Flächen in der Größe von ca. 6.980 m² wiedernutzbar gemacht. Die erforderliche Zuwegung erfolgt größtenteils über vorhandene Feldwege von der Ortsverbindungsstraße Klosterfelde-Stolzenhagen aus. Im Ergebnis der Konfliktanalyse, die auf einer detaillierten Datenbasis besteht, werden schutzgutbezogen folgende Feststellungen getroffen:

Schutzgut Mensch:

Erhebliche nachteilige Wirkungen auf das Schutzgut Mensch werden sich nicht ergeben. Die geplanten WEA werden im Verhältnis zu den vorhandenen WEA keine Erhöhungen der bereits existierenden Schallimmissionen in den umgebenden Siedlungsgebieten verursachen. Dies kann mit dem geplanten Rückbau von 4 WEA und der damit verbundenen Reduzierung der Vorbelastung und dem aktuellen technischen Entwicklungsstand der geplanten WEA begründet werden. Zur Nachtzeit ist der Betrieb der WEA im schallreduzierenden Betriebsmodus geplant.

Die geplanten WEA werden in den umliegenden Siedlungsgebieten, unter Anwendung besonderer technischer Vorkehrungen zur Abschaltung von WEA bei drohender Überschreitung der Grenzwerte keinen zusätzlichen Schattenwurf verursachen. Die anzulegenden Beschattungszeiten liegen bei maximal 30 min täglich und insgesamt maximal 30 Stunden im Kalenderjahr. Erhebliche Beeinträchtigungen der umliegenden Siedlungsgebiete können daraus nicht abgeleitet werden.

Die Inanspruchnahme bisher intensiv bewirtschafteter Ackerfläche am Anlagenstandort ist bezogen auf die Gesamtfläche des Vorhabensgebietes geringfügig (ca. 2.428 m²) und wird insgesamt keine erhebliche wirtschaftliche Benachteiligung für den bewirtschaftenden Landwirtschaftsbetrieb bedeuten. Durch den geplanten Rückbau von 4 WEA werden ca. 6.980 m² landwirtschaftliche Nutzfläche wiederhergestellt.

Die Anlage wird mit einer ausgerüsteten bedarfsgesteuerten Nachtkennzeichnung beantragt. Die rotblinkende Nachtkennzeichnung wird demnach nur aktiviert, wenn sich Flugobjekte, welche mit einem entsprechenden Transpondersystem ausgestattet sind, nähern.

Schutzgut Boden:

Die Vollversiegelung von gewachsener Bodenfläche auf ca. 398 m² (Fundamentfläche) und die Teilversiegelung gewachsener Bodenfläche auf ca. 2.030 m² (Kranstellfläche und Zuwegung) ist verhältnismäßig gering. Aufgrund der mit dem geplanten Rückbau von 4 WEA stattfindenden umfangreichen Entsiegelung und Wiederherstellung von ca. 6.980 m² landwirtschaftlicher Nutzfläche (Kompensation) handelt es sich um keine erhebliche Beeinträchtigung.

Schutzgut Wasser:

Erhebliche Beeinträchtigungen des Schutzgutes Grundwasser können ausgeschlossen werden, sofern Kontaminationen des Untergrundes während der Bau- und Betriebsphase wirksam vermieden werden. Dies ist bei Beachtung der geltenden Sicherheitsvorschriften anzunehmen. Oberflächengewässer sind im Umfeld der geplanten WEA nicht betroffen.

Schutzgut Klima / Luft:

Das geplante Vorhaben führt zu einer sehr geringen, flächenmäßig vernachlässigbaren Verbesserung mikroklimatischer Funktionen sowie zu einer Reduzierung der im Gebiet auftretenden Luftströmungen. Schutzgutspezifische Beeinträchtigungen ergeben sich daraus nicht. Außerdem trägt die Stromerzeugung durch Nutzung regenerativer Energien und die damit verbundene Minimierung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe zur Senkung von CO₂-Emissionen bei und hat damit einen positiven Effekt auf den globalen Klimahaushalt.

Schutzgut Arten und Biotope:

Durch die direkte Flächeninanspruchnahme sind im Zuge der Errichtung der WEA insgesamt ca. 2.428 m² intensiv bewirtschaftete Ackerfläche betroffen. Dabei erfährt die Fundamentfläche eine vollständige, die Kranstellfläche (1.280 m²) und Zuwegung (ca. 750 m²) eine teilweise Entwertung als Lebensraum für Flora und Fauna.

Im Zuge des geplanten Rückbaus von 4 WEA werden Einzel-Sträucher sowie 5.780 m² Kranstellflächen, die sich zu ruderalen Grasfluren entwickelt hatten, zu intensiv genutzten Ackerflächen umgewandelt. Die Beeinträchtigungen werden aufgrund der Ausdehnung der beanspruchten Flächen bzw. der Biotopentwicklung auf den rückzubauenden Flächen als erheblich eingestuft.

Erhebliche Beeinträchtigungen der Avifauna durch Errichtung der geplanten WEA werden nicht erwartet. Der direkte bauzeitliche Zugriff auf einzelne Individuen von Bodenbrütern und potenziellen Gehölzbrütern (Eier, nicht flügge Jungvögel) kann zudem vermieden werden, wenn die Baufeldberäumung außerhalb der Brutzeit erfolgt. Abweichend davon ist eine Baufeldberäumung auch im Zeitraum von März bis August artenschutzrechtlich unkritisch, wenn zuvor gutachterlich nachgewiesen wird, dass im Baufeld keine besetzten Nester von Bodenbrütern vorhanden sind.

Erhebliche betriebsbedingte Beeinträchtigungen der Avifauna aufgrund einer Störwirkung des Rotors können unter Voraussetzung der Abschaltung der WEA während landwirtschaftlicher Nutzungsereignisse grundsätzlich ausgeschlossen werden.

Die Brutplätze windenergiesensibler Greif- und Großvögel liegen laut der aktuellen Brutvogelkartierung sowie Raumnutzungsanalyse im zentralen Prüfbereich (1 x Rotmilan) und im erweiterten Prüfbereich (1 x Schreiadler, 1 x Weißstorch) nach dem Bundesnaturschutzgesetz. Die Hauptnahrungsgebiete befinden sich jedoch nicht im Umfeld des Windparks. Im Zusammenhang mit dem geplanten Rückbau von 4 WEA kommt es zu keiner erheblichen Störwirkung und zu keiner Erhöhung des Kollisionsrisikos. Damit wird sich der Zustand der lokalen Population der Greife/Großvögel nicht verschlechtern. Eine erhebliche Scheuchwirkung

der WEA auf stöempfindliche Zug- und Rastvögel wird aufgrund der nur allgemeinen Bedeutung des Vorhabensgebietes für den Vogelzug sowie als Rastgebiet von Zugvögeln ebenfalls nicht erwartet. Erhebliche Beeinträchtigungen wandernder Fledermausarten in Form einer Erhöhung des Kollisionsrisikos können, ohne Realisierung einer projektbezogenen Vermeidungsmaßnahme, nicht ausgeschlossen werden. Durch die Festlegung fledermausfreundlicher Betriebszeiten in Verbindung mit der Durchführung eines zweijährigen, betriebsbegleitenden Gondelmonitorings, kann das Kollisionsrisiko für wandernde Fledermausarten auf ein unerhebliches Maß gesenkt werden. Gleichermaßen wird durch die fledermausfreundlichen Betriebszeiten das Kollisionsrisiko auch für nicht ziehende, bei der Jagd an Gehölzstrukturen gebundene Arten, auf ein unerhebliches Maß reduziert. Damit wird sich der Zustand der lokalen Population der Fledermäuse nicht verschlechtern.

Schutzgut Landschaftsbild:

Errichtung und Betrieb der geplanten WEA im Zusammenhang mit dem gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA im Windpark Klosterfelde werden zu keinen zusätzlichen erheblichen und damit kompensationspflichtigen Beeinträchtigungen von Landschaftsbild und Erholungseignung der Landschaft führen. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Errichtung und der Betrieb der im Windpark Klosterfelde geplanten WEA im Zusammenhang mit dem gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA bei Berücksichtigung der oben genannten Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen mit keinen zusätzlichen Beeinträchtigungen der Umwelt verbunden sein werden.

Schutzgut sonstige Kultur- und Sachgüter:

Im Beeinflussungsbereich des Vorhabens sind außer denen im Windpark betriebenen Windenergieanlagen keine weiteren Sachgüter vorhanden. Durch die Erstellung eines Turbulenzgutachtens können Auswirkungen auf die Betriebssicherheit der weiteren WEA im Windpark durch die Neuanlage detailliert betrachtet werden. Um eine Beeinflussung auf die umliegenden WEA ausschließen zu können, wird die Neuanlage mit Betriebsbeschränkungen ausgestattet.

Das so genannte Sektorenmanagement sorgt für eine Abschaltung der neuen WEA für ein bestimmtes Fenster der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit, um die Betriebssicherheit der benachbarten WEA dauerhaft gewährleisten zu können.

Für die geplanten unmittelbaren WEA-Standorte sind Vorkommen von Kulturgütern (Bau- und Bodendenkmale o.ä.) nicht bekannt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Errichtung und der Betrieb der von der Umweltplan projekt GmbH im Windpark Klosterfelde geplanten WEA im Zusammenhang mit dem gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA bei Berücksichtigung der oben genannten Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen mit keinen zusätzlichen Beeinträchtigungen der Umwelt verbunden sein werden.

8. Anlagensicherheit

Vorkehrungen gegen Eisabwurf:

Der geplante Anlagentyp ENERCON E-138 arbeitet mit einem speziellen ENERCON Eiserkennungssystem. Sollte es unter den für Eisansatz günstigen witterungsbedingten Voraussetzungen zu der Betriebsmeldung des Eisansatzes kommen, schaltet sich die WEA vollautomatisch ab.

Blitzschutz:

Die ENERCON E-138 wird mit einem Blitzschutzsystem ausgestattet, welches mögliche Blitzeinschläge ableitet, ohne dass Schäden am Blatt oder am Rest der Anlagen entstehen. Ein Blitzschlag wird dabei von den Rotorblättern bzw. über die Gondeloberseite bis ins Erdreich abgeleitet.

Brandschutzkonzept:

Für die ENERCON E-138 liegt ein Brandschutzkonzept vor. Durch den Sachverständigen für Brandschutz Herr Michehl wurde im Rahmen des Genehmigungsverfahrens ein standortbezogener Brandschutznachweis erstellt, welcher ebenfalls durch einen Prüfenieur auf die Richtigkeit der Ausführungen geprüft wurde. Das Brandschutzkonzept für das Bauvorhaben wurde ebenfalls mit der Brandschutzdienststelle, Ordnungsamt des Landkreis Barnim, abgestimmt.

Durch die Gemeinde Wandlitz wurden ausreichende technische Mittel der örtlichen Feuerwehr der Gemeinde Wandlitz zu einer möglichen Brandbekämpfung an der Neuanlage bestätigt.

1.3 Sonstiges

Anlagen:

- BR-Frankfurt-Oder_HRB_8832+Aktueller_Abdruck-20220217110808.pdf
- HR-Auszug WP KLF 13.04.2022.pdf
- Kostenübernahmeerklärung nach BImSchG.pdf
- Planervollmacht für Mitarbeiter.pdf
- Antrag auf Sofortvollzug.pdf
- 1_Baugenehmigung 1xE-66 LK BAR 05.07.2001.pdf
- 1_Genehmigungsbescheid Afl v. 07.11.2001.pdf
- 3_Kostenübernahmeerklärung UVP-VP.pdf
- TP 8 - Kostenaufstellung DIN 276.pdf
- Herstellkosten_E-138 EP3 E3_ 131mNh_FG_rev04.pdf
- Antrag Abstandsflächenreduzierung.pdf

Aktueller Ausdruck

HRB 8832 FF

Handelsregister Abteilung B
Amtsgericht Frankfurt (Oder)

1. Anzahl der bisherigen Eintragungen

5 Eintragung(en)

2.a) Firma

umweltplan projekt GmbH

b) Sitz, Niederlassung, inländische Geschäftsanschrift, empfangsberechtigte Person, Zweigniederlassungen

Bernau bei Berlin

An der Plansche 4, 16321 Bernau bei Berlin

c) Gegenstand des Unternehmens

Die Übernahme der persönlichen Haftung und der Geschäftsführung bei Handelsgeschäften, insbesondere die Beteiligung als persönlich haftende geschäftsführende Gesellschafterin an Energieerzeugungsanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Ferner hat die Gesellschaft die Beteiligung an anderen Unternehmen mit einem verwandten Unternehmenszweck sowie deren Geschäftsführung unter Übernahme der unbeschränkten Haftung zum Gegenstand. Betriebsführung und die Verwaltung von Energieerzeugungsanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Erwerb von Grundstücken und Gebäuden zur Verfolgung dieses Zweckes. Baubetreuung von Projekten zur Nutzung erneuerbarer Energien.

3. Grund- oder Stammkapital

25.200,00 EUR

4.a) Allgemeine Vertretungsregelung

Ist ein Geschäftsführer bestellt, so vertritt er die Gesellschaft allein. Sind mehrere Geschäftsführer bestellt, wird die Gesellschaft gemeinschaftlich durch zwei Geschäftsführer oder durch einen Geschäftsführer mit einem Prokuristen vertreten. Einzelvertretungsbefugnis kann erteilt werden.

b) Vorstand, Leitungsorgan, geschäftsführende Direktoren, persönlich haftende Gesellschafter, Geschäftsführer, Vertretungsberechtigte und besondere Vertretungsbefugnis

Geschäftsführer:

mit der Befugnis die Gesellschaft allein zu vertreten mit der Befugnis Rechtsgeschäfte mit sich selbst oder als Vertreter Dritter abzuschließen

Maaß, Stefan, *23.11.1966, Gutow

Vach, Frank, geb. Geye, *21.02.1969, Bernau bei Berlin

5. Prokura

Prokura gemeinsam mit einem Geschäftsführer oder einem weiteren Prokuristen

Onkes, Friedhelm, *20.12.1957, Oldenburg

6.a) Rechtsform, Beginn, Satzung oder Gesellschaftsvertrag

Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Gesellschaftsvertrag vom: 12.06.2001

7. Tag der letzten Eintragung

08.12.2021

Aktueller Ausdruck

HRA 1644 FF

Handelsregister Abteilung A
Amtsgericht Frankfurt (Oder)

1. Anzahl der bisherigen Eintragungen

4 Eintragung(en)

2.a) Firma

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG

b) Sitz, Niederlassung, inländische Geschäftsanschrift, Zweigniederlassungen

Bernau bei Berlin

An der Plansche 4, 16321 Bernau bei Berlin

3.a) Allgemeine Vertretungsregelung

Jeder persönlich haftende Gesellschafter vertritt die Gesellschaft allein.

b) Inhaber, persönlich haftende Gesellschafter, Geschäftsführer, Vorstand, Vertretungsberechtigte und besondere Vertretungsbefugnis

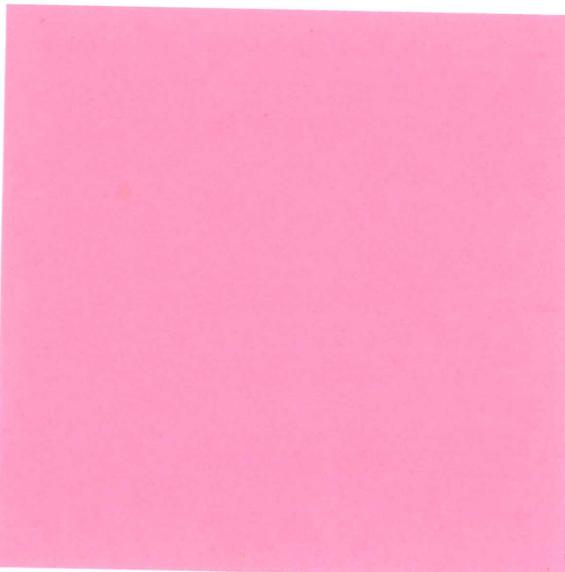
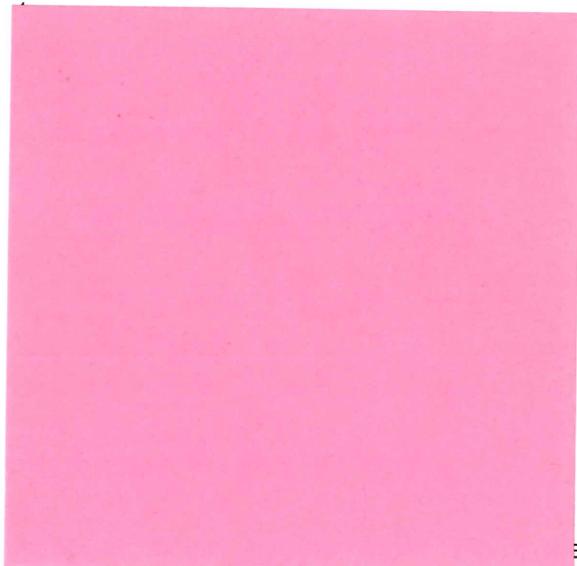
Persönlich haftender Gesellschafter:

umweltplan projekt GmbH, Bernau bei Berlin (Amtsgericht Frankfurt (Oder), HRB 8832 FF)

5.a) Rechtsform, Beginn und Satzung

Kommanditgesellschaft

c) Kommanditisten, Mitglieder



anstedt

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG • Postfach 1120 • 16321 Bernau

Landesamt für Umwelt
Referat T 13 - Genehmigungsverfahrensstelle Ost
z.Hd. Frau Andrea Auring
Postfach 60 10 61
14410 Potsdam

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen
WP-KF-Re

Datum
13.04.2022

Kostenübernahmeerklärung nach BImSchG

Sehr geehrte Damen und Herren,

hiermit erklärt sich die Antragstellerin **Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG** damit einverstanden, die Kosten im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach § 10 Abs. 3 und § 7 des BImSchG für das Repowering nach § 16 b des BImSchG zu tragen.

**Windpark Klosterfelde
GmbH & Co. KG
An der Plansche 4
16321 Bernau**



Vach, Frank (Unterschrift)
(Firmenstempel)

Windpark
Klosterfelde
GmbH & Co. KG

Sitz:
An der Plansche 4
16321 Bernau

E-mail
info@
umweltplan.com

Amtsgericht
Frankfurt/ Oder
HRA 1644 FF

persönlich
haftende
Komplementärin

umweltplan
projekt GmbH
16321 Bernau

An der Plansche 4

Telefon
03338-7033-0

FAX
03338-7033-29

E-mail
office@
umweltplan.com

Amtsgericht
Frankfurt (Oder)
HRB 8832 FF

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. (FH)
Frank Vach

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG • Postfach 1120 • 16321 Bernau

Landesamt für Umwelt
Referat T 13 - Genehmigungsverfahrensstelle Ost
z.Hd. Frau Andrea Auring
Postfach 60 10 61
14410 Potsdam

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen
WP-KF-Re

Datum
13.04.2022

Vollmacht

Sehr geehrte Damen und Herren,

hiermit bevollmächtigt die **Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG**, vertreten durch die umweltplan projekt GmbH, vertreten durch den Geschäftsführer **Frank Vach**,

Herrn Fridolin Vach,
Herrn Niklas Becker

und alle weiteren Mitarbeiter der up umweltplan GmbH und umweltplan projekt GmbH.

im Rahmen Ihrer Tätigkeiten die Angelegenheiten, die zum alltäglichen Betrieb im Unternehmen der **Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG** notwendig sind zu vertreten.

Diese Bevollmächtigung schließt außergewöhnliche Handlungen wie Darlehensaufnahme oder weitergehende Verpflichtungen nicht ein. Gültig ist diese Vollmacht bis auf Widerruf, höchstens aber bis zur Beendigung des bestehenden Arbeitsverhältnisses.

Windpark Klosterfelde
GmbH & Co. KG
An der Plansche 4
16321 Bernau

Vach, Frank (Unterschrift)
(Firmenstempel)

Windpark
Klosterfelde
GmbH & Co. KG

Sitz:
An der Plansche 4
16321 Bernau

E-mail
info@
umweltplan.com

Amtsgericht
Frankfurt/ Oder
HRA 1644 FF

persönlich
haftende
Komplementärin

umweltplan
projekt GmbH

16321 Bernau

An der Plansche 4

Telefon
03338-7033-0

FAX
03338-7033-29

E-mail
office@
umweltplan.com

Amtsgericht
Frankfurt (Oder)

HRB 8832 FF

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. (FH)
Frank Vach

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG • Postfach 1120 • 16321 Bernau

Landesamt für Umwelt
Referat T 13 - Genehmigungsverfahrensstelle Ost
z.Hd. Frau Andrea Auring
Postfach 60 10 61
14410 Potsdam

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen
WP-KF-Re

Datum
13.04.2022

Antrag auf Sofortvollzug nach § 80 Abs. 2 VwGO

Sehr geehrte Damen und Herren,

hiermit beantragt die **Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG**, vertreten durch die umweltplan projekt GmbH, vertreten durch den Geschäftsführer **Frank Vach**, im Rahmen des Genehmigungsverfahrens bezüglich einer wesentlichen Änderung nach § 16b des BImSchG den Sofortvollzug nach § 80 Abs. 2 VwGO.

**Windpark Klosterfelde
GmbH & Co. KG**
An der Plansche 4
16321 Bernau



Vach, Frank (Unterschrift)
(Firmenstempel)

Windpark
Klosterfelde
GmbH & Co. KG

Sitz:
An der Plansche 4
16321 Bernau

E-mail
info@
umweltplan.com

Amtsgericht
Frankfurt/ Oder
HRA 1644 FF

persönlich
haftende
Komplementärin

umweltplan
projekt GmbH

16321 Bernau

An der Plansche 4

Telefon
03338-7033-0

FAX
03338-7033-29

E-mail
office@
umweltplan.com

Amtsgericht
Frankfurt (Oder)

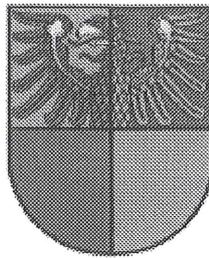
HRB 8832 FF

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. (FH)
Frank Vach

LANDKREIS BARNIM

Untere Bauaufsichtsbehörde

Heegermühler Straße 75, 16225 Eberswalde
Postfach 10 04 46, 16204 Eberswalde



Aktenzeichen: 04557-00-40

Eingangsdatum: 20.11.2000

Dienstort: Heegermühler Str.75
16225 Eberswalde
Amt: Bauordnungsamt

Bearbeiter: Frau Ebert
Haus 1, Zi.: 409

Postzustellungsurkunde



Telefon: 03334/214362

Telefax: 03334/214379

Internet: www.barnim.de

Antragsteller

Firma
umweltplan GbR
vert. d. GF Dipl.-Ing. (FH) Frank Gey
Str. d. Freundschaft 10

06246 Knapendorf

Datum: 05.07.2001

Vorhaben

Errichtung u. Betrieb einer Windenergieanlage ENERCON E-66 18.70
mit einer Nabenhöhe von 98m (WEA 4)

Grundstück

Klosterfelde,

Gemarkung

Klosterfelde

Flur

8

Flurstück

4

Baugenehmigung

gemäß § 74 der Brandenburgischen Bauordnung (BbgBO) in der derzeit gültigen Fassung:

Auf Ihren Antrag erteile ich Ihnen, unbeschadet privater Rechte Dritter, die Genehmigung, das vorgenannte Vorhaben entsprechend den beigefügten und als zugehörig gekennzeichneten Bauvorlagen auszuführen.

Für die Durchführung des Vorhabens gelten die Bestimmungen der Brandenburgischen Bauordnung. Die notwendigen Anzeigen-Vordrucke sind als Anlage beigefügt.

Die nachstehend und in den Anlagen enthaltenen Auflagen (A) sowie die grünen Eintragungen sind Bestandteil dieser Genehmigung. Die Hinweise (H) sind zu beachten:

1. Der Typenprüfbericht, Nr.: 2408 6001 des Prüfamtes TÜV Süddeutschland Bau und Betrieb GmbH Prüfamt für Baustatik für Fliegende Bauten und für Windenergieanlagen ist Bestandteil der Baugenehmigung. Die darin enthaltenen Forderungen sind zu erfüllen und die Hinweise zu beachten.
2. Die Anpassungsprüfung, des beauftragten Prüferingenieurs, Herrn Dipl.-Ing. Wilfried Herrmann, wird Bestandteil der Baugenehmigung. Die darin enthaltenen Forderungen sind zu erfüllen und die Hinweise zu beachten. Gemäß Prüfauftrag sind die Bauüberwachung und Bauzustandsbesichtigungen vom Prüferingenieur durchzuführen. Der Bauherr hat mit der Anzeige der abschließenden Fertigstellung (§ 84 Abs.1 BbgBO) eine Erklärung des Prüferingenieurs (Schlussbericht) vorzulegen, mit der die Bauausführung entsprechend den geprüften bautechnischen Nachweisen versichert wird (§ 70 Abs.3 BbgBO). (A)

Bankverbindung
Sparkasse Barnim

Konto-Nr. 231 0000 003
BLZ: 1705200

Sprechzeiten:
Dienstag: 09.00-12.00 Uhr und
13.00-18.00 Uhr

24/62

3. Die Einhaltung des festgelegten Standortes und der Höhenlage (Fundamentoberkante =0,80m über der angrenzenden Geländeoberkante lt. Amtlichen Lageplan) ist der Unteren Bauaufsichtsbehörde binnen **zwei Wochen** nach Fundamentfertigstellung durch eine Einmessung nachzuweisen. Die Einmessung ist durch eine behördliche Vermessungsstelle, die zur Liegenschaftsvermessung befugt ist, oder durch einen öffentlich bestellten Vermessungsingenieur durchzuführen (§ 74 Abs.8 BbgBO). (A)
4. Für die Errichtung der Windkraftanlage (Fundamentherstellung, Turm- und Maschinen/Rotor-Montage) ist gemäß § 62 BbgBO ein Bauleiter, der die nötige Sachkenntnis besitzt, zu bestellen. (A)
5. **Eine Schlußabnahme wird angeordnet** (§ 84 BbgBO). Zwei Wochen vor Fertigstellung des Bauvorhabens ist ein Besichtigungstermin mit der Unteren Bauaufsichtsbehörde und dem Amt für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik Eberswalde (Tel.: 03334/ 254 634) abzustimmen. Folgende Nachweise sind vorzulegen: (A)
 - Nachweis über die Einhaltung der maximal zulässigen Schiefstellung des Turmes von 0,4°;
 - Nachweis, dass die Schweißarbeiten ausführende Unternehmen im Besitz des großen Eignungsnachweises nach DIN 18800 Teil 7, mit der Erweiterung für das Schweißen dynamisch beanspruchter Bauteile nach DIN 4131 oder DIN 4133 (Ausgabe Nov. 1991) sind;
 - Nachweis der Ultraschallprüfung über die Dopplungsfreiheit aller Flanschbleche;
 - Nachweis über die Einhaltung der Toleranzwerte für die Herstellungsgenauigkeiten nach DIN 18800 Teil 4, Abschn.3;
 - Fachunternehmererklärungen der beteiligten Gewerke, insbesondere zur Errichtung der elektrischen Anlage.
6. Zulassung einer Abweichung gemäß § 72 Abs.1 der Brandenburgischen Bauordnung (BbgBO) in der derzeit gültigen Fassung:

Auf der Grundlage des § 72 BbgBO und in Verbindung mit dem v.g. näher bezeichneten Vorhaben wird eine Abweichung von der Vorschrift des § 6 Abs.8 BbgBO i.V. mit Pkt. 6.8.3 VVBbgBO **hier**: Reduzierung der Abstandsfläche (Rotorlänge plus 3 m) zugelassen.
7. Die Steigleiter im Turminneren ist mit einer Einrichtung zum Schutz gegen Absturz auszurüsten. Hierfür ist eine Vorrichtung für den Einsatz zwangsläufig zur Wirkung kommender Sicherheitseinrichtungen vorzusehen.
§ 20 ArbStättV in Verbindung mit VBG 74 – „ Leitern und Tritte“(A)
8. Die Steigleiter, mit mehr als 80° Neigung zur Erdoberfläche, ist in Abständen von höchstens 10 m mit Ruhebühnen auszurüsten.
§ 20 ArbStättV in Verbindung mit Arbeitsstättenrichtlinie 20(A)
9. Ist der Turmeinstieg nicht ebenerdig, ist er mit einer Treppe zu versehen.
§ 17 ArbStättV in Verbindung mit Arbeitsstättenrichtlinie 17/1.2 „ Verkehrswege“(A)
10. Gemäß Baustellenverordnung ist dem Amt für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik jede Baustelle mind. zwei Wochen vor Errichtung vor anzukündigen, wenn die Bauarbeiten voraussichtlich länger als 30 Tage dauern und mehr als 20 Beschäftigte gleichzeitig tätig werden oder der Umfang der Arbeiten 500 Personentage überschreitet.(H)
11. Auf Baustellen, auf denen gleichzeitig mehrere Bauunternehmen tätig werden, ist unabhängig von der Vorankündigung, ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator durch den Bauherrn zu bestellen. Durch den Koordinator ist vor der Errichtung der Baustelle ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan zu erstellen, wenn die Baustelle der Vorankündigung unterliegt oder besonders gefährliche Arbeiten durchgeführt werden sollen.
§§ 2 und 3 BaustellV (H)

12. Auflagen der Unteren Naturschutzbehörde (UNB):

- Spätestens mit der Baubeginnanzeige ist eine Bankbürgschaft in Höhe von 49.000DM auf dem im Gebührenbescheid benannten Konto zu hinterlegen.(A)
- Der Widerruf des Bescheides oder einzelner Teile soll gemäß § 36 (2) Nr.3 VwVfGBbg i.V.m. § 49 VwVfGBbg vorbehalten werden, soweit Nebenbestimmungen nicht oder nicht ausreichend erfüllt werden.(A)
- Als Ausgleichsmaßnahmen für Eingriff in Natur und Landschaft sind folgende Maßnahmen durchzuführen:
 - Realisierung des Projektes „Hecke 1“ aus „Strukturelle Aufwertung der Landschaft Klosterfelde (West)“ vom 30.07.2000 auf einer Länge von 700 Metern. Die übrigen Projektvorhaben sind einzuhalten.(A)
 - Innerhalb der ersten 3 Jahre auftretende Verluste an Pflanzmaterial sind zu ersetzen.(A)
 - Die Vorbereitung der Pflanzung, die Pflanzung und der Verbisschutz sind innerhalb von 2 Jahren nach Baubeginn vollständig fertig zu stellen. Die Bewässerung ist 10x jährlich bzw. bei Bedarf und die Beikrautbekämpfung 1x jährlich über einen Zeitraum von mindestens 3 Jahren durchzuführen.(A)
 - Der vollständige Rückbau des Verbisschutzes (Zaun) ist spätestens im 15. Standjahr vorzunehmen, er darf frühestens erfolgen, wenn die Pflanzung gesichert ist.(A)
 - Hinweis: Wegen der zu erwartenden Scherenausvorkommen kann zusätzlicher Verbisschutz notwendig werden!
- Zufahrten und Kranstellplatz sind mit einer wasserdurchlässigen Befestigung zu versehen.(A)

13. Auflagen des Amtes für Immissionsschutz (Afi):

- Die durch die Genehmigung erfasste Anlage ist unter Beachtung der den derzeitigen Stand der Technik entsprechenden Lärminderungsmaßnahmen zu errichten und zu betreiben.(A)
- Der Beurteilungspegel der von den Anlagen verursachten Geräusche i.S.d. Nr.2.4 TA-Lärm dürfen an den nachfolgenden Immissionsorten nicht zu einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach TA-Lärm, Punkt 6.1 c) und d) insbesondere während der Nachtzeit führen. Die Nacht beginnt um 22.00 Uhr und endet um 6.00 Uhr.(A)

IO 1	Gemeinde Stolzenhagen, nordöstl. Ortsausgang Richtung Klosterfelde TA-Lärm Pkt. 6.1 c)	- Wohnbebauung/ Außenbereich - tags 60 dB (A) - nachts 45 dB (A)
IO 2	Wochenendhäuser, Gem. Klosterfelde TA- Lärm Pkt. 6.1 d)	- Sondergebiet wie WA - tags 55 dB (A) - nachts 40 dB (A)
IO 3	westlicher Ortseingang, Gem. Klosterfelde TA- Lärm Pkt. 6.1 c)	- gemischte Baufläche (M) - tags 60 dB (A) - nachts 45 dB (A)

Einzelne Geräuschspitzen dürfen die jeweiligen gebietsbezogenen Immissionsrichtwerte um nicht mehr als 20 dB(A) nacht überschreiten.(A)

Maßgeblicher Immissionsort ist bei bebauten Flächen 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fenster des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes.

- Die Inbetriebnahme der Anlage ist dem Amt für Immissionschutz Schwedt/O., Dammweg 11, 16303 Schwedt/O. bekannt zugeben.(A)

14. Auflagen und Hinweise der Unteren Wasserbehörde

- Die Gräben sind Gewässer II. Ordnung, wobei ein Mindestabstand zur Böschung von 5 m (Empfehlung 10 m) einzuhalten ist.(A)
Entstehende Schäden am Gewässer während der Bauzeit sind unverzüglich zu beseitigen.(H)
- Evtl. erforderliche Grundwasserabsenkungen sind anzeigepflichtig bei der Unteren Wasserbehörde.(H)

15. Auflagen und Hinweise vom Bbg. Landesamt für Bauen, Verkehr und Straßenwesen :

- Eine Tages- und Nachtkennzeichnung gem. den Richtlinien für die Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen vom 22.12.1999 (veröffentlicht in den NfL I-15/00) ist **an der Windkraftanlage** anzubringen und eine Veröffentlichung als Luftfahrthindernis ist zu veranlassen.(A)

- Anbringen einer Tageskennzeichnung:

Die Rotorblätter der Windkraftanlage sind weiß und im äußeren Bereich durch je 3 Farbfelder von 6 m Länge orange-weiß zu kennzeichnen (außen beginnend 6 m orange – 6 m weiß – 6 m orange), wobei die Farbtöne nach DIN 6171, Blatt 1 Aufsichtsfarben für Verkehrszeichen zu verwenden sind (RAL 2009 und RAL 9016). Die Verwendung entsprechender Tagesleuchtfarben ist zulässig. Die äußeren Felder müssen orange sein.

Alternativ können als Tageskennzeichnung 2 weißblitzende Feuer mittlerer Lichtstärke (20.000 cd ± 25%, Mittelleistungsfeuer Typ A gem. ICAO Anhang 14, Band 1, Punkt 6.3.3) eingesetzt werden.

Sie sind am Tag außerhalb der Nachtkennzeichnung zu betreiben.(A)

- Installation einer Nachtkennzeichnung:

Die Nachtkennzeichnung hat aus 2 versetzten Gefahrenfeuern zu bestehen. Sie ist nachts (30 min. Nach Sonnenuntergang bis 30 min. vor Sonnenaufgang) in Betrieb zu halten. Für die Ein- und Ausschaltvorgänge sind Dämmerungsschalter, die bei einer Umfeldhelligkeit von 50 Lux schalten, zugelassen. **Die Rotorspitze darf die Feuer um max. 50 m überragen.** Die Feuer der Tages- und/oder Nachtkennzeichnung sind jeweils versetzt auf dem Maschinenhausdach – ggf. auf Aufständigung – zu installieren und jeweils gleichzeitig (synchron blinkend) zu betreiben.

Das gleichzeitige Blinken ist erforderlich, damit die Feuer einer Windkraftanlage während der Blinkphase nicht durch einen Flügel des Rotors verdeckt werden. (A)

Bei Ausfall eines Feuers muss eine automatische Umschaltung auf ein Ersatzfeuer erfolgen.(A)

Bei Ausfall der Spannungsquelle muss sich die Befuerung automatisch auf ein Ersatzstromnetz umschalten.(A)

Eine Behelfsbefuerung während der Bauzeit ist erforderlich.

Die Behelfsbefuerung soll an der jeweils höchsten Spitze der Baustelle solange nachts in Betrieb gehalten werden, bis die endgültige Nachtkennzeichnung eingeschaltet werden kann. Sie ist ebenfalls mit Nachtstrom zu versorgen.(A)

Ausfälle der Nachtkennzeichnung, die nicht *sofort* behoben werden können, sind der NOTAM-Zentrale in Frankfurt/Main unter der Rufnummer **069/78 66 29** bekannt zugeben. Sobald der Ausfall behoben ist, ist die gleiche Stelle unbedingt wieder in Kenntnis zu setzen.(A)

Die Kosten für die Tages- und Nachtkennzeichnung des Luftfahrthindernisses hat der Vorhabenträger zu übernehmen.(H)

Da das Bauwerk als Luftfahrthindernis veröffentlicht werden muss, ist die rechtzeitige Bekanntgabe des Baubeginns (mind. 4 Wochen vorher) mit Übermittlung der endgültigen Daten auf beiliegendem **Datenblatt** dem Bbg. Landesamt für Bauen, Verkehr und Straßenwesen Lindenallee 51, 15366 Dahwitz-Hoppegarten, dez.24 – Luftfahrt- , mitzuteilen.(A)

Nebenbestimmung zur Baugenehmigung:

Die Baugenehmigung wird für die Dauer der privilegierten Nutzung der Windenergie erteilt. Sie erlischt, wenn die Nutzung als Windenergieanlage aufgegeben wird.

Die dauerhafte Einstellung der Windenergienutzung liegt regelmäßig dann vor, wenn die Windkraftanlage endgültig vom Netz geht oder länger als 6 Monate keinen Strom erzeugt.

Der Bauherr hat die Windenergieanlage, einschließlich der Fundamente, unverzüglich nach Erlöschen der Baugenehmigung zu beseitigen und einen ordnungsgemäßen Zustand des Grundstückes wieder herzustellen.

Beabsichtigt der Bauherr die Wiederinbetriebnahme einer Windkraftanlage nach Ablauf der 6 Monatsfrist, so hat er vor Fristablauf eine Fristverlängerung bei der Unteren Bauaufsichtsbehörde zu beantragen.

Gebührenentscheidung

Nach dem Gebührengesetz für das Land Brandenburg (GebG Bbg) vom 18.10.1991 und in Verbindung mit der Baugebührenordnung des Landes Brandenburg (BauGebO) vom 24.02.1998 sind folgende Gebühren innerhalb von einem Monat zu entrichten:

KASSENZEICHEN (bei Zahlung bitte angeben) BETRAG DM

63004557 siehe Anlage Gebühr: **6.380,00**

Sparkasse Barnim Konto-Nr. 23 100 000 03 BLZ 170 520 00

Bei Zahlung ist die Angabe von Kassenzahlen und Verwendungszweck unbedingt erforderlich. Sollte der Fälligkeitstermin nicht eingehalten werden, sind wir leider gezwungen, die Beitreibung des Betrages im Wege des Verwaltungszwangsverfahrens kostenpflichtig zu veranlassen. Außerdem müssen bei verspäteter Zahlung Säumniszuschläge erhoben werden.

Rechtsbehelfsbelehrung

Gegen den Bescheid sowie gegen die Gebührenentscheidung kann innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe Widerspruch erhoben werden. Der Widerspruch ist schriftlich oder zur Niederschrift bei der Unteren Bauaufsichtsbehörde des Landkreises Barnim, Heegermühler Straße 75, 16225 Eberswalde oder Postfach 100446, 16204 Eberswalde einzulegen. Hinweis: Ein Widerspruch, der sich nur gegen die Gebührenentscheidung richtet, hat gem. § 80 Abs.2 Ziff.1 VwGO (Verwaltungsgerichtsordnung) keine aufschiebende Wirkung, d.h. die Zahlung hat trotz Widerspruch termingerecht zu erfolgen.

Im Auftrage

Jankowiak



Anlagen:

- Allgemeine Auflagen und Hinweise zur Baugenehmigung
- Kostenberechnung lt. Baugebührenordnung
- Mitteilungsvordrucke und Baustellenschild
- Antragsunterlagen (1-fach)

Verteiler:

- Antragsteller, mit v.g. Anlagen
- Gemeinde-/Stadt-/Amtsverwaltung, mit Antragsunterlagen (1-fach)
- Entwurfsverfasser
- Prüfsakte

1. Die Baugenehmigung gilt auch für und gegen den Rechtsnachfolger des Bauherrn und wird unbeschadet der privaten Rechte Dritter erteilt (§ 74 Abs.3 und 5 BbgBO). (H)
2. Die Baugenehmigung erlischt, wenn nicht innerhalb von drei Jahren nach Erteilung der Genehmigung mit der Ausführung des Bauvorhabens begonnen oder die Bauausführung länger als ein Jahr unterbrochen worden ist (§ 78 Abs.1 BbgBO). (H)
3. Die Geltungsdauer der Genehmigung kann auf schriftlichen Antrag jeweils um zwei Jahre verlängert werden. Der Antrag muß vor Fristablauf bei der Unteren Bauaufsichtsbehörde eingegangen sein (§ 78 Abs.2 BbgBO). (H)
4. Der Ausführungsbeginn, die Rohbaufertigstellung und die abschließende Fertigstellung des Bauvorhabens sind der Unteren Bauaufsichtsbehörde jeweils eine Woche vorher schriftlich mitzuteilen. Die entsprechenden Vordrucke sind beigefügt. (A)
5. Für die Durchführung des Vorhabens ist gemäß § 58 BbgBO ein Bauleiter zu bestellen. (A)
6. Für die Dauer der Ausführung des Vorhabens hat der Bauherr das beigefügte Baustellenschild dauerhaft lesbar und von der öffentlichen Verkehrsfläche aus sichtbar anzubringen (§ 14 Abs.6 BbgBO). (H)
7. Die Baugenehmigung und die Bauvorlagen müssen an der Baustelle von Baubeginn an vorliegen (§ 74 Abs.7 BbgBO). (H)
8. Der Bauherr ist dafür verantwortlich, dass die von ihm veranlaßte Baumaßnahme dem öffentlichen Baurecht entspricht. Die Baumaßnahme darf nur so durchgeführt werden, wie sie genehmigt ist. Einzelzeichnungen, Berechnungen und Anweisungen zur Durchführung des Bauvorhabens dürfen von der Baugenehmigung nicht abweichen (§§ 57,58 BbgBO). (H)
9. Die mit der Überwachung von Baumaßnahmen beauftragten Personen der Unteren Bauaufsichtsbehörde sind berechtigt, Grundstücke, Baustellen und bauliche Anlagen zu betreten sowie Einblick in die Genehmigungsunterlagen, Bautagebücher und andere Aufzeichnungen zu nehmen (§ 64 Abs.4 BbgBO). (H)
10. Wechselt der Bauherr, so haben der alte und der neue Bauherr dies der Unteren Bauaufsichtsbehörde unverzüglich schriftlich mitzuteilen (§ 58 Abs.4 BbgBO). (H)
11. Baustellen sind so einzurichten, dass nicht verwendete Baustoffe, Abbruchmaterial, Bodenaushub und Baustellenabfälle entsprechend ihrer Beschaffenheit getrennt erfaßt und der Wiederverwertung, der Verwertung oder sonstigen Entsorgung als Abfall zugeführt werden können (§ 14 Abs.2 BbgBO; §§ 27 und 42 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes - KrW-/AbfG vom 27.09.1994 - BGBl.I S.2705, und Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise - NachwV vom 10.09.1996). Abfälle sind in dafür zugelassene Abfallverwertungs- oder Abfallentsorgungsanlagen von zugelassenen Beförderern zu transportieren. (H)
12. Sollten im Verlauf der Baumaßnahme Sonderabfälle auftreten, so sind diese gemäß § 41 KrW-/AbfG und der Bestimmungsverordnung besonders überwachungsbedürftiger Abfälle - BestbÜAbfV vom 10.09.1996 zu behandeln und der SBB mbH (Sonderabfallgesellschaft Brandenburg-Berlin), Behlertstr.25 in 14469 Potsdam anzudienen. (H)
13. Sollten sich im Verlauf der Bautätigkeiten umweltrelevante, organoleptische Auffälligkeiten hinsichtlich vorhandener Schadstoffe in Boden oder Grundwasser zeigen, so ist umgehend, gemäß § 31 Abs.4 BbgAbfG, die Untere Abfallwirtschaftsbehörde zu informieren. (H)
14. Sollten in einzelnen Bereichen des Baugrundstückes Bodenausgleichsmaßnahmen mit zusätzlich benötigten Materialien (z.B. Füllboden) erforderlich werden, sind für diese Materialien der Unteren Abfallwirtschaftsbehörde des Landkreises Barnim, Heegermühler Straße 75, 16225 Eberswalde, Unbedenklichkeitsbescheinigungen oder Deklarationsanalysen aufzufordern vorzulegen. (H)
15. Bei Bauarbeiten, durch die unbeteiligte Personen gefährdet werden können, ist die Gefahrenzone abzugrenzen oder durch Warnzeichen zu kennzeichnen. Soweit erforderlich, sind Baustellen mit einem Bauzaun abzugrenzen, mit Schutzvorrichtungen gegen herabfallende Gegenstände zu versehen und zu beleuchten. (§ 14 Abs.5 BbgBO). (H)

16. Hinweis des Amtes für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik Eberswalde: (H)

Bei der Planung und Errichtung, sowie bei der Ausführung des Bauvorhabens obliegen dem Bauherrn (oder einem vom Bauherrn Beauftragten) Pflichten zur Gewährleistung des Arbeitsschutzes auf der Baustelle nach der Baustellenverordnung vom 10.06.1998 (BGBl.I S.1283). Insbesondere wird auf die ggf. notwendige Vorankündigung an das Amt für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik hingewiesen.

17. Während der Bauausführung sind öffentliche Verkehrsflächen und insbesondere Löschwasserentnahmestellen zugänglich zu halten (§ 14 Abs.3 BbgBO). Bauliche Arbeiten zur Herstellung von Grundstückszufahrten, zur Verrohrung von Straßengräben und zur Befestigung von Grundstückszufahrten im Straßenraum bis an die vorhandene Straßeneinfriedung sind vor Arbeitsbeginn mit dem zuständigen Straßenbaustraßenbauer (Gemeinde, Landkreis oder Brandenburgisches Straßenbauamt) abzustimmen. Der Bauherr und der Grundstückseigentümer haften für jegliche Schäden an der Straße und den Nebenanlagen und sind zur ordnungsgemäßen Wiederherstellung verpflichtet. Sie sind auch verpflichtet, Straßen und Nebenanlagen während der Bauzeit in einem verkehrssicheren Zustand zu halten. (H)

18. Bauliche Anlagen dürfen erst in Gebrauch genommen werden, wenn sie sicher benutzbar sind (§ 84 Abs.7 BbgBO) (H).

19. Auflagen der Unteren Denkmalschutzbehörde des Landkreises Barnim (A):

Im Bereich des v.g. Vorhabens sind Bodendenkmale bisher nicht bekannt aber möglich. Auf Grund des "Gesetzes über den Schutz und die Pflege der Denkmale und Bodendenkmale im Land Brandenburg" (BbgDSchG) vom 22.07.1991 (GVBl. Nr.20, vom 08.08.1991, S.311 ff.) stellt das Brandenburgische Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, Abt. Bodendenkmalpflege, Außenstelle Frankfurt/Oder das Einvernehmen mit der Unteren Bauaufsichtsbehörde des Landkreises Barnim her (§ 5 Abs.3 BbgDSchG, i.V.m. Art.2 des Gesetzes zur Änderung der Brandenburgischen Bauordnung und anderer Gesetze vom 18.12.1997).
Es ergehen folgende Auflagen:

- a) Alle Veränderungen, Maßnahmen und Teilerstörungen an den Bodendenkmalen (§ 15 Abs.1 BbgDSchG) sind dokumentationspflichtig (§ 15 Abs.2 BbgDSchG).
- b) Werden archäologische Dokumentationen (baubegleitende Rettungsgrabungen etc.) notwendig, die die Kapazitäten des Brandenburgischen Landesmuseums überschreiten, hat der Veranlasser des Vorhabens nach Maßgabe des § 12 Abs.2 und des § 15 Abs.3 BbgDSchG sowohl die Kosten der Dokumentation zu tragen als auch die Dokumentation sicherzustellen.
- c) Sollten bei den Erdarbeiten Bodendenkmale (z.B. Steinsetzungen, Verfärbungen, Scherben, Knochen, Metallgegenstände o.ä.) entdeckt werden, so sind diese **unverzüglich** dem Brandenburgischen Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, Abt. Bodendenkmalpflege, Außenstelle Frankfurt/Oder, Karl-Liebknecht-Straße 30, 15230 Frankfurt/Oder (Tel.: 0335/535980) oder der Unteren Denkmalschutzbehörde des Landkreises Barnim (Tel.: 03334/214387) anzuzeigen (§ 19 Abs.1 u.2 BbgDSchG).
- d) Bei Entdeckungen gemäß Buchst. c) ist die Fundstätte für mindestens **fünf Werktage in unverändertem Zustand** zu erhalten (§ 19 Abs.3 BbgDSchG).
- e) Die entdeckten Funde sind ablieferungspflichtig (§ 19 Abs.4 u. § 20 BbgDSchG) und der Unteren Denkmalschutzbehörde des Landkreises Barnim oder dem Brandenburgischen Landesmuseum für Ur- und Frühgeschichte zu übergeben.
- f) Die Bauausführenden sind über diese Auflagen zu belehren.

20. Hinweise der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Barnim: (H)

Der vorhandene Baumbestand ist zu erhalten und dauerhaft zu pflegen (§ 2 der Verordnung zur Änderung der Baumschutzverordnung, GVBl. II vom 12.07.1994). Bei der Durchführung der Bauarbeiten ist die DIN 18920 einzuhalten. Insbesondere ist der Wurzelbereich der Bäume (=Kronenbereich der Bäume zuzüglich 1,50 m) zu schützen. Es sind folgende Schutzmaßnahmen einzuhalten:

- a) Der Wurzelbereich der Bäume darf nicht durch bodenschädigende Stoffe beeinträchtigt werden.
- b) Der Stamm der Bäume ist durch geeignete Maßnahmen vor Verletzungen zu schützen.
- c) Im Wurzelbereich der Bäume darf Boden weder auf- noch abgetragen werden.
- d) Gräben, Mulden und Baugruben dürfen im Wurzelbereich der Bäume nicht hergestellt werden.
- e) Im Wurzelbereich sollen Gründungen für freistehende Bauteile nicht vorgenommen werden.
- f) Der Wurzelbereich darf **nicht** durch ständiges Begehen, Befahren, Abstellen von Maschinen und Fahrzeugen, die Lagerung von Baumaterialien, sowie die Einrichtungen der Baustelle belastet werden.
- g) Bei Grundwasserabsenkungen, die mehr als 3 Wochen dauern, sind Bäume während der gesamten Vegetationsperiode ausreichend zu bewässern (ggf. Tiefenbewässerung).
- h) Im Wurzelbereich sollen keine Beläge für Stellplätze, Zufahrten usw. verlegt werden.

Bitte beachten Sie besonders:

Wer die in dieser Baugenehmigung enthaltenen Nebenbestimmungen nicht erfüllt, begeht nach § 87 BbgBO eine Ordnungswidrigkeit, die mit einer Geldbuße bis zu **1 Mio DM** geahndet werden kann. - Die Hinweise sind sorgfältig zu beachten.

Landkreis Barnim
Untere Bauaufsichtsbehörde

umweltplan GbR

04557-2000
Eb
01

Seite 01

**KOSTENBERECHNUNG gem. Baugebührenordnung (BauGebO)
24.2.98 (GVBl. Teil II Nr.9 v. 2.4.98), geändert mit
1.u.2. BauGebOÄV, GVBl. II S.623 u.638 , Abl.f. Brdgbg. Nr.37
S.824, i.V.m. GebG Bbg v. 18.10.91 (GVBl. Nr.32 v. 30.10.91)**

Genehmigung

**1.1.1 Errichtung und Änderung baulicher Anlagen
im Baugenehmigungsverfahren**

Rohbausumme	515.000,00
x 12,- DM je angefangene 1000,- DM der Rohbausumme	6.180,00
Gebühr (min. 200,- DM)	6.180,00

Gebühr 6.180,00

**1.10.1 Zulassung von Ausnahmen oder Abweichungen von einer
Vorschrift des öffentlichen Baurechts**

Anzahl Ausnahmen oder Abweichungen	1,00
Gebühr je Ausnahme oder Abweichung (200,- bis 5.000,- DM)	200,00
Anzahl x Gebühr je Ausnahme oder Abweichung	200,00
- .Reduzierung der Abstandsfläche nach § 6 Abs.8 BbgBO	
-	
Gebühr	200,00

GEBÜHR GESAMT

6.380,00 DM*

Unterschrift

(*zu Ihrer Information: diese Gebühr entspricht 3.262,04 EURO)

Bitte in Klarsichtfolie an der Baustelle anbringen

Baustellenschild

Aktenzeichen **04557-00-40**

Antragsteller

Firma
umweltplan GbR
vert. d. GF Dipl.-Ing. (FH) Frank Geye
Str. d. Freundschaft 10
06246 Knapendorf

Vorhaben **Errichtung u. Betrieb einer Windenergieanlage ENERCON E-66 18.70
mit einer Nabenhöhe von 98m (WEA 4)**

Grundstück **Klosterfelde,**

Gemarkung Klosterfelde
Flur 8
Flurstück 4

Entwurfsverfasser:

Telefon:

Unternehmer für den Rohbau:
(Name, Anschrift, Telefon)

Die Baugenehmigung für das v.g. Vorhaben wurde am 04.07.2001 erteilt.

Landkreis Barnim

Untere Bauaufsichtsbehörde



Im Auftrag
gez. Jankowiak

Bei der Ausführung genehmigungspflichtiger Bauvorhaben nach § 66 der Brandenburgischen Bauordnung (BbgBO) hat der Bauherr an der Baustelle ein Schild, das die Bezeichnung des Bauvorhabens und die Namen und Anschriften des Entwurfsverfassers, des Bauleiters und der Unternehmer für den Rohbau enthalten muß, dauerhaft und von der öffentlichen Verkehrsfläche aus sichtbar anzubringen (§14 Abs.6 BbgBO).



AMT FÜR IMMISSIONSSCHUTZ SCHWEDT/ODER



AMT FÜR IMMISSIONSSCHUTZ SCHWEDT/ODER
Postfach 10 03 35, 16286 Schwedt/Oder

umweltplan GbR
Herrn Geye
Straße der Freundschaft 10

06246 Knapendorf

Bearbeiter/in
Herr/Frau (0 33 32) 44 17 27
☎
Bitte mein Aktenzeichen in der Antwort angeben

Ihr Zeichen und Tag

Aktenzeichen
32-R4-Aw

Schwedt/Oder
01-11-07

Übergabe von Unterlagen zum Genehmigungsverfahren 20.013.02/01 mit der Bitte um Rücksendung der Empfangsbestätigung

Sehr geehrter Herr Geye,

nach erfolgter Bearbeitung Ihres Genehmigungsantrages erhalten Sie hiermit den ergangenen Genehmigungsbescheid im Original, das Antragsexemplar Nr. 2 und das Datenblatt zum Luftfahrthindernis zum Verbleib.

Ich wünsche Ihnen im Namen der Mitarbeiter des Amtes für Immissionsschutz Schwedt ein gutes Gelingen Ihrer unternehmerischen Tätigkeiten, verbunden mit den besten persönlichen Wünschen.

Bitte senden Sie die beiliegende Empfangsbescheinigung umgehend unterzeichnet zurück.

Mit freundlichen Grüßen

im Auftrag

Katja Awe

Anlage

Genehmigungsbescheid vom 07.11.01
Antragsexemplar Nr. 2
Datenblatt zum Luftfahrthindernis
Empfangsbescheinigung

Telefon: (0 33 32) 44 17 44
Telefax: (0 33 32) 44 17 77
E-Mail: post.afisd@afi-sdt.brandenburg.de

Anrufbeantworter außerhalb der Dienstzeit
bei unaufschiebbaren, wichtigen Angelegenheiten:
(0 33 32) 44 17 45

Lieferanschrift:
Dammweg 11
16303 Schwedt/Oder



AMT FÜR IMMISSIONSSCHUTZ SCHWEDT/ODER



AMT FÜR IMMISSIONSSCHUTZ SCHWEDT/ODER
Postfach 10 03 35, 16286 Schwedt/Oder

umweltplan GbR
Herrn Geye
Straße der Freundschaft 10

06246 Knapendorf

Bearbeiter/in
Herr/Frau
☎
Bitte mein Aktenzeichen in der Antwort angeben

Awe
(0 33 32) 44 17 27

2. Ausfertigung

Ihr Zeichen und Tag

Aktenzeichen

Schwedt/Oder

320130201-r4-aw

01-11-07

Teilgenehmigung Reg.-Nr. 20.013.02/01/0106.2

Sehr geehrter Herr Geye,

auf Ihre Anträge vom **16.11.00** ergehen nach Durchführung des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens folgende

I. Entscheidungen

1. Der Firma **umweltplan GbR** mit Sitz in 06246 Knapendorf, Straße der Freundschaft 10 wird die Genehmigung erteilt, die am Standort in **16348 Klosterfelde** im Landkreis Barnim auf dem Grundstück

Gemarkung: **Klosterfelde**
Flur: **8**
Flurstück: **4**

mit Baugenehmigung **04557-00-40** vom **05.07.01** genehmigte **Windkraftanlage (WKA)** durch die unter Pkt. II. näher bezeichneten Maßnahmen **während der Er richtungsphase zu ändern.**

2. Mit der antragsgemäßen Realisierung des Vorhabens sind keine erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen zu besorgen. Von der Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) im Rahmen dieses Änderungsgenehmigungsverfahrens war deshalb abzusehen.

20.013.02/01, Seite 1/23

Telefon: (0 33 32) 44 17 44
Telefax: (0 33 32) 44 17 77
E-Mail: post.afisd@afi-sdt.brandenburg.de

Anrufbeantworter außerhalb der Dienstzeit
bei unaufschiebbaren, wichtigen Angelegenheiten:
(0 33 32) 44 17 45

Lieferanschrift:
Dammweg 11
16303 Schwedt/Oder



3. Sie haben die Kosten des Verfahrens zu tragen. Diese werden mit Bekanntgabe des Bescheids fällig.
4. Für die Erteilung der Genehmigung wird eine Verwaltungsgebühr von

35.500 DM

(In Worten: Fünfunddreißigtausendfünfhundert Deutsche Mark)

festgesetzt.

Diese ist zur Vermeidung von Säumniszuschlägen innerhalb **eines Monats** nach Fälligkeitstag an die Landeshauptkasse Potsdam (Zahlungsempfänger) auf das Konto der Landeszentralbank, Hauptstelle Potsdam

Konto-Nr.:	160 015 00
BLZ:	160 000 00
cod. Zahlungsgrund:	10200 111 20 00 0487

zu überweisen.

Bitte beachten Sie, dass Rechnungssteller und Zahlungsempfänger **nicht** identisch sind.

II. Änderungsumfang

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf den Änderungsumfang.

Nur dort, wo es aus Verständnisgründen notwendig ist, wird auf den bereits genehmigten Anlagenumfang eingegangen.

1. Kapazität

Die Änderung besteht in der Erweiterung der bereits genehmigten WKA der Leistungsklasse 1,8 MW durch 3 weitere WKA dieser Leistungsklasse.

Damit bezieht sich der Gesamtgenehmigungsumfang nunmehr auf die Errichtung und den Betrieb einer Windfarm, bestehend aus 4 WKA, mit einer Gesamtleistung von **7,2 MW** (4 x 1,8 MW).

2. Anlagenumfang

Die Windfarm setzt sich antragsgemäß aus folgenden Betriebseinheiten (BE) zusammen:

		Hochwert	Rechtswert

BE 10 :	WKA 1 (neu)	5851737	4598322
BE 20 :	WKA 2 (neu)	5851765	4598644
BE 30 :	WKA 3 (neu)	5851459	4598549
BE 40:	WKA 4	5851451	4598283

20.013.02/01, Seite 2/23



3. Maschinen und Ausrüstungen

In der Anlage dürfen antragsgemäß 4 WKA

Typ:	ENERCON-66/18.70
Hersteller:	Enercon GmbH
Nennleistung:	1,8 MW
Rotordurchmesser:	70 m
Nabenhöhe:	98 m

mit den im Pkt. II./1. genannten Leistungsparametern und den im Antrag angegebenen max. Schalleistungspegeln sowie unter Erfüllung der unter Pkt. IV. festgelegten Nebenbestimmungen errichtet und betrieben werden.

Für den ersatzweisen Einsatz anderer Maschinen und Ausrüstungen gelten die Bestimmungen des § 15 Abs. 1 BImSchG.

4. Betriebszeiten

Es wird eine **ganzjährig durchgehende** Betriebszeit zugelassen.

5. Abfälle

Die in der Anlage anfallenden Abfälle (z. B. Altöl, gebrauchte Putzlappen) sind entweder in Eigenregie oder mittels Vertrags durch eine Wartungsfirma der ordnungsgemäßen Entsorgung zuzuführen.

III. Antragsunterlagen

Diesem Bescheid liegen folgende paginierte Antragsunterlagen (Blatt 001 bis 093) zugrunde:

	Blattanzahl:
- Antragsformular	11
- Deckblatt	2
- Inhaltsverzeichnis	3
- Gliederung der Anlage in Betriebseinheiten	1
- Verzeichnis der Emissionsquellen	1
- Angaben zu den Abfällen	1
- Energieversorgung der Anlage	2
- Prüfung des Eingriffs in Natur und Landschaft	1
- Projektbeschreibung	1
- Technische Angaben, Rohbaukostenermittlung	2
- Topographische Karte	2
- Lageplan	2
- Hindernisangabe für die Wehrbereichsverwaltung	1
- Schallausbreitung	12
- Baubeschreibung, Gründungsart	6
- Netzanbindung, Trafo-/Übergabestation	3

20.013.02/01, Seite 3/23

- Funktionsweise und Sicherheitstechnik, Arbeitsschutz 3
- Anlage 2
- Typenprüfung 37

IV. Auflagen

1. Allgemeines

- 1.1 Die Gesamtanlage (WKA 1 bis 4) ist gemäß der geprüften und mit Prüfvermerken versehenen Antragsunterlagen zu errichten zu betreiben.
- 1.2 Diese Genehmigung oder eine beglaubigte Abschrift ist gemeinsam mit der seinerseits als Baugenehmigung ausgereichten Genehmigung **04557-00-40** vom **05.07.01** oder deren beglaubigter Abschrift an der Anlage jederzeit bereitzuhalten und den Kontroll- und Überwachungsorganen des Amtes für Immissionsschutz Schwedt/Oder (Afl Schwedt) bzw. deren Beauftragten auf Verlangen vorzulegen.
- 1.3 Regelungsinhalte von Nebenbestimmungen dieses Bescheids ersetzen, ergänzen oder präzisieren im Zweifelsfall gleiche oder ähnliche Regelungsinhalte von Nebenbestimmungen der Genehmigung **04557-00-40** vom **05.07.01**.
- 1.4 Diese Genehmigung erlischt, wenn nach Erhalt des Bescheids mit der Änderung der Anlage nicht innerhalb von **12 Monaten** begonnen und die Anlage nicht innerhalb von **12 weiteren Monaten** in der geänderten Art in Betrieb genommen worden ist (§ 18 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG).

Das Afl Schwedt kann die genannten Fristen auf Antrag aus wichtigem Grund verlängern, wenn hierdurch der Zweck des Gesetzes nicht gefährdet wird (§ 18 Abs. 3 BImSchG).

Ein Antrag kann nicht mehr gestellt werden, wenn die Genehmigung bereits erloschen ist.

- 1.5 Der **Beginn der Änderung** und die **Inbetriebnahme** der auf der Grundlage dieses Bescheids geänderten Anlage sind dem Afl Schwedt jeweils **14 Tage** vorher **schriftlich** anzuzeigen.

Auf die Möglichkeit der Ahndung diesbezüglicher Meldeversäumnisse als eine mit bis zu 100 TDM Bußgeld bewehrte Ordnungswidrigkeit auf der Grundlage des § 62 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG wird vorsorglich hingewiesen.

- 1.6 Unabhängig von sonstigen Kontrollmaßnahmen im Rahmen des § 52 BImSchG (z. B. während der Änderungsphase) ist im Rahmen einer erstmaligen Begehung und Revision nach Inbetriebnahme der geänderten Anlage (**Abnahmeprüfung**), die unter Leitung des Afl Schwedt unter Mitwirkung der am Änderungsgenehmigungsverfahren beteiligten Fachbehörden (Träger öffentlicher Belange - TÖB) erfolgt, nachzuweisen, dass die Anlage entsprechend der genehmigten Unterlagen und der Bestimmungen des Änderungsgenehmigungsbescheids geändert wurde und betrieben wird.

20.013.02/01, Seite 4/23



Der Zeitpunkt der Abnahmeprüfung wird nach erfolgter Anzeige der Inbetriebnahme (siehe Nebenbestimmung 1.5) durch das Afl Schwedt nach Abstimmung mit der Betreiberin festgelegt.

Alle die Anlage betreffenden Unterlagen sind zu dieser Abnahmeprüfung bereitzuhalten.

Hinweis: Die im Änderungsgenehmigungsverfahren beteiligten TÖB haben die Möglichkeit, die Erfüllung der Belange der durch sie vertretenen Rechtsmaterie auch unabhängig von der v. g. Abnahmeprüfung eigenständig zu überprüfen.

- 1.7 Das Afl Schwedt ist über alle Vorkommnisse, die schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft hervorrufen bzw. hervorgerufen haben, **unverzüglich** zu unterrichten.

Davon unabhängig sind **sofort** alle Maßnahmen zu ergreifen, die zur Abstellung der Störung erforderlich sind.

- 1.8 Dem Afl Schwedt ist die Betriebseinstellung der Anlage **einen Monat vorher schriftlich** anzuzeigen.

Aus der Anzeige muss hervorgehen, wie den Anforderungen des § 5 Abs. 3 BImSchG Rechnung getragen werden soll.

2. Baurecht

- 2.1 Die in den Typenprüfberichten Nr. 2408 6001 des Prüfamts TÜV Süddeutschland Bau und Betrieb GmbH - Prüfamt für Baustatik für Fliegende Bauten und für Windenergieanlagen und des Prüffingenieurs, Herrn Dipl.-Ing. Wilfried Herrmann, zur örtlichen Anpassung der WKA 1 und 3 enthaltenen Forderungen sind zu erfüllen.

Die Bauüberwachung und Bauzustandsbesichtigungen sind vom Prüffingenieur durchzuführen.

Mit der Anzeige der abschließenden Fertigstellung ist der Unteren Bauaufsichtsbehörde des Landkreises Barnim (UBAB) eine Erklärung (Schlussbericht) des Prüffingenieurs vorzulegen, mit der die Bauausführung entsprechend den geprüften bautechnischen Nachweisen versichert wird.

- 2.2 Die im Gutachten über die Bauteile Maschine und Rotor enthaltenen Festlegungen sind umzusetzen.

Das Gutachten ist der UBAB vor Baubeginn vorzulegen.

- 2.3 Für die bauliche Errichtung der WKA (Fundamentherstellung, Turm- und Maschinen-/Rotor-Montage) ist ein Bauleiter, der die nötige Sachkenntnis besitzt, zu bestellen.

- 2.4 Die Einhaltung der festgelegten Standorte und Höhenlagen der WKA (Fundamentoberkante = 0,8 m über der angrenzenden Geländeoberkante gemäß Amtlichen Lageplan) ist der UBAB innerhalb von 2 Wochen nach Fertigstellung der Fundamente durch Einmessung nachzuweisen.

Die Einmessung ist durch eine behördliche Vermessungsstelle, die zur Liegenschaftsvermessung befugt ist, oder durch einen öffentlich bestellten Vermessungsingenieur durchführen zu lassen.

3. Arbeitsschutz

- 3.1 Die Steigleiter im Turminnenen ist mit einer Einrichtung zum Schutz gegen Absturz auszurüsten. Hierfür ist eine Vorrichtung für den Einsatz zwangsläufig zur Wirkung kommender Sicherheitseinrichtungen vorzusehen.

Die Steigleiter (mit einer Neigung von mehr als 80° zur Erdoberfläche) ist in Abständen von höchstens 10 m mit Ruheböden auszurüsten.

- 3.2 Wenn der Turmeinstieg nicht ebenerdig realisiert werden kann, ist er mit einer Treppe zu versehen.

4. Immissionsschutz

- 4.1 Die durch diese Genehmigung erfasste Windfarm ist unter Beachtung der dem derzeitigen Stand der Technik entsprechenden Lärminderungsmaßnahmen zu ändern und in der geänderten Form zu betreiben.

- 4.2 Die Beurteilungspegel der von der Windfarm ausgehenden Geräusche i. S. d. Nr. 2.4 TA Lärm dürfen an den nachfolgend aufgeführten maßgeblichen Immissionsorten (IO) nicht zu einer Überschreitung der nach Nr. 6.1 TA Lärm anzuwendenden gebietsbezogenen Immissionsbegrenzungen beitragen:

IO 1 - Wohnnutzung Stolzenhagen am nordöstlichen Ortsausgang in Richtung Klosterfelde (im Außenbereich der Gemeinde Stolzenhagen), gemäß Nr. 6.1 c) TA Lärm	tags:	60 dB(A)
	nachts:	45 dB(A)
IO 2 - Wohnnutzung Klosterfelde am westlichen Ortsausgang an der Straße in Richtung Stolzenhagen, gemäß Nr. 6.1 c) TA Lärm	tags:	60 dB(A)
	nachts:	45 dB(A)
IO 3 - Wochenendhäuser im Südwesten der Gemeinde Klosterfelde im Außenbereich, gemäß Nr. 6.1 d) TA Lärm	tags:	55 dB(A)
	nachts:	40 dB(A).

Mit tags wird die Zeit von 6 bis 22 und mit nachts die von 22 bis 6 Uhr bezeichnet.

20.013.02/01, Seite 6/23

Einzelne Geräuschspitzen dürfen die jeweiligen gebietsbezogenen Immissionsrichtwerte tags um nicht mehr als 30 dB(A) und nachts um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

- 4.3 Die Einhaltung der in der Nebenbestimmung 4.2 festgelegten Immissionsbegrenzungen ist durch Messungen an den maßgeblichen IO, die sich gemäß Nr. 2.2 TA Lärm im Einwirkungsbereich der Windfarm befinden, nachweisen zu lassen.

Diese Messungen sind nach dem Erreichen eines stabilen Anlagenbetriebs, spätestens jedoch **12 Monate** nach der Inbetriebnahme aller 4 WKA, von einer im Land Brandenburg bekanntgegebenen Messstelle vornehmen zu lassen.

Die Bestimmung der Beurteilungspegel ist gemäß Pkt. A.1.4 i. V. m. A.3 des Anhangs zur TA Lärm durchzuführen.

An den festgesetzten IO sind die Immissionsanteile nach Nr. 2.4 TA Lärm auszuweisen.

Der Messbericht hat die Anforderungen des Pkt. A.3.5 des Anhangs zur TA Lärm zu erfüllen.

Dem Afl Schwedt ist vor der durchzuführenden Messung eine Messplanung zur Prüfung und Bestätigung vorzulegen. Die Festlegung des vor der Messung mitzuteilenden Messtermins kann erst auf der Grundlage des vom Afl Schwedt bestätigten Messplans erfolgen.

Ergibt eine Messung, dass durch die Zusatzbelastung an den maßgeblichen IO eine Grenzwertüberschreitung erfolgt, ist dem Afl Schwedt eine Bewertung der Ergebnisse und ein Maßnahmenplan zur Geräuschminderung zu übergeben.

- 4.4 Die nachfolgend aufgeführten Informationen sind in geeigneter Weise für jede WKA zu dokumentieren und dem Afl Schwedt auf Verlangen zu übergeben:

- Technische Probleme beim Betrieb (Art, Ursachen, Auswirkungen, eingeleitete Maßnahmen) und deren Dauer sowie
- die jährlich erzeugte Energiemenge in MWh.

5. Gewässerschutz

- 5.1 Die vom Vorhaben tangierten Gräben sind Gewässer II.Ordnung, zu deren Böschungen ein Mindestabstand von **5 m** (empfohlen werden 10 m) einzuhalten ist.

- 5.2 Entstandene Schäden am Gewässer (z. B. während der Bauzeit) sind **unverzüglich** zu beseitigen.

6. Naturschutz

6.1 Zum Ausgleich des durch das Vorhaben gemäß § 10 Abs. 2 BbgNatSchG verursachten Eingriffs in Natur und Landschaft sind gemäß §§ 12 ff BbgNatSchG die nachfolgend näher definierten Maßnahmen zu realisieren und im Rahmen der finanziellen Absicherung dieser Ausgleichsmaßnahmen diesbezügliche Bankbürgschaften bei der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Barnim (UNB) zu hinterlegen.

6.2 WKA 1:

- Spätestens mit der Bauanzeige ist eine Bankbürgschaft in Höhe von 53,5 TDM bei der UNB zu hinterlegen.

- Ausgleichsmaßnahmen:

* Die Zufahrten zur WKA und der Kranstellplatz sind mit wasserdurchlässigen Befestigungen zu versehen.

* Auf der Fläche zwischen dem Zufahrtsweg und dem sich westlich davon befindlichen Graben ist entlang des Grabens unter Beibehaltung eines ca. 5 m breiten gehölzfreien Unterhaltungsstreifens eine ca. 500 m lange und 5 m breite Feldhecke mit Verbisschutz (Zaun) anzupflanzen.
Im Übrigen sind die Projektvorhaben aus "Strukturelle Aufwertung der Landschaft Klosterfelde (West)" vom 30.07.00 analog anzuwenden.

Innerhalb der ersten 3 Jahre auftretende Verluste an Pflanzmaterial sind zu ersetzen.

Die Vorbereitung der Pflanzung, die Pflanzung und der Verbisschutz sind innerhalb von 2 Jahren nach Baubeginn vollständig fertigzustellen.

Die Bewässerung ist 10 x pro Jahr bzw. bei Bedarf und die Beikrautbekämpfung jährlich über einen Zeitraum von mind. 3 Jahren durchzuführen.

Der vollständige Rückbau des Verbisschutzes ist spätestens im 15. Standjahr vorzunehmen. Er darf frühestens erfolgen, wenn die Pflanzung gesichert ist (wegen der zu erwartenden Scherenausvorkommen kann zusätzlicher Verbisschutz notwendig werden).

* Entlang der nichtöffentlichen Straße nach Marienwalde sind mind. 70 Obstgehölze (Hochstamm, 2 x verpflanzen mit Drahtballen, Stammumfang 8 - 10 cm) zu pflanzen. Die Gehölze sind zu pfählen und mit Verbisschutz zu versehen. Die Pflanzabstände sollen 8 - 12 m betragen.

Der konkrete Standort der Obstbaumpflanzungen ist nach Verfügbarkeit der in Anspruch zu nehmenden Flächen zu wählen.

Die Verfügbarkeit ist der UNB in geeigneter Weise (Verträge mit den Grundstückseigentümern oder Eintragung ins Grundbuch) nachzuweisen.

20.013.02/01, Seite 8/23



Kommen innerhalb eines Jahres nach Baubeginn die v. g. Verträge nicht zu-
stande, ist je nicht erbrachter Obstbaumpflanzung ein Betrag in Höhe von 250
DM als Ausgleichsabgabe an den Naturschutzfonds Brandenburg abzuführen.

6.3 WKA 2:

- Spätestens mit der Bauanzeige ist eine Bankbürgschaft in Höhe von 51 TDM bei
der UNB zu hinterlegen.
- Ausgleichsmaßnahmen:
 - * Die Zufahrten zur WKA und der Kranstellplatz sind mit wasserdurchlässigen
Befestigungen zu versehen.
 - * Das Projekt "Hecke 1" aus "Strukturelle Aufwertung der Landschaft Klosterfel-
de (West)" ist auf einer Länge von 200 m zu realisieren. Die übrigen Projekt-
vorhaben sind einzuhalten.

Innerhalb der ersten 3 Jahre auftretende Verluste an Pflanzmaterial sind zu er-
setzen.

Die Vorbereitung der Pflanzung, die Pflanzung und der Verbisschutz sind in-
nerhalb von 2 Jahren nach Baubeginn vollständig fertigzustellen.

Die Bewässerung ist 10 x pro Jahr bzw. bei Bedarf und die Beikrautbekämp-
fung jährlich über einen Zeitraum von mind. 3 Jahren durchzuführen.

Der vollständige Rückbau des Verbisschutzes (Zaun) ist spätestens im 15.
Standjahr vorzunehmen, er darf frühestens erfolgen, wenn die Pflanzung ge-
sichert ist (wegen der zu erwartenden Scherorausvorkommen kann zusätzli-
cher Verbisschutz notwendig werden).

- * Im Zuge der Realisierung des Projekts "Ziesigwinkel" aus "Strukturelle Aufwer-
tung der Landschaft Klosterfelde (West)" sind dem Gewässer ca. 3.000 m³
Schlamm zu entnehmen.

Vor Realisierungsbeginn sind konkrete Abstimmungen mit der UNB vorzuneh-
men.

- * Im Zuge der Realisierung des Projekts "Schafschwämme" aus "Strukturelle
Aufwertung der Landschaft Klosterfelde (West)" sind ca. 500 m³ Schlamm zu
entnehmen.

Vor Realisierungsbeginn sind konkrete Abstimmungen mit der UNB vorzuneh-
men.

- * Vor Beginn der Maßnahmen ist der Unteren Bodenschutzbehörde des Land-
kreises Barnim (UBSB) eine Schlammanalyse vorzulegen. Die Analyse muss
folgende Angaben enthalten:

- Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW),

20.013.02/01, Seite 9/23

- Schwermetalle Zink, Kupfer, Blei, Cadmium, Chrom (ges.),
- Trockensubstanzgehalt,
- pH-Wert,
- Gehalt organische Substanz,
- Gesamtstickstoff, Anteil Ammoniumstickstoff und
- Gesamtphosphat.

Die angeführten Parameter sind in repräsentativen Proben, je 500 m³ aus dem Teichschlamm (Feststoff), zu untersuchen.

Der Schlammaushub ist nach Festlegung der UBSB in Abhängigkeit von der Qualität einer Deponie zuzuführen oder anderweitig zu verwenden. Die Festlegung wird nach Auswertung der Schlammanalyse getroffen.

Vor Beginn soll der UBSB die Möglichkeit gegeben werden, im Rahmen einer Begehung oder Beratung den Schlammaushub in Augenschein zu nehmen.

6.4 WKA 3:

- Spätestens mit der Bauanzeige ist eine Bankbürgschaft in Höhe von 46 TDM bei der UNB zu hinterlegen.
- Ausgleichsmaßnahmen:
 - * Die Zufahrten zur WKA und der Kranstellplatz sind mit wasserdurchlässigen Befestigungen zu versehen.

- * Im Zuge der Realisierung des Projekts "Pappel-Loch" aus "Strukturelle Aufwertung der Landschaft Klosterfelde (West)" sind dem Gewässer ca. 1.500 m³ Schlamm zu entnehmen.

Vor Realisierungsbeginn sind konkrete Abstimmungen mit der UNB vorzunehmen.

- * Im Zuge der Realisierung des Projekts "Steche-Luch" aus "Strukturelle Aufwertung der Landschaft Klosterfelde (West)" sind ca. 200 m² Flachabschiebung und 3 Reihen Bepflanzung vorzunehmen.

Weiterhin sind am Abflussgraben auf einer Länge von ca. 300 m Kopfweiden zu pflanzen.

Vor Beginn sind konkrete Abstimmungen mit der UNB vorzunehmen.

- * Vor Beginn der Maßnahmen ist dem UBSB eine Schlammanalyse vorzulegen. Die Analyse muss folgende Angaben enthalten:
 - Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW),
 - Schwermetalle Zink, Kupfer, Blei, Cadmium, Chrom (ges.),
 - Trockensubstanzgehalt,
 - pH-Wert,
 - Gehalt organische Substanz,

- Gesamtstickstoff, Anteil Ammoniumstickstoff und
- Gesamtphosphat.

Die angeführten Parameter sind in repräsentativen Proben, je 500 m³ aus dem Teichschlamm (Feststoff), zu untersuchen.

Der Schlammaushub ist nach Festlegung der Unteren Bodenschutzbehörde in Abhängigkeit von der Qualität einer Deponie zuzuführen oder anderweitig zu verwenden. Die Festlegung wird nach Auswertung der Schlammanalyse getroffen.

Vor Beginn soll der UBSB die Möglichkeit gegeben werden, im Rahmen einer Begehung oder Beratung den Schlammaushub in Augenschein zu nehmen.

- 6.5 Die Festsetzung einer Sicherheitsleistung von 49 TDM und die zu realisierenden Ausgleichsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Errichtung und dem Betrieb der WKA 4 sind in der Genehmigung 04557-00-40 vom 05.07.01 geregelt.

Bei gleichzeitigem Baubeginn aller 4 WKA ist damit eine Bankbürgschaft von 199,5 TDM bei der UNB zu hinterlegen.

7. Luftfahrt

- 7.1 Die Rotorblätter der WKA sind weiß und im äußeren Bereich durch 3 Farbfelder von je 6 m Länge zu kennzeichnen (außen beginnend: 6 m orange - 6 m weiß - 6 m orange), wobei die Farbtöne nach DIN 6171, Blatt 1 "Aufsichtsfarben für Verkehrszeichen" zu verwenden sind (RAL 2009 und 9016).

Die Verwendung entsprechender Tagesleuchtfarben ist zulässig. Die äußeren Felder müssen orange sein.

Alternativ können als Tageskennzeichnung je 2 weißblitzende Feuer mittlerer Lichtstärke (20.000 cd ± 25 v. H., Mittelleistungsfeuer Typ A gemäß ICAO, Anhang 14, Band 1, Punkt 6.3.3) eingesetzt werden.

Sie sind am Tage außerhalb der Betriebszeiten der Nachtkennzeichnung zu betreiben.

- 7.2 Die Nachtkennzeichnung hat aus je 2 versetzten Gefahrenfeuern zu bestehen. Sie ist nachts (30 min nach Sonnenuntergang bis 30 min vor Sonnenaufgang) in Betrieb zu halten. Für die Ein- und Ausschaltvorgänge sind Dämmerungsschalter, die bei einer Umfeldhelligkeit von 50 Lux schalten, zulässig.

Die Rotorblattspitze darf die Feuer um max. 50 m überragen.

Die Feuer der Tages- und/oder Nachtkennzeichnung sind jeweils versetzt auf dem Maschinenhausdach (ggf. auf Aufständern) zu installieren und jeweils gleichzeitig (synchron blinkend) zu betreiben (die Feuer einer WKA dürfen während der Blinkphase nicht durch einen Flügel des Rotors verdeckt werden).



- 7.3 Bei Ausfall eines Feuers muss eine automatische Umschaltung auf ein Ersatzfeuer erfolgen.
- 7.4 Bei Ausfall der Spannungsquelle muss sich die Befeuerung automatisch auf ein Ersatzstromnetz umschalten.
- 7.5 Während der Bauzeit ist eine Behelfsfeuerung erforderlich. Diese soll an der jeweils höchsten Spitze der Baustelle solange nachts in Betrieb gehalten werden, bis die endgültige Nachtkennzeichnung eingeschaltet werden kann. Sie ist ebenfalls mit Notstrom zu versorgen.
- 7.6 Ausfälle der Nachtkennzeichnung, die nicht sofort behoben werden können, sind der NOTAM-Zentrale in Frankfurt/Main unter der Rufnummer (0 69) 78 66 29 bekanntzugeben. Sobald der Ausfall behoben ist, ist die gleiche Stelle **unverzüglich** wieder in Kenntnis zu setzen.
- 7.7 Der Baubeginn ist dem Landesamt für Bauen, Verkehr und Straßenwesen, Dezernat 24 - Luftfahrt (LBVS), mit Übermittlung der endgültigen Daten auf dem beigefügtem Formular (siehe Anlage 3), mind. **4 Wochen** vorher anzuzeigen.
- 7.8 Um das Bauwerk als Luftfahrthindernis rechtzeitig veröffentlichen zu können, ist der Baubeginn dem LBVS mind. **4 Wochen** vorher mittels "Datenblatt zum Luftfahrthindernis" (siehe Anlage 3) mitzuteilen.
- 7.9 Dem LBVS ist eine Person (mit Anschrift und Tel.-Nr.) zu benennen, die für die Meldung bzw. Instandsetzung eines Ausfalls der Nachtkennzeichnung verantwortlich ist.

V. Gründe

1. Zur Sachentscheidung

1.1 Formelle Sachentscheidungsvoraussetzungen

Sie stellten am 16.11.00 bei der UBAB 4 Baugenehmigungsanträge zur Errichtung und zum Betrieb von jeweils einer WKA in 16348 Klosterfelde.

Mit Datum vom 05.07.01 wurde Ihnen für die WKA 4 die Baugenehmigung 04557-00-40 erteilt.

Am 27.07.01 wurde das Gesetz zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie, der IVU-Richtlinie und weiterer EG-Richtlinien zum Umweltschutz ("Artikelgesetz") beschlossen. Das Gesetz wurde am 02.08.01 verkündet und trat am 03.08.01 in Kraft.

Mit dem "Artikelgesetz" wurden eine Vielzahl von Änderungen in der Umweltschutzgesetzgebung wirksam. Dies trifft auch für WKA zu.

Da nach Immissionsschutzrecht alle 4 beantragten WKA als gemeinsame Anlage zu betrachten sind, war die o. g. bereits erteilte Baugenehmigung für die WKA 4 nunmehr als 1. Teilgenehmigung i. S. d. § 8 BImSchG in einem Genehmigungsverfahren nach § 4 BImSchG i. V. m. Nr. 1.6 Spalte 2 des Anhangs zur 4. BImSchV (mit dem "Artikelgesetz" wirksam gewordener Genehmigungsvorbehalt) zu betrachten.

Die in dem hier in Rede stehenden Verfahren genehmigten WKA 1 bis 3 waren damit in einer 2. Teilgenehmigung nach § 8 BlmSchG, die gleichzeitig die abschließende Vollgenehmigung darstellt, zu genehmigen.

Damit wurde das Afl Schwedt zur örtlich und sachlich zuständige Behörde.

Der Antrag und die eingereichten Unterlagen wurden gemäß § 19 BlmSchG i. V. m. § 24 der 9. BlmSchV im vereinfachten Verfahren auf der Grundlage des § 10 Abs. 5 BlmSchG i. V. m. § 11 der 9. BlmSchV von den fachlich zuständigen Behörden, deren Aufgabenbereich durch das Vorhaben berührt wird, geprüft.

Diese Prüfung erfolgte durch:

- das Afl Schwedt,
- das Amt für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik Eberswalde (AAS),
- den Landkreis Barnim, vertreten durch die UBAB als koordinierende Behörde,
- das Landesumweltamt Brandenburg, Referat A6 Frankfurt (Oder),
- die Regionale Planungsgemeinschaft Uckermark-Barnim Eberswalde,
- das Landesamt für Bauen, Verkehr und Straßenwesen, Dezernat Luftfahrt Dahlwitz-Hoppegarten und
- das Amt Wandlitz.

1.2 Materielle Sachentscheidungsvoraussetzungen

Gemäß § 6 Abs. 1 BlmSchG ist eine Genehmigung dann zu erteilen, wenn sicher gestellt ist, dass sich die aus § 5 BlmSchG und der auf Grund des § 7 BlmSchG erlassenen Rechtsverordnungen ergebenden Pflichten erfüllt werden und andere öffentlich-rechtliche Vorschriften und Belange des Arbeitsschutzes der Errichtung und dem Betrieb der Anlage nicht entgegen stehen.

Der Anlagenstandort befindet sich außerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile der Gemeinde Klosterfelde.

Damit war die planungsrechtliche Zulässigkeit des Anlagenstandorts auf der Grundlage des § 35 BauGB zu prüfen.

Gemäß § 35 Abs. 1 Ziffer 6 BauGB sind WKA für den Außenbereich privilegiert.

Die WKA 1 und 2 befindet sich in dem im Sachlichen Teilplan "Windnutzung, Rohstoff-sicherung und -gewinnung", Plankapitel "Windnutzung", ausgewiesenem Eignungsgebiet Klosterfelde.

Mit Schreiben vom 25.01.01 (WKA 2) und 28.02.01 (WKA 1) stimmte auch die Regionale Planungsgemeinschaft Uckermark - Barnim dem Vorhaben zu und dokumentierte damit, dass das landesplanerische Ziel der Sicherung des verstärkten Ausbaus der Windenergienutzung durch eine geordnete konzentrierte Errichtung von raumbedeutsamen Windenergieanlagen (Windfarmen) in dafür geeigneten Standortbereichen der Region gebührend beachtet wurde.

Mit Schreiben vom 20.12.00 stimmte die Regionale Planungsgemeinschaft Uckermark - Barnim auch dem Vorhaben der WKA 3 zu, obwohl sich diese außerhalb des im o. g. Sachlichen Teilplan ausgewiesenen Eignungsgebiets Windnutzung Klosterfelde

20.013.02/01, Seite 13/23

befindet. Der Anlagenstandort unterschreitet gemäß topographischer Karte den regionalplanerisch festgesetzten Mindestabstand von 800 m zwischen Gebäuden mit ständigem Wohnsitz und Eignungsgebieten Windnutzung geringfügig (ca. 40 m). Diese Unterschreitung wird von der Regionalen Planungsgemeinschaft aufgrund der zur Hauptwindrichtung abgewandten Lage der WKA 3 zu den hier maßgeblichen einzelnen Wohngebäuden an der Gemeindestraße von Stolzenhagen nach Klosterfelde als unwesentlich eingeschätzt.

Da auch die Erschließung gesichert ist, öffentliche Belange dem Vorhaben nicht entgegenstehen und das gemeindliche Einvernehmen gemäß § 36 Abs. 1 Satz 2 BauGB mit Schreiben des Amtes Wandlitz vom 13.12.00, 29.12.00 und 20.08.01 hergestellt wurde, war die planungsrechtliche Zulässigkeit als gegeben einzuschätzen.

Die nach § 6 Abs. 8 BbgBO i. V. m. Nr. 6.8.3 VVBbgBO reduzierten Abstandsflächen der WKA 2 und 3 liegen auf dem eigenen Grundstück.

Die Reduzierung der Abstandsfläche auf das Maß Rotorhalbmesser plus 3 m wird dabei als Abweichung gemäß § 72 BbgBO gestattet.

Die Bestimmung, wonach die Genehmigung unter den in Punkt IV./1.4 genannten Voraussetzungen erlischt, ist erforderlich, da es nicht i. S. d. Gesetzgebers ist, dass eine Bevorratung an Genehmigungen bei gleichzeitigem Fortschreiten des Standes der Technik zugelassen wird.

Die Nebenbestimmungen IV./4.2 und 4.3 zu Lärmgrenzwerten sind nach § 12 Abs. 1 BImSchG erforderlich und stellen sicher, dass die durch diese Genehmigung erfasste Anlage unter Beachtung der dem derzeitigen Stand der Technik entsprechenden fortschrittlichen Lärminderungsmaßnahmen gemäß §§ 6 Abs. 1, 5 Abs. 1, 3 Abs. 6 BImSchG i. V. mit Nrn. 3 ff. TA Lärm errichtet und betrieben wird.

Die Festsetzung der Immissionsgrenzwerte wurde entsprechend Nr. 6.1 TA Lärm vorgenommen.

2. Zur UVP-Entscheidung

Gemäß § 3c Abs. 1 Satz 2 UVPG i. V. m. Nr. 1.6.3 Spalte 2 Anlage 1 zum UVPG handelt es sich bei dem beantragten Vorhaben um ein solches von geringer Größe oder Leistung, welches im Zusammenhang mit diesem Änderungsgenehmigungsverfahren einer standortbezogenen Vorprüfung mit dem Ziel zu unterziehen war, festzustellen, ob durch das Vorhaben erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen zu besorgen sein würden.

Nach Prüfung der in Anlage 2 Nr. 2 zum UVPG aufgeführten Schutzkriterien war festzustellen, dass bei antragsgemäßer Errichtung, bestimmungsgemäßem Betrieb und möglichen denkbaren Betriebsstörungen keine erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen zu besorgen sind.

Damit war von einer UVP abzusehen.

20.013.02/01, Seite 14/23



Die Prüfungsunterlagen und die begründete Entscheidung sind in Gestalt eines Formblattes Bestandteil der Verfahrensakte und können dort eingesehen werden.

Gemäß § 3a UVPG wird die Entscheidung im amtlichen Anzeiger bekanntgegeben.

3. Zur Kostenerhebung

Die Kosten des Änderungsgenehmigungsverfahrens waren gemäß §§ 11 Abs. 1 und 13 GebG Bbg Ihnen aufzuerlegen.

Die Kosten für die Bekanntgabe der Entscheidung zur UVP-Pflichtigkeit gemäß § 3a UVPG im amtlichen Anzeiger sind von Ihnen gesondert zu begleichen (Formblatt Kostenübernahmeerklärung wurde Ihnen bereits zugesandt).

4. Zur Kostenhöhe

4.1 Verwaltungsgebühr

Die Festsetzung der im Tenor genannten Gebühr von 35.500 DM ergibt sich aus § 14 Abs. 1 GebG Bbg i. V. m. Tarifstelle 2.1.1 c) GebO MUNR bzw. Tarifstelle 1.1.1 i. V. m. 1.10.1 BauGebO Bbg.

Die in Tarifstelle 2.1.1 GebO MUNR enthaltene Forderung, dass mindestens die höchste Gebühr, die für eine nach § 13 BImSchG eingeschlossene behördliche Entscheidung zu entrichten gewesen wäre, wenn selbständig erteilt worden wäre, festzusetzen ist, wurde geprüft.

Als höhere Gebühr musste somit der gemäß Tarifstelle 2.1.1 c) GebO MUNR ermittelte Betrag festgesetzt werden (die detaillierte Berechnung der Gebühr entnehmen Sie bitte dem als Anlage beigefügten Kostenblatt).

4.2 Auslagen

Es werden keine zusätzlichen Kosten in Form von Auslagen geltend gemacht.

VI. Hinweise

Folgende Hinweise sind bei der Realisierung besonders zu beachten:

1. Allgemeines

1.1 Die Antragsunterlagen sind Bestandteil dieser Genehmigung (siehe auch Nebenbestimmung IV./1.1).

1.2 Diese Genehmigung ergeht unbeschadet der Rechte Dritter.

- 1.3 Gemäß § 13 BImSchG schließt diese Genehmigung andere, die Anlage betreffende behördliche Entscheidungen, insbesondere öffentlich-rechtliche Genehmigungen, Zulassungen, Verleihungen, Erlaubnisse und Bewilligungen, mit Ausnahme von Planfeststellungen, Zulassungen bergrechtlicher Betriebspläne, Zustimmungen, behördliche Entscheidungen auf Grund atomrechtlicher Vorschriften und wasserrechtlichen Erlaubnissen und Bewilligungen nach den §§ 7 und 8 WHG, ein.
- 1.4 Insbesondere wird mit dieser Genehmigung die Baugenehmigung gemäß § 66 BbgBO erteilt.
- 1.5 Es besteht kein Rechtsanspruch auf weitere Entscheidungen nach anderen rechtlichen Vorschriften.
- 1.6 Gemäß Tarifstelle 2.2.12 a) der GebO MUNR ist für die Abnahmeprüfung der wesentlich geänderten Anlage eine Gebühr zu entrichten.
- 1.7 Vorgesehene Abweichungen von den genehmigten Antragsunterlagen sind beim Afl Schwedt vor der Ausführung zu beantragen.
- 1.8 Jede Änderung der Lage, Beschaffenheit oder des Betriebs einer genehmigungsbedürftigen Anlage ist gemäß § 15 Abs. 1 BImSchG, insofern eine Genehmigung nicht beantragt wird, dem Afl Schwedt mindestens **einen Monat**, bevor mit der Änderung begonnen werden soll, in **2-facher** Ausfertigung **schriftlich** mit Angabe der **Realisierungskosten** anzuzeigen. Das Afl Schwedt prüft, ob die beabsichtigte Änderung wesentlich ist und einer Genehmigung nach § 16 BImSchG bedarf.
- 1.9 Für jede wesentliche Änderung der Lage, Beschaffenheit oder des Betriebs der Anlage ist eine Genehmigung nach § 16 Abs. 1 BImSchG erforderlich, wenn durch die Änderung nachteilige Auswirkungen hervorgerufen werden können und diese für die Prüfung nach § 6 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG erheblich sein können.
- Eine wesentliche Änderung der Anlage ohne Genehmigung kann gemäß § 20 Abs. 2 BImSchG zur Stilllegung und ggf. zur Beseitigung der Änderung führen.
- 1.10 Wird die Anlage während eines Zeitraumes von mehr als **3 Jahren** nicht betrieben, so erlischt die Genehmigung (§ 18 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG).
- Das Afl Schwedt kann die genannte Frist auf Antrag aus wichtigem Grund verlängern, wenn hierdurch der Zweck des Gesetzes nicht gefährdet wird (nach § 18 Abs. 3 BImSchG).
- Ein Antrag kann nicht mehr gestellt werden, wenn die Genehmigung bereits erloschen ist.**
- 1.11 Hinweise, auch wenn sie in ihrer Formulierung Auflagen ähneln, können nicht als fiktive Nebenbestimmungen angesehen werden, da sie hier ausschließlich aus vorsorglichen Gründen genannt sind und keine Rechtsverbindlichkeit begründen können.
- Es steht im Ermessen des Antragstellers, eigenverantwortlich Hinweisen nachzukommen.

20.013.02/01, Seite 16/23



2. Baurecht

- 2.1 Die in den Typenprüfberichten Nr. 2408 6001 des Prüfamts TÜV Süddeutschland Bau und Betrieb GmbH - Prüfamts für Baustatik für Fliegende Bauten und für Windenergieanlagen und des Prüfindgenieurs, Herrn Dipl.-Ing. Wilfried Herrmann, zur örtlichen Anpassung der WKA 1 und 3 enthaltenen Hinweise sollten beachtet werden.
- 2.2 Sollte die dargestellte Baustraße über die Bauzeit hinaus als befestigte Privatstraße verbleiben, so ist für diese eine Baugenehmigung erforderlich, die bei der UBAB zu beantragen ist.
- 2.3 Die im Gutachten über die Bauteile Maschine und Rotor enthaltenen Hinweise sollten beachtet werden.

3. Arbeitsschutz

- 3.1 Der Baubeginn ist dem AAS schriftlich anzuzeigen.
- 3.2 Gemäß BauStellV ist dem AAS jede Baustelle mind. 2 Wochen vor Errichtung anzukündigen, wenn
- die Bauarbeiten voraussichtlich länger als 30 Tage dauern und mehr als 20 Beschäftigte gleichzeitig tätig werden oder
 - der Umfang der Arbeiten 500 Personentage überschreitet.

Auf Baustellen, auf denen gleichzeitig mehrere Bauunternehmen tätig werden, ist unabhängig von der Vorankündigung, ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator durch den Bauherrn zu bestellen.

Durch den Koordinator ist vor der Errichtung der Baustelle ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan zu erstellen, wenn die Baustelle der Vorankündigung unterliegt oder besonders gefährliche Arbeiten durchgeführt werden sollen (§§ 2 und 3 BauStellV).

4. Abfallrecht

- 4.1 Fällt in der Anlage besonders überwachungsbedürftiger Abfall (büAbf) i. S. d. § 41 Abs. 1 und 3 KrW-/AbfG an bzw. gelangen Sie in den Besitz solchen Abfalls, sind Sie gemäß § 3 Abs. 1 SAbfEV verpflichtet, diesen im Falle der beabsichtigten Beseitigung der Sonderabfallgesellschaft Brandenburg/Berlin GmbH (SBB), Berliner Straße 27 a in 14467 Potsdam bzw. PF 60 13 52 in 14413 Potsdam anzudienen (ausgenommen Kleinmengen bis 2.000 kg/a).

Werden diese Abfälle durch ein Entsorgungsunternehmen mit gültigem Sammelentsorgungsnachweis eingesammelt und entsorgt, sind Sie gemäß § 3 Abs. 3 SAbfEV verpflichtet, die Übergabe dieser Abfälle an den Einsammler bei der SBB mittels Formular S anzuzeigen.

Im Übrigen wird auf die NachwV hingewiesen.

- 4.2 Abfallerzeuger, bei denen jährlich mehr als insgesamt 2 t büAbf oder jährlich mehr als 2.000 t überwachungsbedürftige Abfälle (üAbf) je Abfallschlüssel anfallen, haben gemäß § 20 KrW-/AbfG jährlich zum 1. April, jeweils für das vorhergehende Jahr, eine **Abfallbilanz** und gemäß § 19 KrW-/AbfG ein **Abfallwirtschaftskonzept** (erstmalig seit dem 31.12.99), für die nächsten 5 Jahre zu erstellen und alle 5 Jahre fortzuschreiben.

Diese Unterlagen sind der Behörde auf Verlangen vorzulegen.

5. Gewässerschutz

Eventuell erforderliche Grundwasserabsenkungen sind vorher bei der Unteren Wasserbehörde des Landkreises Barnim (UWB) anzuzeigen.

6. Luftfahrt

Die Kosten für die Tages- und Nachtkennzeichnung des Luftfahrthindernisses sind durch den Vorhabensträger zu tragen.

7. Gesetzliche Grundlagen

Diese Entscheidung beruht auf der Grundlage der nachstehenden Gesetze, Rechtsverordnungen, Verwaltungsvorschriften, Erlasse, technischen Regelwerken u. ä., die auch bei der Durchführung der Änderung der genehmigten Anlage in der jeweils geltenden Fassung zu beachten sind:

- "Artikelgesetz" Gesetz zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie, der IVU-Richtlinie und weiterer EG-Richtlinien zum Umweltschutz (im folgenden Artikelgesetz genannt) vom 27. Juli 2001 (BGBl. I S. 1950 ff.),
- BImSchG Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz) i. d. F. der Bekanntmachung vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S. 880 ff.), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 13. Juli 2001 (BGBl. I S. 1550) i. V. m. den auf Grund des BImSchG erlassenen Verordnungen, ergänzt durch das Artikelgesetz vom 27. Juli 2001 (BGBl. I S. 1950 ff.),
- UVPG Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (Neufassung) vom 5. September 2001 (BGBl. I S. 2350),
- BGB Bürgerliches Gesetzbuch vom 18. August 1896 (RGBl. S. 195),
- IWG Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandgesetz vom 22. April 1993 (BGBl. I S. 466),

20.013.02/01, Seite 18/23



- ImSchG Landesimmissionsschutzgesetz in der Neufassung vom 22. Juli 1999 (GVBl. I S. 386),
- UmwelthHG Umwelthaftungsgesetz vom 10. Dezember 1990 (BGBl. I S. 2634),
- GebG Bbg Gebührengesetzes für das Land Brandenburg vom 18. Oktober 1991 (GVBl. S. 452),
- GebO MUNR Gebührenordnung des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung vom 19. Februar 1999 (GVBl. II S. 131 ff.),
- ImSchZV Immissionsschutzzuständigkeitsverordnung vom 29. Mai 1997 (GVBl. II S. 686), zuletzt geändert durch 5. VO zur Änderung der ImSchZV in Artikel 1 vom 15. September 1999 (GVBl. II S. 509),
- 4. BImSchV Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen) vom 24. Juli 1985 (BGBl. I S. 1586, ber. 1991 I S. 2044), i. d. F. der Bekanntmachung vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 504), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 13. Juli 2001 (BGBl. I S. 1550), ergänzt durch das Artikelgesetz vom 27. Juli 2001 (BGBl. I S. 1950 ff.),
- 9. BImSchV Neunte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über das Genehmigungsverfahren) vom 18. Februar 1977 (BGBl. I S. 274), i. d. F. der Bekanntmachung vom 29. Mai 1992 (BGBl. I S. 1001), geändert durch Gesetz zur Beschleunigung und Vereinfachung immissionsschutzrechtlicher Genehmigungsverfahren vom 9. Oktober 1996 (BGBl. I S. 1498, 1500), zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 26. April 2000 (BGBl. I S. 603), ergänzt durch das Artikelgesetz vom 27. Juli 2001 (BGBl. I S. 1950 ff.),
- KrW-/AbfG Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz) vom 27. September 1994 (BGBl. I S. 2705), zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 3. Mai 2000 (BGBl. I S. 632, ergänzt durch das Artikelgesetz vom 27. Juli 2001 (BGBl. I S. 1950 ff.),
- TA Luft Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) vom 27. Februar 1986 (GMBI. S. 95),
- TA Lärm Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI. S. 503),



- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (Geräuschimmissionen) vom 19. August 1970 (Bundesanzeiger Nr. 160 vom 1. September 1970),
- BbgAbfG Brandenburgisches Abfallgesetz vom 6. Juni 1997 (GVBl. I S. 40), zuletzt geändert durch Artikel 2 vom 20. Mai 1999 (GVBl. I S. 170) sowie berichtigt am 7. Juni 1999 (GVBl. I S. 191),
- EAKV Verordnung zur Einführung des Europäischen Abfallkatalogs (EAK-Verordnung) vom 13. September 1996 (BGBl. I S. 1428),
- NachwV Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise vom 10. September 1996 (BGBl. I S. 1382), zuletzt berichtigt am 20. November 1997 (BGBl. I S. 2860),
- SAbfEV Verordnung über die Organisation der Sonderabfallentsorgung im Land Brandenburg (Sonderabfallentsorgungsverordnung) vom 3. Mai 1995 (GVBl. II S. 404), zuletzt geändert durch Verordnung vom 10. August 2000 (GVBl. II S. 322),
- VBG Unfallverhütungsvorschriften der gewerblichen Berufsgenossenschaften
 - VBG 1 Allgemeine Vorschriften,
 - VBG 4 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel,
 - VBG 109 Erste Hilfe,
 - VBG 121 Lärm,
 - VBG 125 Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz,
- VDE Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE-Vorschriften),
- VDI Richtlinien des Vereins deutscher Ingenieure (VDI-Richtlinien),
- DIN Vorschriften basierend auf der Deutschen Industrienorm (DIN-Vorschriften),
- ArbStättV Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung) vom 20. März 1975 (BGBl. I S. 729), zuletzt geändert durch Verordnung vom 4. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1841) i. V. m. der entsprechenden Arbeitsstättenrichtlinie (ASR),
- BauGB Baugesetzbuch in der Bekanntmachung der Neufassung vom 27. August 1997 (BGBl. II S. 2141), geändert durch Artikel 7 Abs. 4 vom 19. Juni 2001 (BGBl. I S. 1149), ergänzt durch das Artikelgesetz vom 27. Juli 2001 (BGBl. I S. 1950 ff.),
- BbgBO Brandenburgische Bauordnung in der Bekanntmachung der Neufassung vom 25. März 1998 (GVBl. I S. 82),



- BaustellV Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Bau-
stellen (Baustellenverordnung) vom 10. Juni 1998 (BGBl. I S.
466),
- BauNVO Baunutzungsverordnung i. d. F. vom 23. Januar 1990 (BGBl. I
S. 132), geändert durch den Einigungsvertrag vom 31. August
1990 (BGBl. I S. 889, 1122), zuletzt geändert durch Art. 3 des
IWG vom 22. April 1993 (BGBl. I S. 466),
- BauVorIV Verordnung über Bauvorlagen im bauaufsichtlichen Verfahren
(Bauvorlagenverordnung) vom 19. Dezember 1997 (GVBl. II S.
18), zuletzt geändert durch VO zur Änderung der BauVorIV vom
1. Februar 2001 (GVBl. II S. 38),
- BauPrüfV Verordnung über die Anerkennung von Prüfingenieuren und
über bautechnische Prüfungen (Bautechnische Prüfungsver-
ordnung) vom 19. Dezember 1997 (GVBl. 1998 II S. 25), zuletzt
geändert durch Verordnung zur Änderung der BauPrüfV vom 1.
März 2000 (GVBl. II S. 74),
- BauGebO Bbg Verordnung über die Gebühren und Auslagen für Amtshandlun-
gen der Bauaufsicht vom 24. Februar 1998 (Baugebührenord-
nung - BauGebO Bbg, GVBl Bbg II S. 237), geändert durch 1.
Änderungsverordnung - 1. BauGebOÄV vom 13. November
1998 (GVBl. II S. 623), zuletzt geändert durch 3. BauGebOÄV
vom 1. Februar 2001 (GVBl. II S. 38),
- BNatSchG Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnatur-
schutzgesetz - BNatSchG) vom 21. September 1998 (GVBl. I.
S. 2994), ergänzt durch das Artikelgesetz vom 27. Juli 2001
(BGBl I S. 1950 ff.),
- BbgNatSchG Gesetz über den Naturschutz und die Landschaftspflege in
Brandenburg (Brandenburgisches Naturschutzgesetz) vom 25.
Juni 1992 (GVBl. I S. 26), zuletzt geändert durch das Dritte
Funktionalreformgesetz vom 17. Dezember 1996 (GVBl. I S.
364).

8. Zuständigkeiten

Immissionsschutz/Abfall

Genehmigungsbehörde und
Überwachungsbehörde:

Amt für Immissionsschutz Schwedt
Postfach 100335
16286 Schwedt/Oder
bzw.
Dammweg 11
16303 Schwedt/Oder

20.013.02/01, Seite 21/23



Arbeitsschutz

Überwachungsbehörde:

Amt für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik
Eberswalder Straße 106
16227 Eberswalde

Bau

Überwachungsbehörde:

Landkreis Barnim
Bauordnungsamt
Heegermühlerstraße 75
16225 Eberswalde

Naturschutz

Überwachungsbehörde:

Untere Naturschutzbehörde
Landkreis Barnim
Umweltamt
SG Naturschutz
Heegermühlerstraße 75
16225 Eberswalde

Altlasten/Abfall

Überwachungsbehörde:

Untere Abfallwirtschaftsbehörde:
Landkreis Barnim
Umweltamt
SG Abfallwirtschaft
Heegermühlerstraße 75
16225 Eberswalde

Luftfahrt

Überwachungsbehörde:

Landesamt für Bauen, Verkehr und Straßenwesen
Dezernat 24 - Luftfahrt
Lindenallee 51
15366 Dahwitz-Hoppegarten

Regionale Planungsstelle

Überwachungsbehörde:

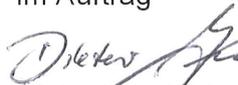
Regionale Planungsgemeinschaft Uckermark -
Barnim
Regionale Planungsstelle
Coppistraße 1e
16227 Eberswalde

VII. Rechtsbehelfsbelehrung

Gegen diesen Genehmigungsbescheid können Sie innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe Widerspruch erheben.

Der Widerspruch ist schriftlich beim Amt für Immissionsschutz Schwedt, PF 100335, 16286 Schwedt/Oder einzulegen oder zur Niederschrift beim Amt für Immissionsschutz Schwedt, Dammweg 11, 16303 Schwedt/Oder zu erklären.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag


Dieter Kuschicke



Anlagen:

- 1 - Kostenblatt
- 2 - Antragsunterlagen (Blatt 1 - 93)
- 3 - Datenblatt zum Luftfahrthindernis

Verteiler:

- | | | |
|-----------------|---|---------------------|
| 1. Ausfertigung | - | Genehmigungsbehörde |
| 2. Ausfertigung | - | Antragstellerin |

Nachrichtlich:

Amt für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik
Eberswalder Straße 106
16227 Eberswalde

Landkreis Barnim - Bauordnungsamt
Heegermühler Straße 75
16225 Eberswalde

Amt Wandlitz - Bauamt
Prenzlauer Chaussee 157
16348 Wandlitz

Landesamt für Bauen, Verkehr und Straßenwesen
Dezernat 24 - Luftfahrt
Lindenallee 51
15366 Dahwitz-Hoppegarten

Regionale Planungsgemeinschaft Uckermark - Barnim
Regionale Planungsstelle
Coppistraße 1e
16227 Eberswalde

20.013.02/01, Seite 23/23

Da die höhere Gebühr festzusetzen ist, ergab sich die im Tenor genannte Gesamtgebühr von:

35.500 DM (in Worten: **Fünfunddreizigtausendfünfhundert Deutsche Mark**)

Nachrichtlich: 18.150,86 EURO

Die Gebühr ist an die Landeshauptkasse Potsdam (Zahlungsempfänger)

Konto-Nr.	160 015 00
BLZ	160 000 00

bei der Landeszentralbank, Filiale Potsdam zu überweisen.

cod. Zahlungsgrund: 10200 111 20 00 **0487**
spätester Zahlungstermin: 4 Wochen nach Bekanntgabe.

Bitte beachten Sie, dass Rechnungssteller und Zahlungsempfänger nicht identisch sind.

20.013.02/01, Anlage 1, Seite 2/2

Anlage 1:

K O S T E N B L A T T

zur Genehmigung 20.013.02/01/0106.2
(2. Ausfertigung - gilt als Rechnung)

Die zu entrichtende Gebühr ermittelt sich gemäß nachfolgend aufgeführter Tarifstelle:

2.1 Genehmigungsbedürftige Anlagen

2.1.1 Entscheidung über die

- Genehmigung nach §§ 4, 6 des Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG),
- Teilgenehmigung nach § 8 BImSchG oder
- Genehmigung einer wesentlichen Änderung nach § 16 BImSchG einer im Anhang der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV) genannten Anlage mit Errichtungskosten (E)

a) bis zu	100.000 DM	200 +	0,008	· (E)
b) bis zu	1.000.000 DM	1.000 +	0,005	· (E - 100.000)
c) bis zu	100.000.000 DM	5.500 +	0,003	· (E - 1.000.000)
d) über	100.000.000 DM	302.500 +	0,0025	· (E - 100.000.000)

mindestens die höchste Gebühr, die für eine nach § 13 BImSchG eingeschlossene behördliche Entscheidung zu entrichten gewesen wäre, wenn selbständig erteilt worden wäre.

Auf der Grundlage der von Ihnen angegebenen Errichtungskosten von 11.000.000 DM wurde eine Gebühr von 35.500 DM ermittelt.

WKA 1

Auf der Grundlage der Tarifstelle 1.1.1 durch das BOA ermittelten Rohbausumme von 515.000 DM wurde eine Gebühr von 6.180 DM ermittelt.

WKA 2

Auf der Grundlage der Tarifstelle 1.1.1 durch das BOA ermittelten Rohbausumme von 515.000 DM wurde eine Gebühr von 6.180 DM ermittelt.

Auf der Grundlage der nach Tarifstelle 1.10.1 (Zulassung von Ausnahmen oder Abweichungen von einer Vorschrift des öffentlichen Baurechts) wurde für eine Abweichung eine Gebühr von 200 DM ermittelt.

Daraus ergibt sich die Gesamtgebühr von 6.380 DM für die WKA 2.

WKA 3

Auf der Grundlage der Tarifstelle 1.1.1 durch das BOA ermittelten Rohbausumme von 515.000 DM wurde eine Gebühr von 6.180 DM ermittelt.

Auf der Grundlage der nach Tarifstelle 1.10.1 (Zulassung von Ausnahmen oder Abweichungen von einer Vorschrift des öffentlichen Baurechts) wurde für eine Abweichung eine Gebühr von 200 DM ermittelt.

Daraus ergibt sich die Gesamtgebühr von 6.380 DM für die WKA 3.

Daraus ergibt sich eine Gesamtgebühr vom BOA von 18.940 DM.

20.013.02/01, Anlage 1, Seite 1/2



Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG • Postfach 1120 • 16321 Bernau

Landesamt für Umwelt
Referat T 13 - Genehmigungsverfahrensstelle Ost
z.Hd. Herrn Enrico Grabbert
Postfach 60 10 61
14410 Potsdam

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen
WP-KF-Re

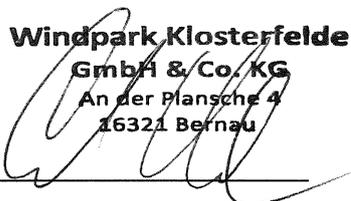
Datum
15.06.2022

Kostenübernahmeerklärung bezüglich der Bekanntmachung des Ergebnisses über die UVP-Vorprüfung

Sehr geehrte Damen und Herren,

hiermit erklärt sich die Antragstellerin **Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG** damit einverstanden, die Kosten der Bekanntmachung des Ergebnisses der UVP-Vorprüfung im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach §16b des BImSchG zu tragen.

**Windpark Klosterfelde
GmbH & Co. KG**
An der Plansche 4
16321 Bernau


Vach, Frank (Unterschrift)
(Firmenstempel)

Windpark
Klosterfelde
GmbH & Co. KG

Sitz:
An der Plansche 4
16321 Bernau

E-mail
info@
umweltplan.com

Amtsgericht
Frankfurt/ Oder
HRA 1644 FF

persönlich
haftende
Komplementärin

umweltplan
projekt GmbH

16321 Bernau

An der Plansche 4

Telefon
03338-7033-0

FAX
03338-7033-29

E-mail
office@
umweltplan.com

Amtsgericht
Frankfurt (Oder)

HRB 8832 FF

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. (FH)
Frank Vach

Repowering Klosterfelde - Kostenaufstellung nach DIN 276 für das Repowering von vier Windenergieanlagen am Standort Klosterfelde, Landkreis Barnim

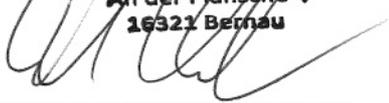
Bauvorhaben: Repowering von vier WEA des Typs ENERCON E-66 hin zu einer WEA des Typs ENERCON E-138

Bauherr: Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG
An der Plansche 4
16321 Bernau bei Berlin

Nr.	Kostengruppe	Gesamtkosten netto	Gesamtbetrag inkl. 19 % Mwst.
1	Kostengruppe 300		
	Fundament und Gründung, Hybridstahlurm, Gondel, Rotorblätter		
2	Kostengruppe 400		
	Maschinenhaus, Transformator, elektrische Komponenten		
3	Kostengruppe 500		
	Zuwegung und Kranstellfläche		
	Netzanschluss		
4	Kostengruppe 730		
	Architekten- und Ingenieursleistungen		
	Gebühren-, Ersatzmaßnahmen		
5	Eigenleistungen		
	Gesamtkosten		

Bernau, 01.10.2024

**Windpark Klosterfelde
GmbH & Co. KG
An der Plansche 4
16321 Bernau**



Ort, Datum / Unterschrift Bauherr

Rohbaukosten (brutto):

Die Rohbaukosten beinhalten die Kosten für das Flachgründungsfundament, den Hybridstahlurm, das Maschinenhaus und die Rotorblattanlage:

Flachgründungsfundament:

Hybridstahlurm:

Gondel, Maschinenverkleidung, Nabe, Rotor:

Gesamt:



Herstellkosten (brutto):

Die Herstellkosten umfassen die Rohbaukosten zuzüglich der Kosten für die maschinenbaulichen und elektrotechnischen Komponenten:

a) Rohbaukosten:

b) Maschinenbauliche und elektrotechnische Komponenten:

Gesamt:



In den Herstell- und Rohbaukosten ist die gesetzliche Mehrwertsteuer von 19% enthalten.

Die Herstellkosten entsprechen nicht dem Kaufpreis der Anlage, der weitere Kosten, z.B. schwankende Materialpreise, Forschungs- und Entwicklungskosten u.v.m. abdecken muss, die jedoch für die Ermittlung der Genehmigungsgebühren nicht relevant sind.

Der Transformator ist bei den ENERCON Anlagen im E-Modul des Turmfußes integriert. Es tritt keine separate Trafostation optisch in Erscheinung.

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG

Antrag auf Abstandsflächenreduzierung nach § 67 Abs. 2 BbgBO

Gemäß § 6 der BbgBO soll die Abstandsfläche für das Repoweringvorhaben am Standort Gemarkung Klosterfelde, Flur 8, Flurstück 8 aufgrund des Standortes im Außenbereich verringert werden. Zwar sind die Schutzziele des nachbarschützenden Abstandsflächenrechts, wie die Gewährleistung der ausreichenden Belichtung und Belüftung der Grundstücke sowie der Bestandsschutz, auch in der hier vorherrschenden landwirtschaftlichen Fläche des Außenbereiches zu beachten, jedoch sind sie im Vergleich zum bebauten Innenbereich nicht so stark gewichtet. Folglich kann von keiner starken Beeinflussung der Schutzzwecke des Abstandsflächenrechts ausgegangen werden.

Weiterhin erhalten Windkraftanlagen nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB den Zuspruch des öffentlichen Interesses an der Nutzung der Windenergie. Nach § 67 Abs. 2 BbgBO kann also eine Abweichung von § 6 Abs. 4 BbgBO zugelassen werden.

Auf dieser Grundlage wird beantragt, die Abstandfläche nach § 6 der BbgBO anhand des reduzierten Abstandsflächenkreises festzulegen. Dabei dient als Bezugspunkt für die Bestimmung der Abstandfläche der Mittelpunkt des Turmfundaments auf der Höhe der Oberkante des Geländes.

Die Inhaber der Nachbargrundstücke, welche von der Abstandfläche betroffen sind, können der untenstehenden Tabelle entnommen werden.

Grundstück	Inhaber
Gemarkung Klosterfelde, Flur 8, Flurstück 5	
Gemarkung Klosterfelde, Flur 8, Flurstück 11	

Der reduzierte Abstandflächenkreis kann dem amtlichen Lageplan im Anhang entnommen werden.

**Windpark Klosterfelde
GmbH & Co. KG**
An der Plansche 4
16321 Bernau


Vach, Frank (Unterschrift)
(Firmenstempel)

Windpark
Klosterfelde
GmbH & Co. KG
•
Sitz:
An der Plansche 4
16321 Bernau
•
E-mail
info@
umweltplan.com
•
Amtsgericht
Frankfurt/ Oder
•
HRA 1644 FF

persönlich
haftende
Komplementärin

umweltplan
projekt GmbH
•
16321 Bernau
•
An der Plansche 4
•
Telefon
03338-7033-0
•
FAX
03338-7033-29
•
E-mail
office@
umweltplan.com

•
Amtsgericht
Frankfurt (Oder)
•
HRB 8832 FF
•
Geschäftsführer
Dipl.-Ing. (FH)
Frank Vach

2.1 Topographische Karte 1:25 000

Anlagen:

- Klosterfelde_topo_1_25000.pdf

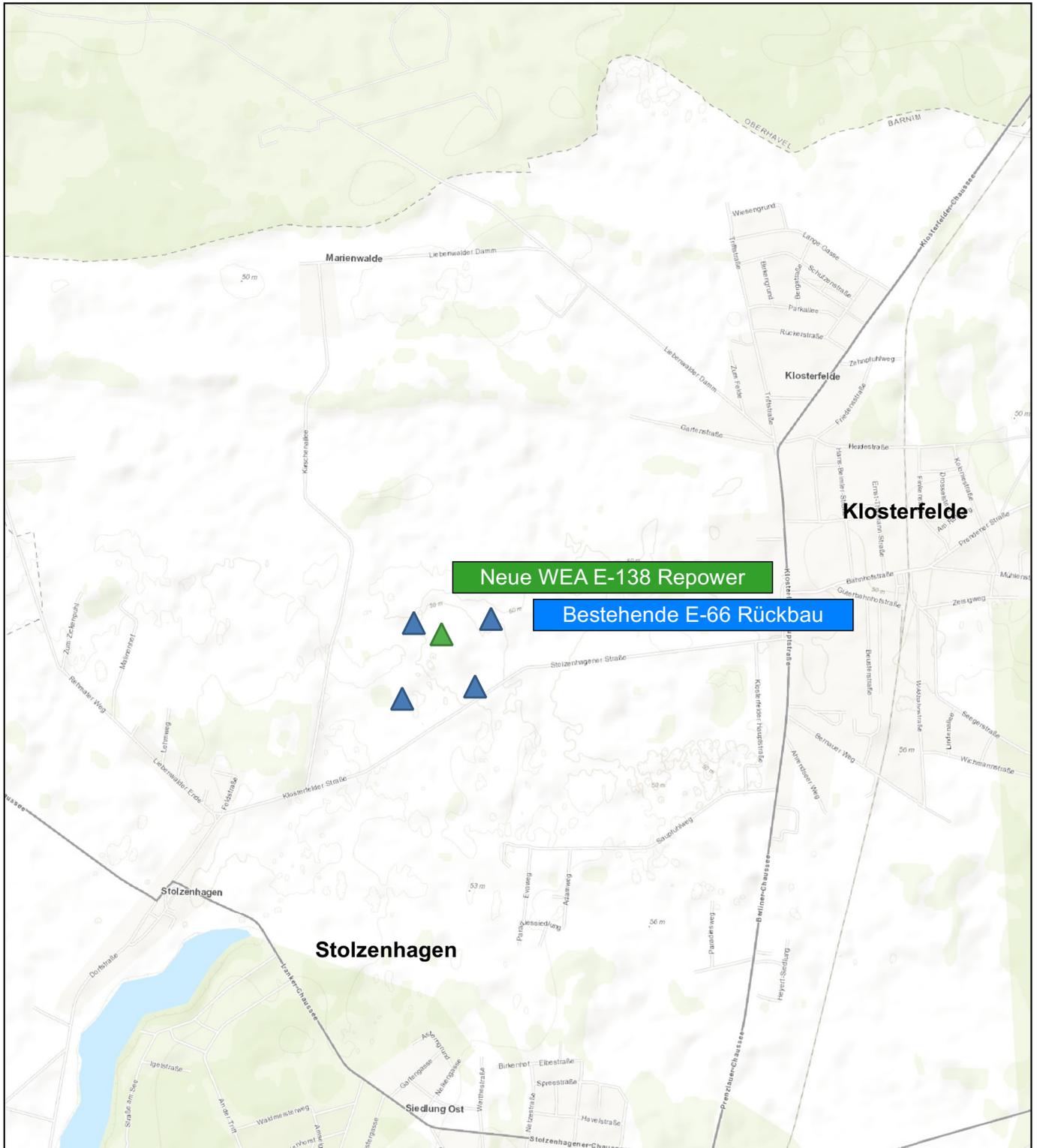
Übersichtskarte Klosterfelde
Repower



0 500 1.000 m



1:25.000



Planverfasser:
up umweltplan GmbH
An der Plansche 4
16321 Bernau

Tel.: 03338/7033-0
Fax: 03338/7033.29

Bauherr & Betreiber:
WP Klosterfelde GmbH & Co. KG
An der Plansche 4
16321 Bernau

Tel.: 03338/7033-0
Fax: 03338/7033-29

Koordinaten E-138 Repower

ETRS89

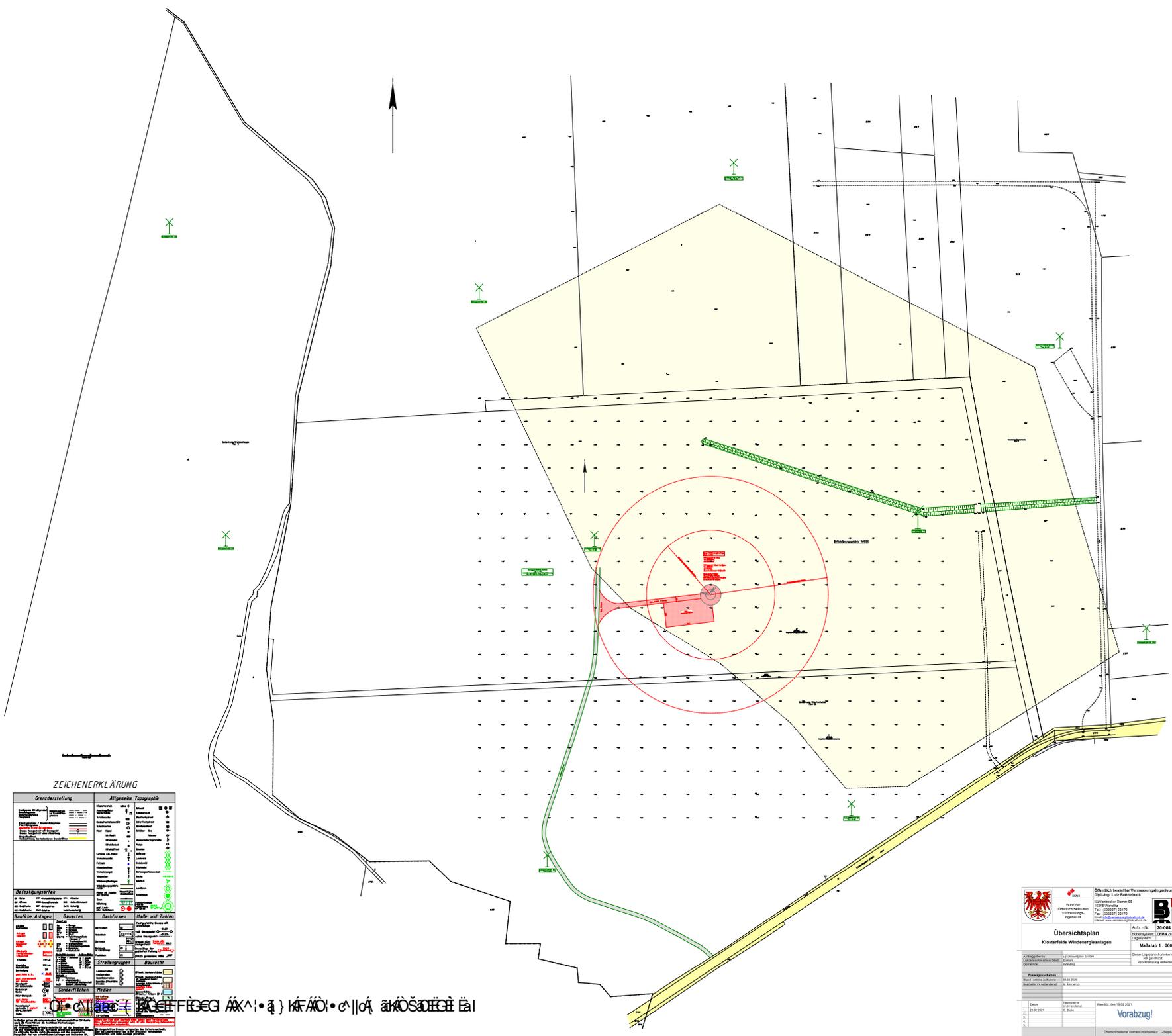
Ostwert 33395951
Nordwert 5849914

Datum: 14.04.2022

2.3 Liegenschaftskarte

Anlagen:

- Übersichtsplan_20-064_VA_16-03-2021.pdf



ZEICHNERKLÄRUNG

Grenzdarstellung	Allgemeine Topographie
Grenze	Höhenlinie
Grundstücksgrenze	Höhenpunkt
Straßengrenze	Höhenpunkt mit Höhe
Wassergrenze	Höhenpunkt mit Höhe und Höhenlinie
Eisenbahngrenze	Höhenpunkt mit Höhe, Höhenlinie und Windrichtung
Versorgungsleitungsrand	Höhenpunkt mit Höhe, Höhenlinie, Windrichtung und Höhe

Zufluchtarten	Bauwerke	Dachformen	Maße und Zeichen
Gebäude	Dachstuhl	Dachneigung	Maßstab
Gebäude mit Höhe	Dachstuhl mit Höhe	Dachneigung mit Höhe	Maßstab mit Höhe

Sonderflächen
Sonderfläche
Sonderfläche mit Höhe



Österreichischer Bundesvermessungsdienst
Dietrich-Lutz-Börschick
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionalentwicklung und Energieeffizienz
Mühlbacher Damm 55
12100 Wien 22
Vermessungs- und Kartographie
Telefon: +43 (0)1 22 11 2
Fax: +43 (0)1 22 11 2
E-Mail: info@bv.donauwuerttemberg.at
Internet: www.bv.donauwuerttemberg.at



Übersichtsplan
Klosterleite Windenergieanlagen

Autr.: 10
10/04

Dokumentation: DNRN 2016
Lageplan
Maßstab: 1:500

Zustimmung:	10.03.2016
Genehmigung:	10.03.2016
Revisur:	10.03.2016
Abgeschlossen:	10.03.2016

Projektname:	Klosterleite Windenergieanlagen
Standort:	Klosterleite
Bestandteil:	Übersichtsplan
Maßstab:	1:500
Autr.:	10
Dokumentation:	DNRN 2016

Datum:	10.03.2016
Zeichner:	C. Dorn
Geprüft:	C. Dorn
Freigegeben:	C. Dorn

Vorabzug!

Österreichischer Bundesvermessungsdienst – Bogen

2.6 Sonstiges

Anlagen:

- Lageplan Repowering Klosterfelde.pdf

3.1 Beschreibung der zum Betrieb erforderlichen technischen Einrichtungen und Nebeneinrichtungen sowie der vorgesehenen Verfahren

Anlagen:

- 3.1_D0745897-6_E-138 EP3_E2_4200_kW_Technical_Description_de.pdf
- 3.1_PLM-EWES-SP036-S1 E-138 EP3 E2 4200 kW-Rev005de-de.pdf
- 3.1_D0966361-2_#_de_#_TB_Fundamente_E-138_EP3_E2-HST-131-FB-C-01.pdf
- 3.1_D0908418-1_#_de_#_Technische_Beschreibung_Turm_E-138_EP3_E2-HST-131-FB-C-01.pdf

Technische Beschreibung

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2

Herausgeber ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0745897-6		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2020-02-27	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Übersicht ENERCON Windenergieanlage	5
2	Das ENERCON Windenergieanlagen-Konzept	6
3	Komponenten der ENERCON Windenergieanlage	7
	3.1 Rotorblätter	8
	3.2 Gondel	8
	3.2.1 Ringgenerator	9
	3.3 Turm	9
4	Netzeinspeisesystem	10
5	Sicherheitssystem	13
	5.1 Sicherheitseinrichtungen	13
	5.2 Sensorsystem	13
6	Steuerung	16
	6.1 Windnachführung	16
	6.2 Rotorblattverstellung	16
	6.3 Anlagenstart	17
	6.3.1 Startvorbereitung	17
	6.3.2 Windmessung und Ausrichten der Gondel	17
	6.3.3 Erregung des Generators	18
	6.3.4 Leistungseinspeisung	18
	6.4 Betriebsarten	19
	6.4.1 Volllastbetrieb	19
	6.4.2 Teillastbetrieb	19
	6.4.3 Trudelbetrieb	20
	6.5 Sicheres Anhalten der Windenergieanlage	21
7	Fernüberwachung	22
8	Wartung	23
9	Technische Daten ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2	24

Abkürzungsverzeichnis

FACTS	Flexible Alternating Current Transmission System (Flexibles Wechselstrom-Übertragungssystem)
FT	FACTS Transmission (elektrische Konfiguration mit FACTS-Eigenschaften)
FTQ	FACTS Transmission mit Q+ Option (elektrische Konfiguration mit erweitertem Blindleistungsstellbereich)
FTQS	FACTS Transmission mit Q+ Option und STATCOM-Option (elektrische Konfiguration mit erweitertem Blindleistungsstellbereich und STATCOM-Option)
FTS	FACTS Transmission mit STATCOM-Option (elektrische Konfiguration mit STATCOM-Option)
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
NH	Nabenhöhe
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (überwachende Steuerung und Datenerfassung)
STATCOM	Static compensator (statischer Kompensator)

1 Übersicht ENERCON Windenergieanlage

Die ENERCON Windenergieanlage ist eine direktgetriebene Windenergieanlage mit Dreiblattrotor, aktiver Rotorblattverstellung, drehzahlvariabler Betriebsweise und einer Nennleistung von 4200 kW. Sie hat einen Rotordurchmesser von 138,25 m und ist mit Nabenhöhen von 81 m bis 160 m lieferbar.



Abb. 1: Gesamtansicht ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2

2 Das ENERCON Windenergieanlagen-Konzept

Getriebelos

Das Antriebssystem der Windenergieanlage besteht nur aus wenigen drehenden Bauteilen. Die Rotornabe und der Rotor des Ringgenerators sind ohne Getriebe als feste Einheit direkt miteinander verbunden. Dadurch verringert sich die mechanische Belastung und die technische Lebensdauer wird erhöht. Der Wartungs- und Serviceaufwand wird verringert (u. a. weniger Verschleißteile, kein Getriebeölwechsel) und die Betriebskosten sinken. Da das Getriebe und andere schnelldrehende Teile entfallen, werden die Energieverluste zwischen Rotor und Generator und die Geräuschemissionen drastisch verringert.

Aktive Rotorblattverstellung

Die aktive Rotornblattverstellung besteht aus einer Hauptverteilung Rotor und 3 Blattverstellungsschränken mit jeweils einem angeschlossenen Asynchronblattverstellmotor. Die Rotorblattverstellung begrenzt die Drehzahl des Rotors und die dem Wind entnommene Leistung. Somit wird die maximale Leistung der Windenergieanlage auch kurzfristig exakt auf Nennleistung begrenzt. Durch Verstellen der Rotorblätter in Fahnenstellung wird der Rotor angehalten, ohne dass der Antriebsstrang durch den Einsatz einer mechanischen Bremse belastet wird. Die Energieversorgung für eine Notverstellung der Rotorblätter befindet sich in den Blattverstellungsschränken.

Indirekte Netzkopplung

Die vom Ringgenerator erzeugte Leistung wird über das Netzeinspeisesystem in das Verteil- oder Transportnetz eingespeist. Das Netzeinspeisesystem, bestehend aus modularen Gleich- und Wechselrichtersystemen mit jeweils gemeinsamem Gleichspannungszwischenkreis, gewährleistet maximalen Energieertrag bei hoher Netzverträglichkeit. Die elektrischen Eigenschaften des Ringgenerators sind damit für das Verhalten der Windenergieanlage am Verteil- oder Transportnetz unerheblich. Je nach Windgeschwindigkeit können Drehzahl, Erregung, Ausgangsspannung und Ausgangsfrequenz des Ringgenerators variieren. Somit kann die im Wind enthaltene Energie auch im Teillastbereich immer optimal genutzt werden.

3 Komponenten der ENERCON Windenergieanlage

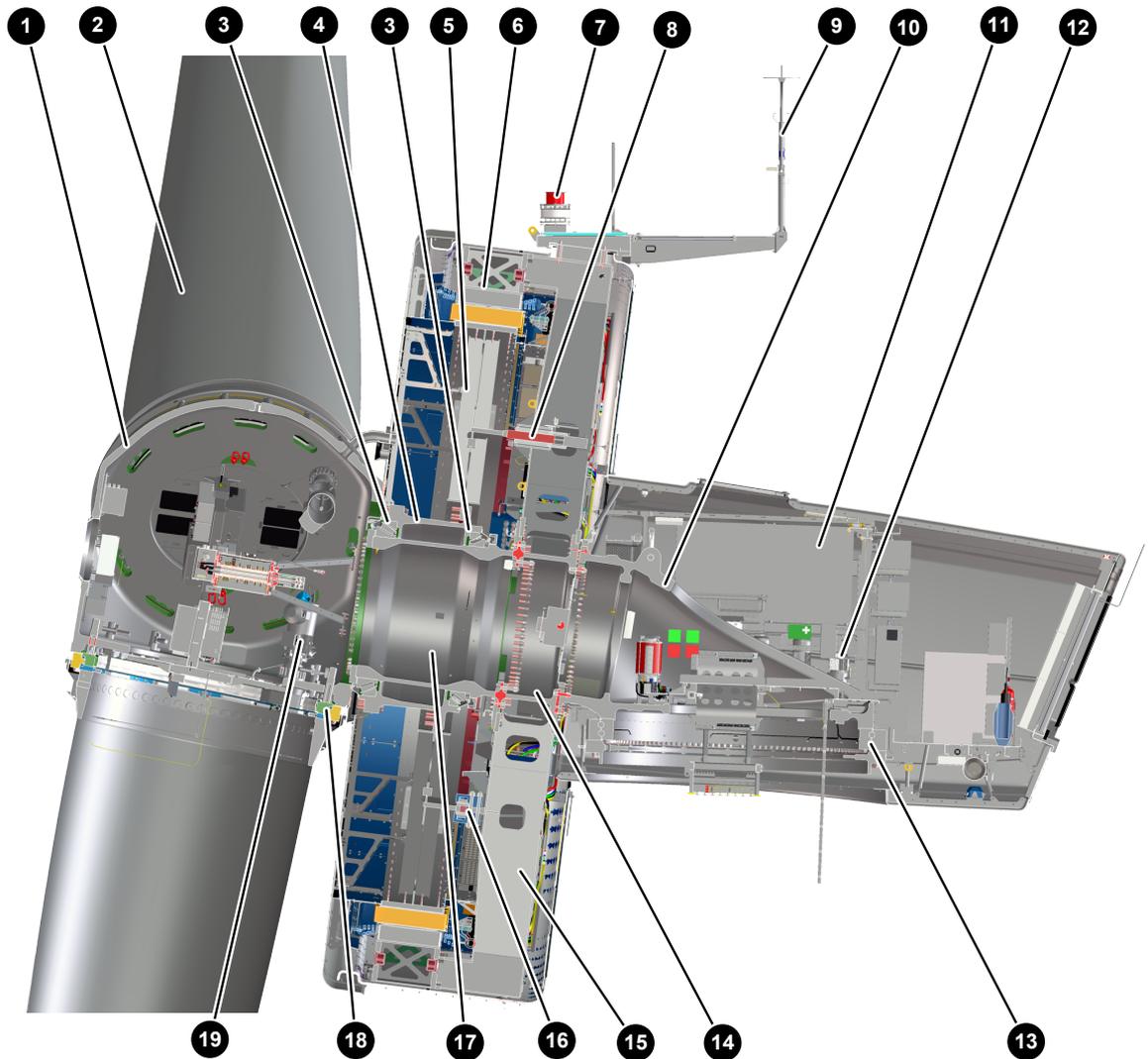


Abb. 2: Gondelschnitt

1	Rotornabe	2	Rotorblatt
3	Rotorlager	4	Rotorträger
5	Generator-Rotor	6	Generator-Stator
7	Befuerung (optional)	8	Rotorarretierung
9	Windmessgerät mit Blitzfangstangen	10	Maschinenträger
11	Gondelsteuerschrank	12	Azimutantrieb
13	Azimutlager	14	Statortragstern
15	Tragarm	16	Rotorhaltebremse
17	Achszapfen	18	Blattflanschlager
19	Blattverstellantrieb		

3.1 Rotorblätter

Die Rotorblätter aus GFK, Balsaholz und Schaumstoff haben wesentlichen Einfluss auf den Ertrag der Windenergieanlage sowie auf ihre Geräuschemission. Das Rotorblatt wird in Halbschalen- und Vakuuminfusionsbauweise gefertigt. Form und Profil der Rotorblätter wurden gemäß den folgenden Vorgaben entwickelt:

- hoher Leistungsbeiwert
- lange Lebensdauer
- geringe Geräuschemissionen
- niedrige mechanische Lasten
- effizienter Materialeinsatz

Die Rotorblätter der Windenergieanlage sind speziell für den Betrieb mit variabler Rotorblattverstellung und variabler Drehzahl ausgelegt. Die Oberflächenbeschichtung auf Polyurethanbasis schützt die Rotorblätter vor Umwelteinflüssen wie z. B. UV-Strahlung und Erosion. Die Beschichtung ist sehr abriebfest und zähhart.

Die 3 Rotorblätter werden jeweils durch voneinander unabhängige mikroprozessorgesteuerte Rotorblattverstellereinheiten verstellt. Der eingestellte Blattwinkel wird über je 2 Blattwinkelmessungen ständig überprüft und die 3 Blattwinkel miteinander synchronisiert. Dies ermöglicht eine schnelle und präzise Einstellung der Blattwinkel entsprechend den vorherrschenden Windverhältnissen.

Optional oder teilweise auch serienmäßig sind die Rotorblätter mit einem Zackenprofil in einem Teilbereich der Blatthinterkante ausgestattet. Dieser Hinterkantenkamm (Trailing Edge Serration) verkleinert die Turbulenzen an der Blatthinterkante und mindert damit die Schallemission der Windenergieanlage.

Der Innenbereich der Rotorblätter ist auf der Saugseite mit Vortexgeneratoren versehen. Die Vortexgeneratoren verzögern den Abriss der Grenzschichtströmung von der Rotorblattoberfläche. Die aerodynamischen Eigenschaften der Windenergieanlage reagieren damit unempfindlicher auf vorübergehende Oberflächenveränderungen und Windbedingungen. Die Leistung der Windenergieanlage steigt und die Schallemission sinkt.

3.2 Gondel

Die Rotornabe dreht sich auf 2 Rotorlagern um den feststehenden Achszapfen. An der Rotornabe sind u. a. die Rotorblätter und der Generator-Rotor befestigt. Der Schleifringübertrager befindet sich an der Spitze des Achszapfens. Er überträgt über Schleifkontakte elektrische Energie und Daten zwischen dem feststehenden und dem rotierenden Teil der Gondel.

Das tragende Element des feststehenden Generator-Stators ist der Statorträger mit 6 Tragarmen. Der Statorträger ist über den Statortragstern fest mit dem Maschinenträger verbunden. An den Enden der Tragarme ist der Statorring mit den Aluminiumwicklungen angebracht, in denen der elektrische Strom induziert wird.

Der Maschinenträger ist das zentrale tragende Element der Gondel. An ihm sind direkt oder indirekt alle Teile des Rotors und des Generators befestigt. Der Maschinenträger ist über das Azimutlager drehbar auf dem Turmkopf gelagert. Mit den Azimutantrieben kann die gesamte Gondel gedreht werden, damit der Rotor stets optimal zum Wind ausgerichtet ist.

Die Gondelverkleidung besteht aus GFK. Sie ist aus mehreren Teilstücken gefertigt und mittels Stahlprofilen am Generator-Stator und an der Gondelbühne befestigt.

3.2.1 Ringgenerator

In der Windenergieanlage kommt ein hochpoliger, fremderregter Synchrongenerator (Ringgenerator) zum Einsatz. Zur optimalen Ausnutzung des Windenergiepotentials bei allen Windgeschwindigkeiten arbeitet die Windenergieanlage mit variabler Drehzahl. Dadurch produziert der Ringgenerator Wechselstrom mit schwankender Spannung, Frequenz und Amplitude.

Die Wicklungen im Stator des Ringgenerators bilden 8 voneinander unabhängige Dreiphasen-Wechselstromsysteme. Durch Parallelschaltung werden die Systeme auf 2 resultierende Systeme reduziert, im Turmfuß in 2 Umrichtergruppen gleichgerichtet und anschließend wieder in Drehstrom mit netzkonformer Spannung, Frequenz und Phasenlage umgerichtet.

Demzufolge ist der Ringgenerator nicht direkt mit dem aufnehmenden Stromnetz des Energieversorgungsunternehmens verbunden, sondern durch den Vollumrichter vom Netz entkoppelt.

3.3 Turm

Der Turm der Windenergieanlage ist ein Hybridturm aus Betonfertigteilen mit Stahlsektion oder ein Stahlturm.

Alle Türme werden bereits im Werk mit dem fertigen Anstrich bzw. Witterungs- und Korrosionsschutz versehen, so dass nach der Montage, außer der Ausbesserung von Fehlstellen und eventuellen Transportschäden, keine weiteren diesbezüglichen Arbeiten anfallen. Standardmäßig wird der Außenanstrich im unteren Bereich farblich abgestuft (die Farbabstufung kann optional weggelassen werden).

Der Stahlturm ist eine Röhre aus Stahlblech bestehend aus wenigen großen Sektionen. Je nach Turmvariante können Sektionen einteilig oder in mehrere Längselemente unterteilt sein. Die Längselemente werden zunächst am Aufstellort zu Sektionen verbunden. An den Enden der Sektionen sind Flansche mit Bohrungen für die Montage angeschweißt. Die Turmsektionen werden am Aufstellort aufeinander gestellt und miteinander verschraubt. Die Verbindung zum Fundament wird mithilfe eines Fundamentkorbs hergestellt.

Der Hybridturm wird am Aufstellort aus den Betonfertigteilen zusammengesetzt. Die Segmente werden in der Regel trocken aufeinandergestellt, es kann aber auch eine Mörtel-Ausgleichsschicht aufgetragen werden. Die Verbindung der vertikalen Fugen ist eine Schraubverbindung. Die obere Stahlsektion wird abschließend aufgesetzt und verschraubt.

In vertikaler Richtung wird der Hybridturm durch Spannglieder aus Spannstahl vorgespannt. Die Spannglieder verlaufen entweder vertikal durch Kanäle in den Betonelementen oder extern an der Turminnenwand. Sie sind im Fundament verankert.

Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen besteht der obere schlanke Teil des Hybridturms aus Stahl. Es ist z. B. nicht möglich, das Azimutlager direkt auf den Betonelementen zu montieren und die erheblich geringere Wandstärke des Stahlteils sorgt für mehr Platz im Turm.

4 Netzeinspeisesystem

Der Ringgenerator ist über das Netzeinspeisesystem mit dem Netz gekoppelt. Dieses System besteht im Wesentlichen aus einem modularen Gleich- und Wechselrichtersystem mit jeweils einem gemeinsamen Gleichspannungszwischenkreis.

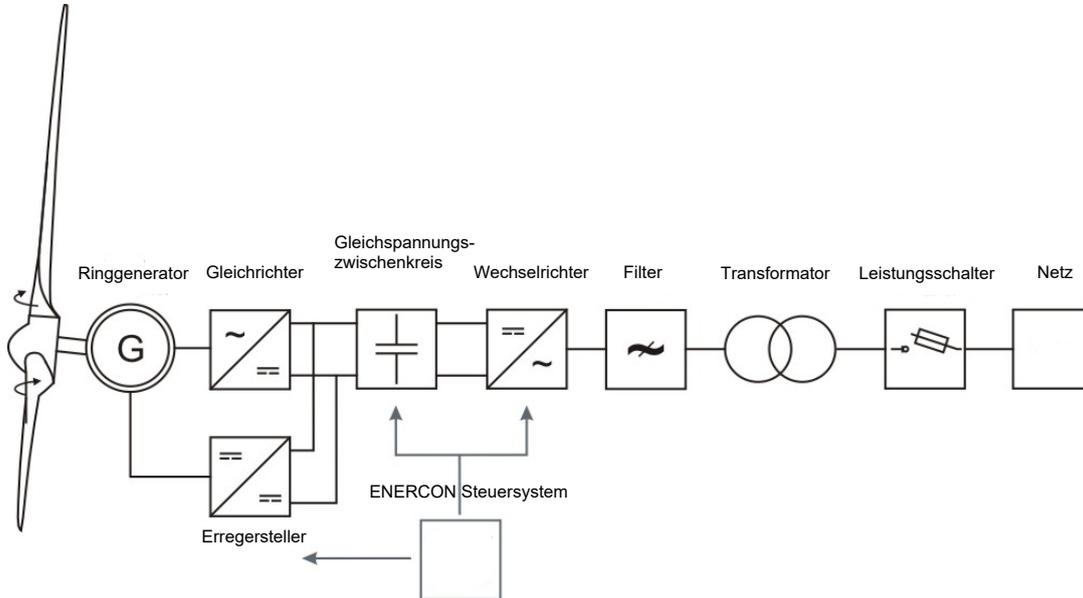


Abb. 3: Vereinfachtes elektrisches Diagramm einer Windenergieanlage

Das Netzeinspeisesystem wird – ebenso wie die Generatorerregung und die Rotorblattverstellung – von dem Betriebsführungssystem mit den Zielen maximaler Energieertrag und hohe Netzverträglichkeit angesteuert.

Durch die Entkopplung von Ringgenerator und Netz kann die gewonnene Leistung optimal übertragen werden. Abrupte Änderungen der Windgeschwindigkeit wirken sich als kontrollierte Änderung der eingespeisten Leistung auf der Netzseite aus. Analog wirken sich eventuelle Störungen im elektrischen Netz praktisch nicht auf die mechanische Seite der Windenergieanlage aus. Die eingespeiste elektrische Leistung der Windenergieanlage kann von 0 kW bis 4200 kW exakt geregelt werden.

Im Allgemeinen werden die Merkmale, die eine bestimmte Windenergieanlage bzw. ein bestimmter Windpark hinsichtlich des Anschlusses an das aufnehmende Stromnetz aufweisen muss, vom Betreiber des Stromnetzes vorgegeben. Um unterschiedliche Forderungen erfüllen zu können, sind ENERCON Windenergieanlagen in verschiedenen Konfigurationen lieferbar.

Das Wechselrichtersystem im Turmfuß wird je nach Anlagenkonfiguration ausgelegt. In der Regel wandelt ein Transformator die Niederspannung, unmittelbar in oder an der Windenergieanlage, von 630 V in die gewünschte Mittelspannung um.

Blindleistung

Die Windenergieanlage kann mit der Standard FACTS-Steuerung bei Bedarf Blindleistung bereitstellen und somit zur Blindleistungsbilanz und Spannungshaltung im Netz beitragen. Bereits ab 10 % der Nennwirkleistung steht der volle Blindleistungsstellbereich zur Verfügung. Der maximale Blindleistungsstellbereich variiert je nach Anlagenkonfiguration.

Konfiguration FT

Die Windenergieanlage ist standardmäßig mit der FACTS-Technologie ausgerüstet, die die hohen Anforderungen spezifischer Netzkodizes erfüllt. Sie kann gestörte Systemzustände im Netz (Unterspannung, Überspannung, Kurzunterbrechungen etc.) mit einer Fehlerdauer von bis zu 5 s durchfahren und somit während eines Fehlerzustands mit dem Netz verbunden bleiben.

Überschreitet die gemessene Spannung am Referenzpunkt einen definierten Grenzwert, wechselt die Windenergieanlage von dem Normalbetrieb in einen speziellen Fehlerbetriebsmodus.

Nach Fehlerklärung kehrt die Windenergieanlage in den Normalbetrieb zurück und speist die verfügbare Leistung in das Netz ein. Kehrt die Spannung nicht innerhalb einer einstellbaren Zeit (max. 5 s) in den für den Normalbetrieb zulässigen Betriebsbereich zurück, wird die Windenergieanlage vom Netz getrennt.

Bei Durchfahren des Netzfehlers gibt es verschiedene Fehlermodi mit unterschiedlichen Strategien der Einspeisung eines zusätzlichen Blindstroms während des Netzfehlers. Die Steuerungsstrategien beinhalten wiederum unterschiedliche Einstellmöglichkeiten für die Fehlerarten.

Die Auswahl einer geeigneten Steuerungsstrategie basiert auf spezifischen Projekt- und Netzanschlussbedingungen, die von dem zuständigen Netzbetreiber bestätigt werden müssen.

Konfiguration FTS

Konfiguration FT mit Option STATCOM

Wie Konfiguration FT, jedoch befähigt STATCOM die Windenergieanlage zusätzlich, Blindleistung abzugeben und aufzunehmen unabhängig davon, ob sie selbst Wirkleistung erzeugt und ins Netz einspeist. Ähnlich einem Kraftwerk kann sie damit das Stromnetz jederzeit aktiv stützen. Ob die Konfiguration eingesetzt werden kann, muss am jeweiligen Projekt geprüft werden.

Konfiguration FTQ

Konfiguration FT mit Option Q+

Die Konfiguration FTQ besitzt alle Eigenschaften der Konfiguration FT. Darüber hinaus verfügt sie über einen erweiterten Blindleistungsstellbereich.

Konfiguration FTQS

Konfiguration FT mit Optionen Q+ und STATCOM

Die Konfiguration FTQS besitzt alle Eigenschaften der Konfigurationen FTQ und FTS.

Frequenzschutz

ENERCON Windenergieanlagen können in Netzen mit einer Nennfrequenz von 50 Hz oder auch 60 Hz eingesetzt werden.

Der Arbeitsbereich der Windenergieanlagen ist durch einen unteren und oberen Grenzwert für die Frequenz vorgegeben. Über- und Unterfrequenzereignisse am Referenzpunkt der Windenergieanlage führen zum Auslösen des Frequenzschutzes und nach Ablauf der Verzögerungszeit von maximal 60 s zum Abschalten der Windenergieanlage.

Leistungs-Frequenz-Regelung

Kommt es aufgrund einer Netzstörung zu einer kurzfristigen Überfrequenz, kann die Windenergieanlage ihre Leistungseinspeisung dynamisch reduzieren, um einen Beitrag zur Wiederherstellung des Gleichgewichts zwischen Erzeuger- und Verbundnetz zu leisten.

Die eingespeiste Wirkleistung kann im Normalbetrieb vorbeugend begrenzt werden. Im Fall einer Unterfrequenz wird dann die durch diese Begrenzung vorgehaltene Leistung zur Frequenzstabilisierung bereitgestellt. Die Charakteristik dieser Regelung kann sehr flexibel an verschiedenste Anforderungen angepasst werden.

5 Sicherheitssystem

Die Windenergieanlage verfügt über eine Vielzahl von sicherheitstechnischen Einrichtungen, die dazu dienen, die Windenergieanlage dauerhaft in einem sicheren Betriebsbereich zu halten. Neben Komponenten, die ein sicheres Anhalten der Windenergieanlagen gewährleisten, zählt hierzu ein komplexes Sensorsystem. Dieses erfasst ständig alle relevanten Betriebszustände der Windenergieanlage und stellt die entsprechenden Informationen über das Fernüberwachungssystem ENERCON SCADA bereit.

Bewegen sich sicherheitsrelevante Betriebsparameter außerhalb eines zulässigen Bereichs, wird die Windenergieanlage mit reduzierter Leistung weiterbetrieben oder angehalten.

5.1 Sicherheitseinrichtungen

Not-Halt-Taster

In der Windenergieanlage befinden sich am Steuerschrank im Turmfuß, am Gondelsteuerschrank, gegebenenfalls im Turmeingangsbereich und an weiteren Positionen Not-Halt-Taster. Bei Betätigung eines Not-Halt-Tasters im Turmfuß werden die Rotorblätter notverstellt. Dadurch wird der Rotor aerodynamisch gebremst. Bei Betätigung eines Not-Halt-Tasters in der Gondel wird zusätzlich zur Notverstellung die Rotorhaltebremse eingeschaltet. Dadurch wird der Rotor schnellstmöglich angehalten. Ein Not-Halt schaltet die Windenergieanlage nur teilweise spannungsfrei.

Weiterhin versorgt werden:

- die Rotorhaltebremse
- die Befeuerung
- die Beleuchtung
- die Steckdosen

Hauptschalter

In der ENERCON Windenergieanlage ist an der Hauptverteilung Gondel ein Hauptschalter verbaut. Er schaltet bei Betätigung fast die gesamte Gondel spannungsfrei.

Weiterhin versorgt werden:

- die Befeuerung
- die Steckdosen
- die Beleuchtung
- der Kran Gondel
- alle Komponenten unterhalb der Gondel

5.2 Sensorsystem

Eine Vielzahl von Sensoren erfasst laufend den aktuellen Zustand der Windenergieanlage und die relevanten Umgebungsparameter (z. B. Rotordrehzahl, Temperatur, Windgeschwindigkeit, Blattbelastung etc.). Die Steuerung wertet die Signale aus und steuert die Windenergieanlage so, dass die aktuell verfügbare Windenergie optimal ausgenutzt wird und dabei die Sicherheit des Betriebs gewährleistet ist.

Redundante Sensoren

Um eine Plausibilitätsprüfung durch Vergleich der gemeldeten Werte zu ermöglichen, sind für einige Betriebszustände redundante Sensoren eingebaut. Dies gilt z. B. für die Messung der Temperatur im Generator, die Messung der Windgeschwindigkeit oder die Messung des aktuellen Rotorblattwinkels. Ein defekter Sensor wird zuverlässig erkannt und kann repariert oder durch die Aktivierung eines Reservesensors ersetzt werden. Die Windenergieanlage kann dadurch in der Regel ohne sofortigen Serviceeinsatz sicher weiter betrieben werden.

Kontrolle der Sensoren

Die Funktionstüchtigkeit aller Sensoren wird entweder im laufenden Betrieb regelmäßig durch die Steuerung selbst oder, wo dies nicht möglich ist, im Zuge der Wartung kontrolliert.

Drehzahlüberwachung

Die Steuerung der Windenergieanlage regelt durch Verstellung des Blattwinkels die Rotordrehzahl so, dass die Nenndrehzahl auch bei sehr starkem Wind nicht nennenswert überschritten wird. Auf plötzlich eintretende Ereignisse, wie z. B. eine starke Windbö oder eine schlagartige Verringerung der Generatorlast, kann die Rotorblattverstellung jedoch unter Umständen nicht schnell genug reagieren. Wenn die Nenndrehzahl um mehr als 15 % überschritten wird, hält die Steuerung die Windenergieanlage an. Nach 3 Minuten unternimmt die Windenergieanlage automatisch einen neuen Startversuch. Ist diese Störung innerhalb von 24 Stunden mehr als 5-mal aufgetreten, wird ein Defekt vermutet. Es wird kein weiterer Startversuch unternommen.

Zusätzlich zur elektronischen Überwachung befinden sich 3 elektromechanische Überdrehzahlschalter (Fliehkraftschalter) im Rotorkopf. Sie sind gleichmäßig über den Rotorumfang verteilt. Jeder einzelne dieser Schalter kann die Windenergieanlage per Notverstellung anhalten. Die Schalter lösen aus, wenn die Nenndrehzahl des Rotors um mehr als 25 % überschritten wird. Für den Neustart der Windenergieanlage müssen die Überdrehzahlschalter manuell zurückgesetzt werden, nachdem die Ursache für die Überdrehzahl gefunden und beseitigt wurde.

Luftspaltüberwachung

Die Breite des Luftspalts zwischen Rotor und Stator des Ringgenerators wird mithilfe von Mikroschaltern, verteilt über den Rotorumfang, überwacht. Löst einer der Schalter wegen Unterschreitung des Mindestabstands aus, wird die Windenergieanlage angehalten und nach kurzer Zeit neu gestartet.

Tritt diese Störung innerhalb von 24 Stunden noch einmal auf, bleibt die Windenergieanlage angehalten, bis die Ursache beseitigt wurde.

Schwingungsüberwachung

Die Schwingungsüberwachung erkennt zu starke Schwingungen bzw. Auslenkungen der Turmspitze der Windenergieanlage. Sensoren erfassen die Beschleunigungen der Gondel in Richtung der Nabenachse (Längsschwingung) und quer dazu (Querschwingung). Die Steuerung berechnet daraus laufend die Auslenkung des Turms gegenüber der Ruhelage.

Zudem werden übermäßig starke Vibrationen und Erschütterungen, wie sie z. B. durch eine Störung im Gleichrichter auftreten können, über eine in der Schwingungsüberwachung integrierte Funktion erkannt. Überschreiten Schwingungen bzw. Auslenkungen das zulässige Maß, hält die Windenergieanlage an. Nach kurzer Zeit erfolgt ein automatischer Neustart. Werden unzulässige Vibrationen erkannt oder treten unzulässige Turmschwingungen mehrfach auf, hält die Windenergieanlage an und unternimmt keinen erneuten Startversuch.

Temperaturüberwachung

Einige Komponenten der Windenergieanlage werden gekühlt. Zudem messen Temperatursensoren kontinuierlich die Temperatur an Komponenten, die vor hohen Temperaturen geschützt werden müssen.

Bei zu hohen Temperaturen wird die Leistung der Windenergieanlage reduziert, gegebenenfalls wird die Windenergieanlage angehalten. Die Windenergieanlage kühlt ab und läuft im Allgemeinen automatisch wieder an, sobald eine vorgegebene Grenztemperatur unterschritten wird.

Einige Messpunkte sind zusätzlich mit Übertemperaturschaltern ausgerüstet. Diese veranlassen ebenfalls ein Anhalten der Windenergieanlage, in bestimmten Fällen ohne automatischen Wiederanlauf nach Abkühlung, wenn die Temperatur einen bestimmten Grenzwert überschreitet.

Einige Baugruppen, z. B. die Energiespeicher der Gefahrenbefreiung und der Generator, werden bei zu niedrigen Temperaturen gewärmt, um sie betriebsbereit zu halten.

Gondelinterne Geräuschüberwachung

Im Rotorkopf von Windenergieanlagen mit gondelinterner Geräuschüberwachung befinden sich Sensoren, die auf laute Schlaggeräusche, etwa durch lose oder defekte Komponenten, reagieren. Die Windenergieanlage wird angehalten, wenn einer der Sensoren Geräusche meldet und kein Hinweis auf andere Ursachen vorliegt.

Um äußere Ursachen für Geräusche, v. a. Hagelschlag bei Gewitter, auszuschließen, werden die Meldungen aller Windenergieanlagen in einem Windpark miteinander verglichen. Bei Einzelanlagen wird zusätzlich ein Geräuschsensor im Maschinenhaus genutzt. Wenn die Sensoren mehrerer Anlagen oder der Geräuschsensor im Maschinenhaus gleichzeitig Geräusche melden, werden äußere Ursachen vermutet. Die Geräuschsensoren werden für einen kurzen Zeitraum deaktiviert, so dass keine Windenergieanlage im Windpark angehalten wird.

Überwachung der Kabelverdrillung

Die Turmkabel haben im oberen Turmbereich so viel Bewegungsspielraum, dass die Gondel um 3 Umdrehungen nach links und rechts gedreht werden kann, ohne dass die Turmkabel dabei beschädigt werden und überhitzt werden. Je nach Grad der Verdrillung und Höhe der Windgeschwindigkeit entscheidet die Steuerung der Windenergieanlage, wann die Turmkabel entdrillt werden müssen.

Die Überwachung der Kabelverdrillung verfügt über eine Sensorik, die bei einer Überschreitung des zulässigen Stellbereichs die Stromversorgung der Azimutmotoren unterbricht.

6 Steuerung

Die Steuerung der Windenergieanlage beruht auf einem von ENERCON entwickelten Mikroprozessorsystem, das über Sensoren sämtliche Anlagenkomponenten sowie Daten, wie Windrichtung und Windgeschwindigkeit, abfragt und die Betriebsweise der Windenergieanlage entsprechend anpasst. Der aktuelle Status der Windenergieanlage und eventuelle Störungen werden im Anlagendisplay des Steuerschranks im Turmfuß angezeigt.

6.1 Windnachführung

Auf dem Turmkopf befindet sich das Azimutlager mit einem außenverzahnten Zahnkranz. Das Azimutlager ermöglicht die Drehung und somit die Windnachführung der Gondel.

Ist die Abweichung zwischen der Windrichtung und der Richtung der Rotorachse größer als der vorgegebene zulässige Maximalwert, werden die Azimutantriebe eingeschaltet, die die Gondel dem Wind nachführen. Die Steuerung der Azimutmotoren gewährleistet ein sanftes Anlaufen und Bremsen. Die Steuerung überwacht die Windnachführung. Erkennt sie Unregelmäßigkeiten, wird die Windnachführung deaktiviert und die Windenergieanlage angehalten.

6.2 Rotorblattverstellung

Funktionsprinzip

Die Rotorblattverstellung ändert die Position der Rotorblätter und damit den Anstellwinkel, mit dem die Luft das Blattprofil anströmt. Mit dem Blattwinkel ändert sich der Auftrieb des Rotorblatts und damit auch die Kraft, mit der der Rotor gedreht wird.

Im Automatikbetrieb (Normalbetrieb) wird der Blattwinkel so eingestellt, dass einerseits die im Wind enthaltene Energie optimal ausgenutzt wird und andererseits keine Überlastung der Windenergieanlage eintritt; ggf. werden dabei auch Randbedingungen wie Schalloptimierung eingehalten. Außerdem ermöglicht die Rotorblattverstellung das aerodynamische Abbremsen des Rotors.

Erreicht die Windenergieanlage ihre Nennleistung, dreht die Rotorblattverstellung die Rotorblätter bei weiter steigender Windgeschwindigkeit gerade so weit aus dem Wind, dass die Rotordrehzahl und die vom Wind aufgenommene und vom Generator umzusetzende Leistung die Nennwerte nicht oder nur unwesentlich übersteigen.

Aufbau

Die Rotorblattverstellung besteht aus einer Hauptverteilung Rotor und 3 Blattverstellungsschränken mit jeweils einem angeschlossenen Asynchronblattverstellungsmotor. Die Hauptverteilung Rotor übernimmt die Stromverteilung vom Schleifringübertrager zu den Blattverstellungsschränken und den Überspannungsschutz. In jedem Blattverstellungsschrank befinden sich ein Blattverstellungsumrichter für den Blattverstellungsmotor und eine Kondensatoreinheit. Die Kondensatoreinheit hat die für eine Notverstellung erforderliche Energie gespeichert und wird während des Anlagenbetriebs im geladenen Zustand gehalten und laufend getestet. Der Blattverstellungsmotor ist auf einem mehrstufigen Getriebe montiert und als Bremsmotor ausgelegt.

Blattwinkel

Besondere Rotorblattstellungen (Blattwinkel):

- A: 0°** Normalstellung im Teillastbetrieb: maximale Ausnutzung des Windangebots.
- B: $\geq 60^\circ$** Trudelbetrieb (Windenergieanlage speist wegen zu geringer Windgeschwindigkeit keine Leistung ein): Je nach Windgeschwindigkeit dreht sich der Rotor mit geringer Drehzahl oder steht bei völliger Windstille still.
- C: 92°** Fahnenstellung (Rotor wurde manuell oder automatisch angehalten): Die Rotorblätter erzeugen auch bei Wind keinen Auftrieb, der Rotor steht still oder bewegt sich ganz leicht.

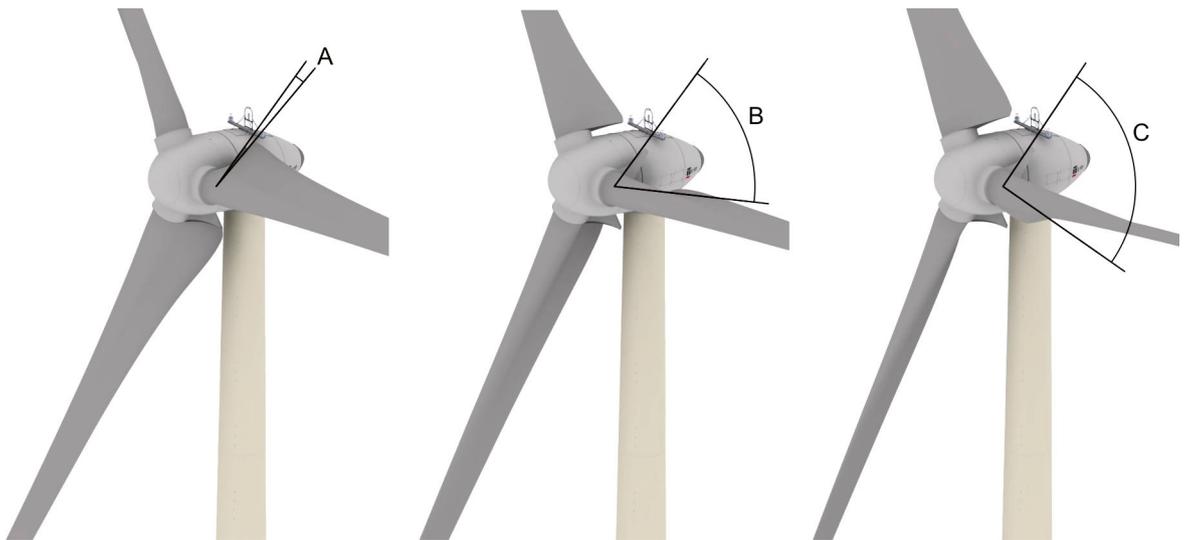


Abb. 4: Besondere Rotorblattstellungen

6.3 Anlagenstart

6.3.1 Startvorbereitung

Solange ein Hauptstatus > 0 ansteht, bleibt die Windenergieanlage angehalten. Sobald der Hauptstatus 0 wird, ist die Anlage bereit und der Startvorgang wird eingeleitet. Sollten bestimmte Randbedingungen für einen Start, wie z. B. das Laden der Kondensatoreinheiten der Rotorblattnotverstellung, noch nicht abgeschlossen sein, wird der Status 0:3 Startvorbereitung angezeigt.

Während der Startvorbereitung beginnt eine 150 Sekunden dauernde Windmess- und Ausrichtungsphase der Windenergieanlage.

6.3.2 Windmessung und Ausrichten der Gondel

Ist die Startvorbereitung abgeschlossen, wird der Status 0:2 Anlage bereit angezeigt.

Sofern sich die Steuerung im Automatikbetrieb befindet, die gemittelte Windgeschwindigkeit größer als 1,8 m/s ist und die Abweichung der Windrichtung ausreichend für eine Windnachführung ist, beginnt die Windenergieanlage sich zum Wind auszurichten. Die Windenergieanlage geht 60 Sekunden nach Abschluss der Startvorbereitung in den Trudelbetrieb über. Die Rotorblätter fahren langsam vor und gleichzeitig werden die Kondensatoreinheiten der Rotorblattnotverstellung geprüft.

Ist die Windenergieanlage mit Blattlastsensoren ausgestattet, stoppen die Rotorblätter bei einem Winkel von 70° und führen dort den unter Umständen mehrere Minuten andauernden Abgleich der Lastmessstellen durch. Während dieser Zeit wird der Status 0:5 Abgleich Load Control angezeigt.

Liegt die mittlere Windgeschwindigkeit in der Zeit der Windmess- und Ausrichtungsphase von 150 Sekunden oberhalb der aktuellen Startwindgeschwindigkeit (ca. 2,0 m/s), beginnt der Startvorgang (Status 0:1). Anderenfalls bleibt die Windenergieanlage im Trudelbetrieb (Status 2:1 Windmangel: Windgeschwindigkeit zu niedrig).

Eigenbedarf

Da die Windenergieanlage zu diesem Zeitpunkt keine Wirkleistung erzeugt, wird die für den Eigenbedarf der Anlage notwendige elektrische Energie aus dem Netz bezogen.

6.3.3 Erregung des Generators

Sobald der Rotor eine vom Anlagentyp abhängige Drehzahl erreicht, beginnt die Erregung des Generators. Der hierfür notwendige Strom wird kurzzeitig aus dem Netz bezogen. Erreicht der Generator eine ausreichende Drehzahl, versorgt sich die Windenergieanlage selbst mit Strom. Der Strom für die Eigenregung wird dann aus dem Gleichrichterzwischenkreis entnommen und die aus dem Netz bezogene Energie wird auf null reduziert.

6.3.4 Leistungseinspeisung

Sobald eine ausreichende Zwischenkreisspannung zur Verfügung steht und die Kopplung des Erregerstellers zum Netz nicht mehr besteht, wird der Einspeisevorgang eingeleitet. Nach Erhöhung der Drehzahl bei ausreichend Wind und bei einem Leistungswert > 0 kW werden die Netzschütze (Niederspannungsseite) geschlossen und die Windenergieanlage beginnt bei ca. 5 U/min mit der Einspeisung in das Netz.

Die Leistungsregelung regelt den Erregerstrom so, dass die Einspeisung nach der geforderten Leistungskennlinie erfolgt.

Der Gradient für die Leistungserhöhung (dP/dt) nach einem Netzfehler oder nach einem Normalstart kann in der Steuerung innerhalb eines bestimmten Bereichs festgelegt werden. Nähere Angaben hierzu können aus dem Datenblatt über die netztechnischen Leistungsmerkmale des jeweiligen Windenergieanlagentyps entnommen werden.

6.4 Betriebsarten

Ist der Startvorgang beendet, arbeitet die Windenergieanlage im Automatikbetrieb (Normalbetrieb). Im Automatikbetrieb werden ständig die Windverhältnisse ermittelt, die Rotordrehzahl, die Generatorerregung und die Generatorleistung optimiert, die Gondelposition der Windrichtung angepasst und sämtliche Sensorzustände erfasst.

Um die Stromerzeugung bei unterschiedlichsten Windverhältnissen zu optimieren, wechselt die Windenergieanlage im Rahmen des Automatikbetriebs je nach Windgeschwindigkeit zwischen 3 Betriebsarten. Unter bestimmten Umständen hält die Windenergieanlage auch an, wenn die Anlagenkonfiguration dies vorsieht (z. B. wegen Schattenschlags). Zusätzlich kann das Energieversorgungsunternehmen, in dessen Netz die erzeugte Energie eingespeist wird, die Möglichkeit bekommen, per Fernsteuerung das Verhalten der Windenergieanlage direkt zu beeinflussen, z. B. um die Einspeisung zeitweilig zu reduzieren.

Die Windenergieanlage wechselt zwischen folgenden Betriebsarten:

- Volllastbetrieb
- Teillastbetrieb
- Trudelbetrieb

6.4.1 Volllastbetrieb

Windgeschwindigkeit

$$v \geq 15 \text{ m/s}$$

Bei und oberhalb der Nenn-Windgeschwindigkeit hält die Windenergieanlage die Drehzahl des Rotors durch die Rotorblattverstellung auf ihrem Sollwert (ca. 11,1 U/min) und begrenzt dadurch die Leistung auf ihren Nennwert von 4200 kW.

Sturmregelung aktiv (Normalfall)

Die Sturmregelung ermöglicht den Anlagenbetrieb auch bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten, jedoch mit reduzierter Rotordrehzahl und Leistung.

Oberhalb von ca. 22 m/s (im 12-s-Mittel) wird die Drehzahl mit weiter steigender Windgeschwindigkeit linear von 11,1 U/min bis auf Trudeldrehzahl bei ca. 28 m/s (10-min-Mittel) heruntergeregelt, indem die Rotorblätter entsprechend weit aus dem Wind gedreht werden. Die eingespeiste Leistung sinkt dabei gemäß der Drehzahl-Leistungs-Kennlinie ab.

Bei Windgeschwindigkeiten oberhalb von 28 m/s (im 10-min-Mittel) stehen die Rotorblätter nahezu in Fahnenstellung. Die Windenergieanlage läuft im Trudelbetrieb ohne Leistungsabgabe, bleibt aber mit dem aufnehmenden Stromnetz verbunden. Wenn die Windgeschwindigkeit unter 28 m/s sinkt, beginnt die Anlage wieder mit der Stromeinspeisung.

Die Sturmregelung ist standardmäßig aktiviert und kann nur per Fernwartung oder vor Ort vom ENERCON Service deaktiviert werden.

6.4.2 Teillastbetrieb

Windgeschwindigkeit

$$2 \text{ m/s} \leq v < 15 \text{ m/s}$$

Während des Teillastbetriebs (die Windgeschwindigkeit liegt zwischen Einschalt- und Nenngeschwindigkeit) wird die maximal mögliche Leistung aus dem Wind entnommen. Rotordrehzahl und Leistungsabgabe ergeben sich aus der jeweils aktuellen Windgeschwindigkeit. Dabei beginnt die Blattwinkelverstellung schon im Grenzbereich zum Volllastbetrieb, um einen kontinuierlichen Übergang zu gewährleisten.

6.4.3 Trudelbetrieb

Windgeschwindigkeit

$$v < 2 \text{ m/s}$$

Bei Windgeschwindigkeiten unterhalb 2 m/s kann kein Strom ins Netz eingespeist werden. Die Windenergieanlage läuft im Trudelbetrieb, d. h. die Rotorblätter sind weitgehend aus dem Wind gedreht (Blattwinkel $\geq 60^\circ$), und der Rotor dreht sich langsam oder bleibt bei völliger Windstille ganz stehen.

Durch die langsame Bewegung (Trudeln) werden die Rotorlager weniger belastet als bei längerem Stillstand und eine Wiederaufnahme der Stromerzeugung und -einspeisung bei wieder stärker werdendem Wind ist schneller möglich.

6.5 Sicheres Anhalten der Windenergieanlage

Die Windenergieanlage kann durch manuellen Eingriff oder automatisch durch die Steuerung angehalten werden.

Die Ursachen werden nach Gefährdung in Gruppen eingeteilt.

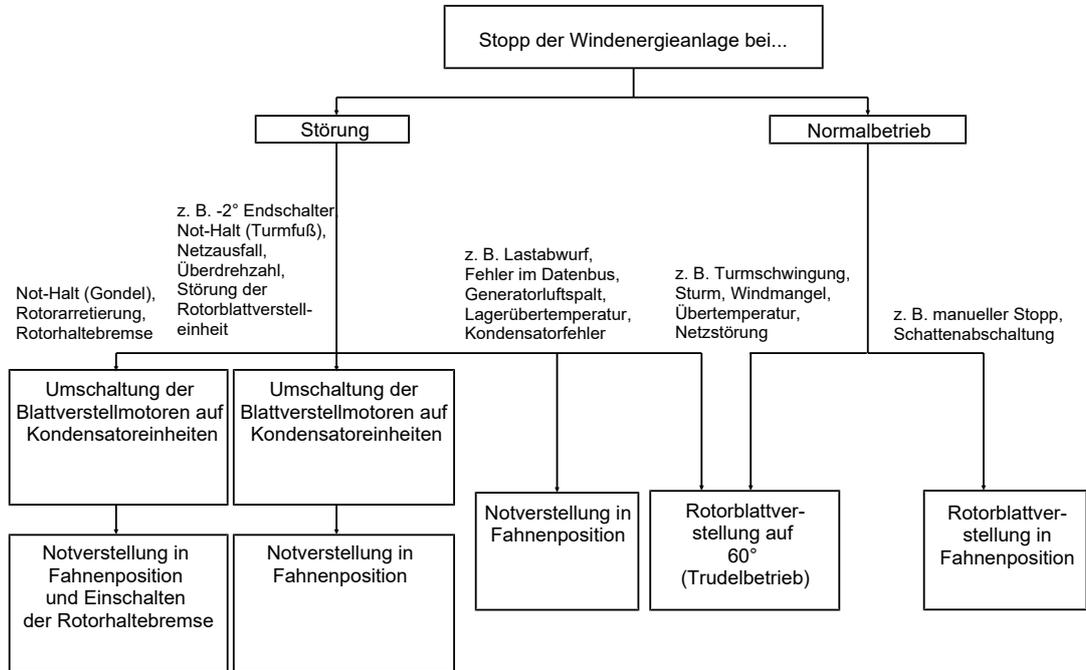


Abb. 5: Übersicht Windenergieanlagenstopp

Anhalten der Windenergieanlage durch die Rotorblattverstellung

Bei einer nicht sicherheitsrelevanten Störung werden die Rotorblätter über die Steuerung der Windenergieanlage aus dem Wind gedreht, worauf die Rotorblätter keinen Auftrieb mehr erzeugen und die Windenergieanlage sicher anhält.

Notverstellung

Die Kondensatoreinheiten der Rotorblattverstellung haben die für eine Notverstellung nötige Energie gespeichert und werden während des Anlagenbetriebs im geladenen Zustand gehalten und laufend getestet. Bei einer Notverstellung wird jeder Blattverstellmotor von der zugehörigen Kondensatoreinheit mit Energie versorgt. Die Rotorblätter fahren geregelt in eine Stellung, in der sie keinen Auftrieb erzeugen, die sogenannte Fahnenstellung.

Da die 3 Rotorblattverstelleinheiten sich sowohl gegenseitig kontrollieren als auch unabhängig voneinander funktionieren, können beim Ausfall einer Komponente die verbliebenen Rotorblattverstelleinheiten weiterhin arbeiten und den Rotor anhalten.

Notbremsung

Wenn ein Not-Halt-Taster in der Gondel gedrückt wird oder wenn bei drehendem Rotor die Rotorarretierung betätigt wird, leitet die Steuerung eine Notbremsung ein.

Dabei wird zusätzlich zur Notverstellung der Rotorblätter die Rotorhaltebremse aktiviert. Der Rotor wird innerhalb von 10 bis 15 Sekunden von der Nenndrehzahl bis zum Stillstand gebremst.

7 Fernüberwachung

Standardmäßig sind alle ENERCON Windenergieanlagen über das ENERCON SCADA System mit der regionalen Serviceniederlassung verbunden. Diese kann jederzeit die Betriebsdaten von jeder Windenergieanlage abrufen und ggf. sofort auf Auffälligkeiten und Störungen reagieren.

Auch alle Statusmeldungen werden über das ENERCON SCADA System an eine Serviceniederlassung gesendet und dort dauerhaft gespeichert. Nur so ist gewährleistet, dass alle Erfahrungen aus dem praktischen Langzeitbetrieb in die Weiterentwicklung der ENERCON Windenergieanlagen einfließen können.

Die Anbindung der einzelnen Windenergieanlagen läuft über den ENERCON SCADA Server, der üblicherweise in der Übergabestation oder in dem Umspannwerk eines Windparks aufgestellt wird. In jedem Windpark ist ein ENERCON SCADA Server installiert.

Auf Wunsch des Betreibers kann die Überwachung der Windenergieanlagen von einer anderen Stelle übernommen werden.

8 **Wartung**

Um den dauerhaft sicheren und optimalen Betrieb der Windenergieanlage sicherzustellen, muss diese in regelmäßigen Abständen gewartet werden.

Die Windenergieanlagen werden regelmäßig, je nach Anforderung mindestens einmal jährlich, gewartet.

Bei der Wartung werden alle sicherheitsrelevanten Komponenten und Funktionen geprüft, z. B. die Rotorblattverstellung, die Windnachführung, die Sicherheitssysteme, das Blitzschutzsystem, die Anschlagpunkte und die Sicherheitssteigleiter. Die Schraubverbindungen an den tragenden Verbindungen (Hauptstrang) werden geprüft. Alle weiteren Komponenten werden einer Sichtprüfung unterzogen, bei der Auffälligkeiten und Schäden festgestellt werden. Verbrauchte Schmierstoffe werden nachgefüllt.

Die Wartungsintervalle und Wartungsumfänge können je nach regionalen Richtlinien und Normen abweichen.

9 Technische Daten ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2

Allgemein	
Hersteller	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Typenbezeichnung	E-138 EP3 E2
Nennleistung	4200 kW
Auslegungslebensdauer	25 Jahre
Rotordurchmesser	138,25 m
IEC-Windklasse (ed. 3)	IIIA (NH 149 m, NH 160 m) SA (NH 81 m, NH 96 m, NH 111 m, NH 131 m)
Extrem-Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (10-min-Mittelwert) nach IEC (ed. 3)	37,5 m/s entspricht einem Lastäquivalent von circa 52,5 m/s (3-s-Bö)
Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe nach IEC (ed. 3)	6,60 m/s (NH 81 m, NH 96 m, NH 111 m, NH 131 m) 7,50 m/s (NH 149 m, NH 160 m)

Rotor mit Rotorblattverstellung	
Typ	Luvläufer mit aktiver Rotorblattverstellung
Drehrichtung	Uhrzeigersinn
Rotorblatt-Anzahl	3
Rotorblatt-Länge	67,795 m
überstrichene Fläche	15011,36 m ²
Rotorblatt-Material	GFK (Glasfaser+Epoxidharz)/Balsaholz/Schaumstoff
Maximale Trudeldrehzahl	2,5 U/min
untere Drehzahl Leistungseinspeisung	4,4 U/min (NH 81 m und NH 131 m) 5,0 U/min (NH 96 m, NH 111 m, NH 149 m und NH 160 m)
Nenn-drehzahl	10,8 U/min
Solldrehzahl	11,1 U/min
Tipgeschwindigkeit bei Nenn-drehzahl	80,5 m/s
Abregelwindgeschwindigkeit (mit ENERCON Sturmregelung)	22 (12-s-Mittel) - 28 (10-min-Mittel) m/s
Konuswinkel	2,5°
Rotorachswinkel	7°

Rotor mit Rotorblattverstellung	
Rotorblattverstellung	je Rotorblatt ein autarkes elektrisches Stellsystem mit zugeordneter Notversorgung

Antriebsstrang mit Generator	
Anlagenkonzept	getriebelos, variable Drehzahl, Vollumrichter
Nabe	starr
Lagerung	2 Kegelrollenlager
Generator	ENERCON Ringgenerator, direktgetrieben
Netzeinspeisung	ENERCON Wechselrichter mit hoher Taktfrequenz und sinusförmigem Strom
Schutzart/Isolationsklasse	mindestens IP 23/F

Bremssystem	
aerodynamische Bremse	drei autarke Rotorblattverstelleinheiten mit Notversorgung
Rotorhaltebremse	hydraulisch
Rotorarretierung	in 10°-Stufen rastend

Windnachführung	
Azimutverstellung	elektromechanisches Stellsystem

Steuerung	
Typ	Mikroprozessor
Netzeinspeisung	ENERCON Wechselrichter
Fernüberwachung	ENERCON SCADA
unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	integriert

Turmvarianten			
Nabenhöhe	Gesamthöhe	Bauart	Windklasse
80,8 m	149,9 m	Stahlrohrturm	IEC SA ¹ DIBt WZS GK II ²
95,58 m	164,70 m	Stahlrohrturm	IEC SA ¹ DIBt WZS GK II ²
110,13 m	179,25 m	Stahlrohrturm	IEC SA ¹ DIBt WZS GK II ²
130,29 m	199,41 m	Stahlrohrturm	IEC SA ¹ DIBt WZS GK II ²
130,8 m	199,9 m	Hybrid-Stahlurm	IEC SA ¹ DIBt WZS GK II ²

Turmvarianten			
149,00 m	218,13 m	Hybridturm	IEC IIIA ¹ DIBt WZ2 GK II ²
160,00 m	229,5 m	Hybridturm	IEC IIIA ¹ DIBt WZ2 GK II ²

¹Ausgabe der Richtlinie Edition 3

²Ausgabe der Richtlinie 2012

Spezifikation

Netzanschlussvariante Standard 1

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2

4200 kW

Technische Änderungen vorbehalten.

Herausgeber ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Simon-Hermann Wobben
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	PLM-EWES-SP036-S1 E-138 EP3 E2 4200 kW-Rev005de-de
Vermerk	Originaldokument
Vertraulichkeit	NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2019-06-17	de	DB	ENERCON PLM GmbH / EW-Engineering Support

NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG

Technische Änderungen vorbehalten.

NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in (). Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Übergeordnete Normen und Richtlinien

Dokument-ID	Dokument
IEC 60076-1:2011-04	Leistungstransformatoren - Teil 1: Allgemeines
IEC 60076-10:2016-03	Leistungstransformatoren - Teil 10: Bestimmung der Geräuschpegel
IEC 60076-13:2006-05	Leistungstransformatoren - Teil 13: Selbstgeschützte flüssigkeitsgefüllte Transformatoren
IEC 60076-14:2013-09	Leistungstransformatoren - Teil 14: Flüssigkeitsgefüllte Leistungstransformatoren mit Hochtemperatur- Isolierstoffen
IEC 60076-16:2011-08	Leistungstransformatoren - Teil 16: Transformatoren für Windenergieanlagen-Anwendungen
IEC 60076-2:2011-02	Leistungstransformatoren - Teil 2: Übertemperaturen für flüssigkeitsgefüllte Transformatoren
IEC 60076-3:2013-07	Leistungstransformatoren - Teil 3: Isolationspegel, Spannungsprüfungen und äußere Abstände in Luft
IEC 60076-4:2002-06	Leistungstransformatoren - Teil 4: Leitfaden zur Blitz- und Schaltstoßspannungsprüfung von Leistungstransformatoren und Drosselspulen
IEC 60076-5:2006-02	Leistungstransformatoren - Teil 5: Kurzschlußfestigkeit
IEC 60076-7:2005-12	Leistungstransformatoren - Teil 7: Belastungsrichtlinie für ölgefüllte Leistungstransformatoren
IEC 61099:2010-08	Isolierflüssigkeiten - Anforderungen an neue synthetische organische Ester für elektrotechnische Zwecke
IEC 61869-2:2012-09	Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers
IEC 62271-200:2015-06	High-voltage switchgear and controlgear - Part 200: Metal-enclosed AC switchgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV.

Zugehörige Dokumente

Dokument-ID	Dokument
PLM-GS-DC003	Technische Beschreibung Anschluss von LWL-Kabeln in ENERCON Windparks
PM-EW-DC017	Technische Information Elektrischer Anschluss von Windenergieanlagen

NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG

Inhaltsverzeichnis

	Mitgeltende Dokumente	4
1	Einleitung	7
2	Aufbau der turmintegrierten Transformatorstation.....	8
3	Liefergrenzen	9
4	Beschreibung der elektrotechnischen Komponenten	11
	4.1 Stromwandler.....	11
	4.1.1 Energiemessung	11
	4.2 Transformator	11
	4.2.1 Transformatorschutz	13
	4.3 Mittelspannungsschaltanlage	15
	4.3.1 Technische Daten der MS-Schaltanlage.....	16
	4.3.2 Bedienung MS-Schaltanlage.....	17
	4.3.3 Optionale Konfiguration.....	18
	4.3.3.1 Schlüsselverriegelung	18
	4.3.3.2 Automatische Wiedereinschaltung	18

Technische Änderungen vorbehalten.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

ARS	Automatic Reclosing System (Automatische Wiedereinschaltung der Mittelspannungsschaltanlage)
E-Modul	Elektroleistungsmodul
EWM	Electrical Works Manager (Projektleiter elektrische Gewerke)
FT	FACTS Transmission (elektrische Konfiguration mit FACTS-Eigenschaften)
FTQ	FACTS Transmission mit Q+ Option (elektrische Konfiguration mit erweitertem Blindleistungsstellbereich)
FTQS	FACTS Transmission mit Q+ Option und STATCOM-Option (elektrische Konfiguration mit erweitertem Blindleistungsstellbereich und STATCOM-Option)
FTS	FACTS Transmission mit STATCOM-Option (elektrische Konfiguration mit STATCOM-Option)
IEC	International Electrotechnical Commission (Internationale Elektrotechnische Kommission)
MS	Mittelspannung
NAP	Netzanschlusspunkt
NS	Niederspannung
OS	Oberspannung
TiT	Turmintegrierte Transformatorstation
WEA	Windenergieanlage
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WP	Windpark

Größen, Einheiten, Formeln

SF₆	Schwefelhexafluorid
-----------------------	---------------------

Technische Änderungen vorbehalten.

1 Einleitung

Der ENERCON Standard 1 beschreibt die Ausführung der turmintegrierten Transformatorstation. Die TiT ist Bestandteil des E-Modul, welches sich im Turmfuß der WEA befindet.

Eine externe Transformatorstation am Turmfuß, außerhalb der WEA, ist damit nicht erforderlich. Alle Netzanschlusskomponenten der WEA, wie Transformator und MS-Schaltanlage, sind im Turm installiert.

ENERCON verfolgt seit 2002 erfolgreich das Konzept der turmintegrierten Transformatorstation. Dieses Konzept wurde im Laufe der Jahre, vor allem in sicherheitstechnischer Hinsicht, aber auch im qualitativen Bereich, immer weiterentwickelt und ist weltweit die von Kunden und Genehmigungsbehörden favorisierte Lösung für Transformatorstationen.

Vorteilhafte Aspekte der Standard-1-Ausführung:

- **Höchste Bedienersicherheit:**
Die Konstruktion der TiT bietet ein hohes Maß an Sicherheit für den Bediener. So werden u. a. die MS-Schaltanlagen mit einem Druckentlastungskanal oder einem Störlichtbogenbegrenzer ausgestattet und aktive Leiter berührungssicher abgedeckt bzw. abgeschottet. Die MS-Schaltanlage ist mit einem Motorantrieb für den Transformator-schalter ausgerüstet. Mittels einer Fernbedienung wird der Transformator abgeschaltet, bevor der Bediener den Mittelspannungsraum betritt. Elektrische und mechanische Verriegelungen verringern das Risiko für Fehlschaltungen.
- **Hoher Wirkungsgrad:**
Durch kurze Kabelwege, insbesondere durch Einsparung der NS-Kabelverbindungen zu einer möglichen externen Transformatorstation, können die Kabelverluste reduziert werden. ENERCON installiert zudem Transformatoren mit reduzierten Leerlauf- und Kurzschlussverlusten.
- **Einfache und schnelle Installation auf der Baustelle:**
Signifikante Reduzierung der Baumaßnahmen im Vergleich zur Aufstellung einer externen Transformatorstation (ENERCON Standard 3).
- **Reduktion der beanspruchten Fläche:**
Kein zusätzlicher Platzbedarf für eine externe Transformatorstation oder breite Kabelgräben für die Verlegung von NS-Kabeln.
- **Umweltfreundliche Installation:**
Die Transformatoren sind mit biologisch abbaubaren Kühlflüssigkeiten gefüllt. Zusätzlich wird eine, für Öl undurchlässige, Wanne unterhalb des Transformators eingebaut.

Technische Änderungen vorbehalten.

2 Aufbau der turmintegrierten Transformatorstation

Das E-Modul im Turm besteht aus mehreren Ebenen. Auf den unterschiedlichen Ebenen befinden sich die MS-Schaltanlage, der Transformator, der Steuerschrank sowie die Leistungsschränke.

Es gibt Unterschiede bei der Ausführung der E-Module. Der exakte Aufbau sowie die Größe der E-Module hängen vom WEA-Typ, von der Turmhöhe und vom Turmdurchmesser ab.

Technische Änderungen vorbehalten.

3 Liefergrenzen

Bereits in der Initiierungsphase müssen die Liefergrenzen klar definiert werden, um Missverständnisse in den Zuständigkeiten oder Fehlteile und damit eine mögliche Verzögerung der Inbetriebnahme der WEA zu vermeiden.

Entsprechend diesem ENERCON Standard liefert ENERCON die notwendigen Komponenten bis zur Liefergrenze und installiert diese.

Der Anschluss der MS-Stecker an den Kabelfeldern der MS-Schaltanlage, so wie die MS-Stecker selbst, sind nicht im Lieferumfang von ENERCON enthalten. Diese Anschlussarbeiten müssen durch ein qualifiziertes Elektrofachunternehmen im Rahmen der Windparkverkabelung durchgeführt werden.

Für nähere Informationen zum Anschluss der ENERCON WEA können folgende Dokumente angefordert werden:

- PM-EW-DC017 „Technische Information Elektrischer Anschluss von Windenergieanlagen“
- PLM-GS-DC003 „Technische Beschreibung Anschluss von LWL-Kabeln in ENERCON Windparks“

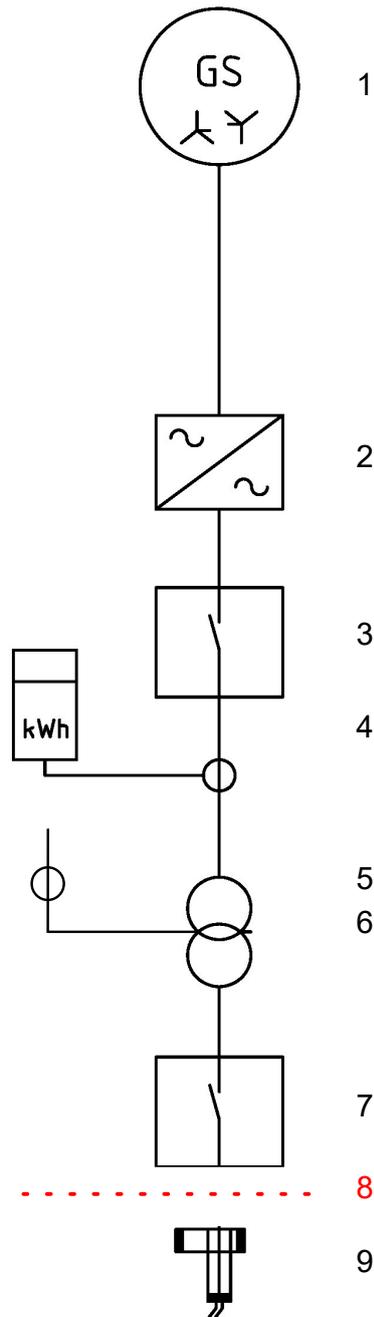


Abb. 1: Prinzipschaltbild ENERCON WEA Standard 1

1	Generator	6	Transformator
2	4-Quadranten Umrichter	7	MS-Schaltanlage
3	NS-Schaltanlage	8	Grenze des Lieferumfangs
4	NS-Zähler	9	MS-Stecker
5	Fehlerstromerkennungswandler		

4 Beschreibung der elektrotechnischen Komponenten

4.1 Stromwandler

4.1.1 Energiemessung

Für die Messung der von der WEA erzeugten Leistung / Energie werden Stromwandler installiert.

Tab. 1: Stromwandler

Parameter	Wert
Bemessungs-Primärstrom I_{pn} [A]	5000
Bemessungs-Sekundärstrom I_{sn} [A]	5
Genauigkeitsklasse	0,5
Bemessungs-Bürde Z_n [VA]	10
Thermischer Bemessungs-Kurzzeitstrom I_{th}	100
Bemessungs-Stoßstrom I_{dyn}	$2,5 \times I_{th}$
Frequenz [Hz]	50 / 60
Höchste Spannung für Betriebsmittel [kV]	0,72
Thermischer Bemessungs-Dauerstrom I_{cth}	$1,0 \times I_{pn}$
Einbau- Höhenlage über NN [m]	1000
Umgebungstemperatur [°C]	- 25 bis + 55
Isolierstoffklasse	E (120°C)
Erfüllte Standards	IEC 61869-2
Hersteller	RITZ oder vergleichbar

4.2 Transformator

Der Transformator überträgt die von der WEA bei 630 V Ausgangsspannung erzeugte elektrische Leistung in das mittelspannungsseitige Windparknetz.

ENERCON installiert ausnahmslos Öl-Hermetik-Transformatoren.

Es gibt vielfältige Gründe für den Einsatz von Öl-Hermetik-Transformatoren, u. a.:

- Hohe Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Belastungen
- Gute Wärmeableitung
- Kompaktes, berührungssicheres Gehäuse
- Geringe Leerlaufverluste
- Geringe Störanfälligkeit gegen Überlast und Wechselbelastungen

Bereits in der Initiierungsphase muss die Netzspannung/-frequenz am Einspeisepunkt beim zuständigen Energieversorger erfragt und ENERCON mitgeteilt werden, um die Transformatoren für die richtige Mittelspannung und Netzfrequenz bestellen zu können. Bei Hochspannungsanschlüssen ist die Niederspannung des Leistungstransformators (Spannung im WP-Netz) maßgeblich für die Mittelspannung des WEA Transformators.

NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG



Der Wert der Netzspannung/-frequenz im Windpark muss im Anlageliefervertrag festgehalten werden.

Der hermetisch geschlossene, geerdete Transformator, die berührungssicheren MS-Anschlüsse bieten ein hohes Maß an Sicherheit gegen direkte Berührung.

Eine Zinkflockenbeschichtung verbunden mit einer Deckschicht aus Wasserlack RAL 7033 schützt den Transformator vor Korrosion.

Der Transformator steht in einer nach WHG zertifizierten Ölwanne, welche für das komplette Flüssigkeitsvolumen des Transformators ausgelegt ist.

Als Isolations- und Kühlungsflüssigkeit des Transformators wird synthetischer Ester eingesetzt, der einen Brennpunkt von ≥ 300 °C aufweist (Kühlmittelart K3 nach IEC 61099).

Das Risiko eines Transformatorbrandes ist bei diesem Transformator als sehr gering einzustufen, da sich der hermetisch geschlossene Kessel bei einem inneren Fehler öffnen müsste, damit Sauerstoff zugeführt werden kann. Das Öffnen des Transformatorkessels wird durch ein umfangreiches, redundantes Schutzsystem sicher verhindert.

Technische Änderungen vorbehalten.

Tab. 2: Transformatordaten

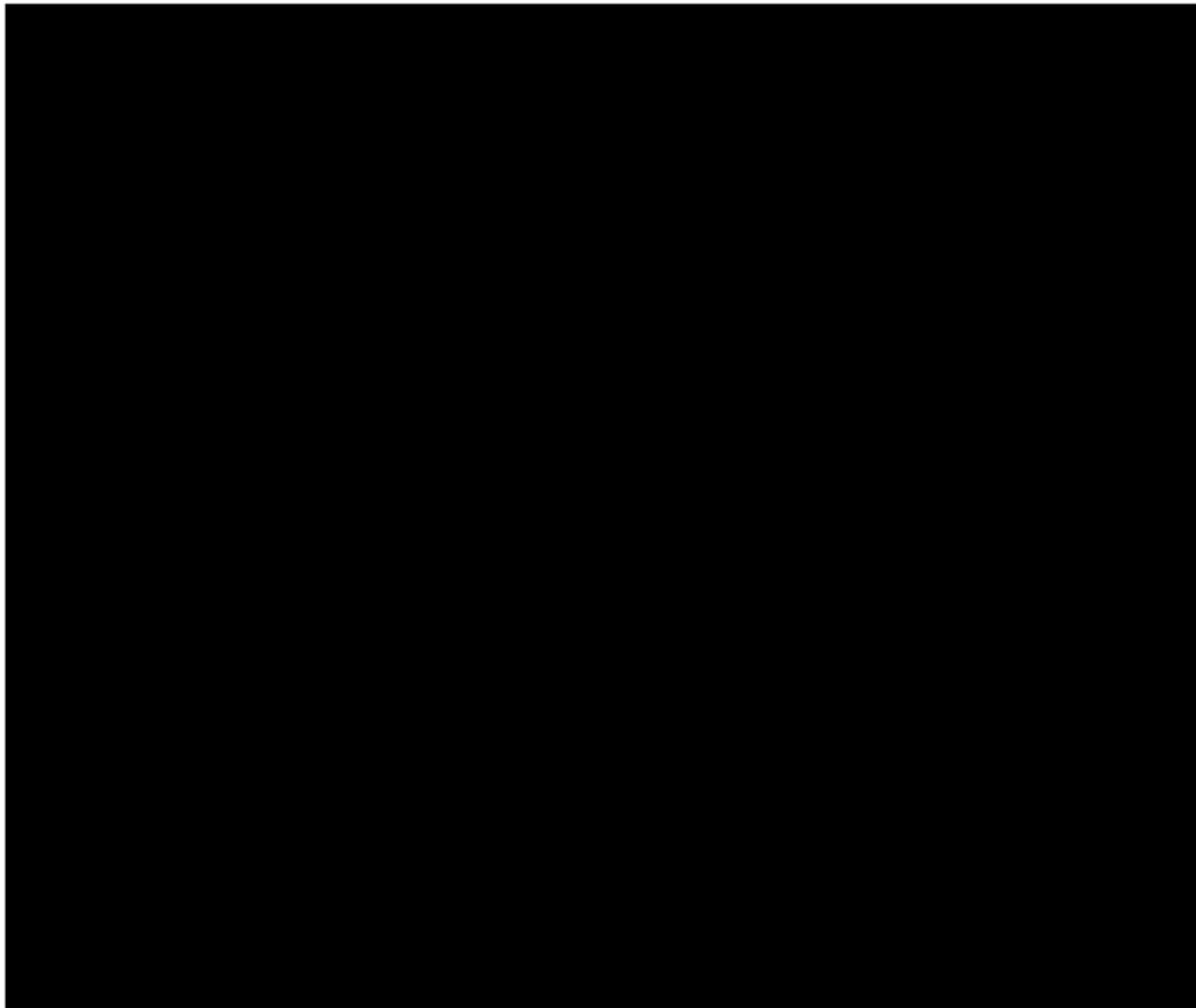
Parameter	Wert
Nennleistung FT/FTS (kVA)	4600
Nennleistung FTQ/FTQS (kVA)	5000
Typ	Step-Up Transformator für Windenergieanlagen
Nennfrequenz (Hz)	Entsprechend Netzfrequenz
Nennspannung OS-Seite (kV)	Entsprechend Netzspannung am NAP bzw. Netzspannung im Windpark bei Hochspannungsanschlüssen
Umstellerausführung	Off load
Umgebungstemperatur (°C)	- 25 bis + 50
Kühl- / Isoliermedium	Synthetischer Ester
Max. Installationshöhe über NN (m)	1000
Schallleistungspegel L_w in dB[A]	≤ 78
Betriebsart	Dauerbetrieb
Erfüllte Standards	Anwendbare Teile der IEC 60076 (siehe Kapitel Mitgeltende Dokumente)

4.2.1 Transformatorschutz

Die von ENERCON installierten Transformatoren verfügen über ein umfassendes Schutzsystem. Der Transformatorschutz setzt sich wie folgt zusammen:

- Überstrom- und Kurzschlusschutz auf der MS-Seite des Transformators
- Kurzschlusschutz auf der Niederspannungsseite des Transformators
- Analoger Temperatursensor
- Öldruckwächter
- Ölniveauschalter

Technische Änderungen vorbehalten.



Erläuterung der Schutzfunktion:

- Der Überstrom- und Kurzschlusschutz auf der MS-Seite wirkt direkt auf den MS-Transformatorschalter.
- Der Niederspannungsschutz schützt den Leistungsschrank, den Transformator und die NS-Kabel zwischen NS-Verteilung und den Leistungsschränken bei einem inneren Kurzschluss im Leistungsschrank.
- Die zweistufige Temperaturüberwachung wird mittels temperaturabhängigen Widerstands in der Thermometertasche des Transformators ausgeführt. Bei Erreichen der Warnschwelle wird die Ausgangsleistung der WEA reduziert. Bei Erreichen der Abschaltchwelle wird die WEA abgeschaltet. So wird eine Transformatorüberlastung verhindert.
- Öldruckwächter und Ölniveauschalter wirken über den Steuerschrank Transformator indirekt auf den MS-Transformatorschalter.

4.3 Mittelspannungsschaltanlage

ENERCON installiert ausschließlich SF₆-isolierte Schaltanlagen, wenn nicht anders vereinbart. Die Aspekte für diese Wahl sind:

- Hohe Lebensdauer
- Hohe Bediener-sicherheit
- Sehr guter Schutz gegen Umwelteinflüsse
- Kompakte, geschlossene Bauart
- Geringer Wartungsaufwand

Alle von ENERCON installierten SF₆-isolierten MS-Schaltanlagen werden inkl. Anbauten im Rahmen des ENERCON-Präqualifikationsverfahrens auf Erfüllung der ENERCON-Spezifikationskriterien überprüft und für den Einbau zugelassen. Teil des Präqualifikationsverfahrens ist die Durchführung einer praktischen Typenprüfung der kompletten Anlagenkonfiguration zur Einhaltung der IEC 62271-200.

Die von ENERCON installierten MS-Schaltanlagen erhalten einen Druckentlastungskanal, der mit der MS-Schaltanlage verbunden wird. Im Fall eines internen Fehlers wird der entstehende Gasdruck über eine Sollbruchstelle (Berstscheibe) entlastet. Das Öffnen der Berstscheibe erfolgt nur, wenn der durch den Fehler aufgebrauchte Energieinhalt groß genug ist, um die Berstscheibe zu zerstören. Praktische Erfahrungen zeigen, dass die aufgebrauchte Energie ($I^{2\text{t}}$) in den allermeisten Fällen nicht ausreicht, um Gas austreten zu lassen. Ein gegebenenfalls austretendes Gasgemisch wird im Druckentlastungskanal abgekühlt und entspannt. Der verbleibende Gasdruck kann über den Kanal in einen unkritischen, vom Bediener abgewandten Bereich entweichen.

Bei einem Fehler im Kabelanschlussraum wird der entstehende Druck ebenfalls über den Sockel in den Druckentlastungskanal geleitet.

Als Alternative zur oben beschriebenen Schaltanlage mit Druckentlastungskanal kann auch eine Variante eingesetzt werden, die ein komplett geschlossenes Gehäuse aufweist, aus dem selbst im Fehlerfall kein Gasgemisch entweicht.



Abb. 3: Beispiel einer 2-feldigen Schaltanlage

4.3.1 Technische Daten der MS-Schaltanlage

Tab. 3: Technische Daten der Mittelspannungsschaltanlage

Bemessungsspannung U_r [kV]	24	36
Nennfrequenz [Hz]	50 / 60	
Anzahl Schaltfelder	2*	
Isoliermedium	SF ₆	
Bauart	Kompakt	
Betriebsart	Dauerbetrieb	
Bemessungs-Betriebsstrom der Sammelschiene I_r [A] \geq	630	
Transformatorfeld / Transformatorschutz	Leistungsschalter	
Bemessungs-Kurzzeitstrom I_k [kA] \geq	16	
Bemessungs-Kurzschlussdauer t_k [t] \geq	1	
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom I_{ma} [kA] \geq	50	
Bemessungs-Kurzzeit-Stehwechselspannung U_d Leiter - Erde [kV] \geq	50	70
Bemessungs-Stehblitzstoßspannung U_p Leiter - Erde [kV] \geq	125	170

NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG

Bemessungsspannung Ur [kV]	24	36
Bemessungs-Stehblitzstoßspannung U_p über die Trennstrecke [kV] \geq	145	190

Für weitere Informationen bzw. Fragen zu Betriebsspannungen > 36 kV kann der zuständige EWM kontaktiert werden.

* Eine zweifeldrige MS-Schaltanlage besteht aus einem Kabelfeld und einem Transformatorfeld. Im Kabelfeld können 2 MS-Kabelsysteme mit einem Kabelquerschnitt $\leq 630 \text{ mm}^2$ angeschlossen werden („huckepack“). Abhängig von der Ausdehnung des Windparks sowie der Anzahl und Leistung der WEA werden Kabel mit einem Kabelquerschnitt > 630 mm^2 verlegt. In diesem Fall wird eine größere MS-Schaltanlage mit 2 oder mehr Kabelfeldern benötigt, die nicht mehr im E-Modul untergebracht werden kann.

Als Alternative kann eine größere MS-Schaltanlage in einer externen Station neben der WEA untergebracht werden. Für Informationen zu dieser Lösung kann der zuständige ENERCON EWM kontaktiert werden (ENERCON Standard 2).

4.3.2 Bedienung MS-Schaltanlage

Zur Optimierung der Bediener-sicherheit installiert ENERCON in der WEA eine Akku-gepufferte Fernschalteinrichtung für den MS-Transformatorschalter. Diese Fernbedienung ermöglicht das Ein- und Ausschalten des MS-Transformatorschalters innerhalb der WEA auf der Eingangsebene von außerhalb der turmintegrierten Transformatorstation. Der MS-Transformatorschalter erhält einen Motorantrieb und eine Auslösespule, um das Ein- und Ausschalten zu ermöglichen.

Die Fernbedienung ist mit einem Vorhängeschloss gesichert, so dass die Bedienung nur durch schaltberechtigtes Personal erfolgen kann.

Bei Gasverlust fällt der Zeiger des Manometers in den "roten" Bereich. In diesem Fall darf die Schaltanlage nicht mehr betätigt werden. Das unterwiesene und schaltberechtigte ENERCON Personal hat Anweisung, dass vor allen Schaltmaßnahmen der Gasdruck zu kontrollieren ist. In die Schaltung des Transformatorschalters ist eine elektrische Verriegelung zur Verhinderung des Schaltvorganges bei zu geringem Gasdruck integriert.

ENERCON Personal ist verpflichtet, den Transformator auszuschalten bevor die TiT betreten wird.

Schaltvorgänge an den Kabelfeldern der MS-Schaltanlage können lediglich manuell unter Berücksichtigung der 5 Sicherheitsregeln und bestimmungsgemäßer Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung durchgeführt werden. Diese dürfen nur von geschultem ENERCON-Fachpersonal durchgeführt werden.

4.3.3 Optionale Konfiguration

4.3.3.1 Schlüsselverriegelung

Auf Anfrage kann ENERCON die MS-Schaltanlagen mit einer zusätzlichen Schlüsselverriegelung ausrüsten. Mit Hilfe der Schlüsselverriegelung können Schaltfelder bzw. Schalter unterschiedlicher MS-Schaltanlagen in unterschiedlichen WEA gegeneinander verriegelt werden. So ist es möglich, eine genau definierte Reihenfolge beim Zu- und Abschalten von MS-Schaltanlagen vorzugeben. In einigen Ländern fordern Kunden und / oder Netzbetreiber diese Option aufgrund von landesspezifischen Richtlinien.

4.3.3.2 Automatische Wiedereinschaltung

Auf Anfrage kann ENERCON die MS-Schaltanlagen mit einem elektrischen System für die zeitlich gestaffelte automatische Wiedereinschaltung (ARS) des MS-Transformatorschalters nach Netzspannungsausfall liefern. Das elektrische System zur automatischen Wiedereinschaltung besteht im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

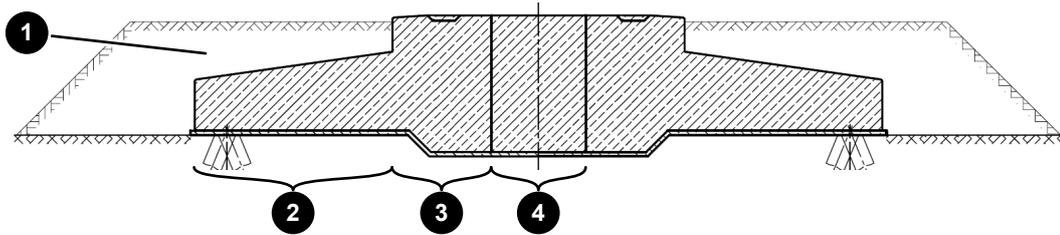
- Spannungserkennungssystem
- Steuerung

In manchen Netzen ist es nötig, MS-Schalter nach Netzfehlerklärung automatisch wieder einzuschalten. Die Realisierung der zeitlich gestaffelten automatischen Wiedereinschaltung basiert auf der Forderung des zuständigen Verteilnetzbetreibers, wonach hohe Transformatoreinschaltströme und die damit verbundenen kurzzeitigen Spannungseinbrüche während der Zuschaltung von WEA-Transformatoren zu vermeiden sind.

Nach Netzausfall >10 s in dem zugehörigen Windpark werden automatisch alle MS-Transformatorschalter in den mit ARS ausgerüsteten MS-Schaltanlagen ausgelöst.

Die wiederkehrende Spannung wird mittels Spannungserkennungssystem im Kabelfeld der MS-Schaltanlage erfasst. Das Spannungserkennungssystem erteilt die Freigabe für die zeitlich gestaffelte Wiedereinschaltung des MS-Transformatorschalters. So wird die gleichzeitige Einschaltung mehrerer Transformatoren und der damit verbundene hohe Einschaltstrom verhindert.

Technische Änderungen vorbehalten.


Abb. 1: Fundament für Stahlturm mit Aufschüttung und Sohlvertiefung

1	Bodenaufschüttung	2	Sporn
3	Sockel	4	Bereich ohne Bewehrung

Allgemeine Fundamentdaten

Jedes Fundament besteht aus einem kreisringförmigen Sporn mit innenliegendem Sockel, der als Auflager für den Stahlturm dient. Die Fundamente werden aus Beton C35/45 hergestellt. Unter den Fundamenten befindet sich eine 0,10 m dicke Sauberkeitsschicht aus Beton C12/15.

In der Sockelmitte ist der Fundamentkorb einbetoniert. Innerhalb des Fundamentkorbs befindet sich ein Bereich ohne Bewehrung mit einem Durchmesser von 2,85 m, der als Leerrohrdurchführung dient. Auf den Sporn wird eine dauerhafte Bodenaufschüttung aufgebracht, die bis auf 0,15 m unter die Sockeloberkante reicht. Die Sockeloberkante liegt 2,80 m über der Geländeoberkante.

Kreisförmige Flachgründung (mit Auftriebswirkung)

Der Außendurchmesser des Sporns beträgt 21,60 m, der Außendurchmesser des Sockels beträgt 8,60 m. Die Spornhöhe beträgt innen 2,05 m und außen 0,70 m. Die Gesamthöhe inklusive der Vertiefung beträgt 3,20 m.

Für diese Gründung ist ein Grundwasserstand bis zur Geländeoberkante zulässig.

Kreisförmige Tiefgründung (mit Auftriebswirkung)

Der Außendurchmesser des Sporns beträgt 18,20 m, der Außendurchmesser des Sockels beträgt 8,60 m. Die Spornhöhe beträgt innen 2,05 m und außen 1,10 m. Die Gesamthöhe beträgt inklusive der Vertiefung 3,20 m.

Für diese Gründung ist ein Grundwasserstand bis zur Geländeoberkante zulässig.

Die Fundamentlasten werden über Pfähle mit vorgegebenem Querschnitt in den tragfähigen Baugrund eingeleitet. Folgende Varianten sind möglich:

- 30 Ortbetonrammpfähle aus Stahlbeton mit Kreisquerschnitt $D = 51$ cm.
- 24 Ortbetonrammpfähle aus Stahlbeton mit Kreisquerschnitt $D = 56$ cm.
- 20 Bohrpfähle aus Stahlbeton mit Kreisquerschnitt $D = 100$ cm.

Der Hybrid-Stahlurm (HST) besteht aus einem T-Flansch und 7 konischen und zylindrischen Stahlsektionen. Die 4 unteren Stahlsektionen bestehen aus gekanteten Blechen mit einer Länge von jeweils 11,48 m, die vor Ort mit vorgespannten Schrauben verbunden werden. Die 3 darauf gesetzten Stahlrohrsektionen werden über Ringflansche verschraubt. Sie haben (von unten nach oben) Längen von 22,05 m, 28,50 m und 28,50 m. Sie werden mit Einbauten vorausgerüstet geliefert. Die unterste Stahlrohrsektion bildet den Übergang zwischen den gekanteten Blechen und den Stahlrohrsektionen.

Die Gesamthöhe des Turms beträgt 125,45 m ab Fundamentoberkante. Der Durchmesser beträgt am Turmfuß 5,51 m, unter dem Turmkopfflansch 3,22 m und am Turmkopfflansch 3,56 m. Die Wanddicke variiert zwischen 20 mm und 35 mm.

Der untere T-Flansch wird geteilt geliefert, auf dem Fundament ausgerichtet und mit dem Fundamentkorb verschraubt. Anschließend werden die vorgefertigten Stahlsektionen darauf montiert. Auf die oberste Stahlsektion wird die Gondel montiert.

Der Aufstieg im Turm erfolgt über eine Sicherheitssteigleiter in Kombination mit einer Steigschutzeinrichtung gemäß DIN EN ISO 14122-4:2016. Zwischen der Eingangsebene und dem oberen Ende des Turms sind Podeste angeordnet. Diese Podeste werden im Werk vorinstalliert und während des Montageprozesses komplettiert. Sie dienen als feste Arbeitsbühne sowie als Ruhebühne beim Auf- und Abstieg. Zum problemlosen Durchstieg befinden sich in den Podesten mit Klappen abgedeckte Luken.

Zusätzlich wird eine Aufstiegshilfe (Nutzlast 240 kg) nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG eingebaut. Sie fährt seilgeführt bis zu einem Podest einige Meter unterhalb des Turmkopfs. Für die restliche Strecke wird die Sicherheitssteigleiter mit Steigschutzeinrichtung benutzt.

Die Turminnenleuchten sind so verteilt, dass eine ausreichende Beleuchtung des Turminnenraums gegeben ist. Bei Spannungsausfall wird die Innenbeleuchtung durch eine Notstromeinrichtung versorgt, sodass Personen sicher absteigen können.

Der Zugang zum Turm erfolgt über eine außen angebrachte Treppe. Vor der Turmeingangstür ist ein Podest montiert. Im Turm befindet sich auf dieser Höhe das Eingangspodest. Die Turmeingangstür ist mit einem Schloss ausgerüstet, das von innen jederzeit ohne Schlüssel und Werkzeug geöffnet werden kann. Der Zutritt von außen ist nur mit Schlüssel möglich.

Der Transformator und die Mittelspannungsschaltanlage sind im Turm unter der Eingangsebene oder alternativ außerhalb des Turms in einer Transformatorstation untergebracht. Der Zugang ist in beiden Fällen mit einem separaten Schließsystem gesichert.

3.2 Angaben zu verwendeten und anfallenden Energien

Anlagen:

- 3.2_D0215274-13 - Eigenbedarf.pdf

Technische Beschreibung

ENERCON Windenergieanlagen
Eigenbedarf

Technische Änderungen vorbehalten.

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Simon-Hermann Wobben
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0215274-13		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2019-03-29	de	DA	WRD GmbH / Validierung

Technische Änderungen vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Verbraucher	6
3	Betriebspunkte.....	7
4	Betriebsbedingungen.....	8
5	Ergebnisse	9
5.1	Eigenbedarf der Windenergieanlage im Sommer.....	9
5.2	Eigenbedarf der Windenergieanlage im Winter.....	11

Technische Änderungen vorbehalten.

Abkürzungsverzeichnis

FT	FACTS Transmission (elektrische Konfiguration mit FACTS-Eigenschaften)
FTQ	FACTS Transmission mit Q+ Option (elektrische Konfiguration mit erweitertem Blindleistungsstellbereich)
STATCOM	Static compensator (statischer Kompensator)
WEA	Windenergieanlage

Technische Änderungen vorbehalten.

1 Einleitung

ENERCON Windenergieanlagen beziehen im Stillstand wie auch im Trudelbetrieb Wirkleistung aus dem Versorgungsnetz, um die Funktionalität der Steuerung und der Hilfsantriebe aufrecht zu erhalten. Bestimmte Umgebungsbedingungen wie z. B. Windgeschwindigkeit, Windrichtungsänderungen, Umgebungstemperatur oder Luftfeuchtigkeit können Einfluss auf die Höhe des Leistungsbezugs haben. Erzeugt eine Windenergieanlage Wirkleistung, wird der Eigenbedarf von der Anlage selbst gedeckt.

In diesem Dokument wird der Eigenbedarf der ENERCON Windenergieanlagen im Stillstand wie auch im Trudelbetrieb dargestellt. Bei den angegebenen Werten handelt es sich um Abschätzungen, die unter Berücksichtigung bestimmter Betriebsbedingungen der Windenergieanlagen ermittelt wurden. Grundlage für die Abschätzungen sind Messungen an den jeweiligen Windenergieanlagentypen mit unterschiedlichen elektrischen Konfigurationen und verschiedenen Varianten des Kühl- und Heizsystems.

2 Verbraucher

Auch wenn eine Windenergieanlage keine Wirkleistung erzeugt, sind einzelne Systeme aktiv und müssen mit elektrischer Energie versorgt werden. Folgende Systeme und Verbraucher verursachen einen signifikanten Teil des Eigenbedarfs der Windenergieanlage:

Tab. 1: Relevante Verbraucher

System	Verbraucher
Grundverbrauch	Steuerungsplatinen
Windnachführung	Azimutmotoren
	Blattverstellmotoren
Kühlsystem	Turmlüfter
	Gondellüfter
	Lüfter-Umrichterschrank
	Flüssigkeitskühlung mit Pumpenmodul und Passivkühler (modellspezifisch)
Heizsystem	Generatortrocknung
	Heizung
	Heizkörper-Umrichterschränke
Blattheizung (projektspezifisch)	Heizregister
	Radialventilator

Tab. 2: Relevante Verluste

System	Verluste
STATCOM	Schaltverluste der Umrichter

Der Energiebezug einer Windenergieanlage mit Blindleistungsexport oder Blindleistungsimport bei sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten hängt von den projektspezifischen Wetterbedingungen (Wind, Temperatur etc.) ab.

Elektrische Konfiguration

Die Messungen haben gezeigt, dass der Unterschied zwischen den elektrischen Konfigurationen (FT und FTQ) keinen signifikanten Einfluss auf den Eigenbedarf der Windenergieanlagen hat. Daher wird die elektrische Konfiguration nicht berücksichtigt.

3 Betriebspunkte

Für die Ermittlung des Eigenbedarfs werden verschiedene Betriebspunkte berücksichtigt.

Windenergieanlage im Standby

Die Windenergieanlage produziert keine elektrische Energie trotz vorhandener Netzversorgung. Ursachen können z. B. Windmangel oder ein Regelsignal vom Netzbetreiber sein.

Die relevanten Verbraucher sind je nach Bedarf aktiv. Die relevanten Verbraucher sind Windnachführung, Kabelentdrillung, Kühl- und Heizsystem sowie die Blattheizung (projektspezifisch).

Windenergieanlage mit STATCOM

Die Windenergieanlage produziert keine Wirkleistung trotz vorhandener Netzversorgung. Blindleistung wird zur Spannungsregelung und Netzstabilisierung zur Verfügung gestellt. Für die Ermittlung des Eigenbedarfs wird die maximale Blindleistungsbereitstellung im „Absorption“-Betrieb (Import von Blindleistung) betrachtet.

Windenergieanlage nach Netzausfall

Die Windenergieanlage wird nach einem Netzausfall wieder eingeschaltet. Mehrere relevante Verbraucher werden gleichzeitig eingeschaltet, wie z. B. Generatortrocknung, Heizsystem, Windnachführung oder Kühlsystem.

4 Betriebsbedingungen

Um einen möglichst breiten Betriebsbereich abzudecken, werden bestimmte Betriebsbedingungen untersucht.

Sommer

Im Sommer sind neben der Versorgung der Steuerung zeitweise die Windnachführung sowie die Kühlsysteme der Windenergieanlage aktiv.

Winter

Im Winter sind neben der Versorgung der Steuerung zeitweise die Windnachführung sowie die Kühlsysteme aktiv. Die Heizsysteme und die Blattheizung (projektspezifisch) sind besonders bei längeren Standzeiten aktiv.

Um zu den jeweiligen Betriebspunkten eine Aussage zum Eigenbedarf machen zu können, sind in den folgenden zwei Tabellen die relevanten Verbraucher zugeordnet.

Tab. 3: Verbraucher/Verluste im Sommer

Verbraucher/Verluste	WEA Standby	WEA mit STATCOM	WEA nach Netzausfall
Grundverbrauch	x	x	x
Windnachführung	x	x	x
Kühlsystem	x	x	x
Heizsystem			
Blattheizung (projektspezifisch)			
STATCOM		x	

Tab. 4: Verbraucher/Verluste im Winter

Verbraucher/Verluste	WEA Standby	WEA mit STATCOM	WEA nach Netzausfall
Grundverbrauch	x	x	x
Windnachführung	x	x	x
Kühlsystem		x	x
Heizsystem	x		x
Blattheizung (projektspezifisch)	x	x	
STATCOM		x	

Technische Änderungen vorbehalten.

5 Ergebnisse

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Ermittlung des Eigenbedarfs von ENERCON Windenergieanlagen im Stillstand wie auch im Trudelbetrieb als Maximalwert und als 15-Minuten-Mittelwert dargestellt. Dabei werden sowohl die in Kap. 3, S. 7 dargestellten Betriebspunkte, als auch die unter Kap. 4, S. 8 aufgeführten Szenarien berücksichtigt.

Die nachfolgenden Werte können bei einer Windenergieanlage mit gleicher Bezeichnung aber reduzierter Nennleistung geringer sein.

Maximalwerte (Max.)

Bei den Maximalwerten handelt es sich um eine Addition der einzelnen Leistungen, die beim Betrieb der einzelnen Systeme gemessen werden.

15-Minuten-Mittelwerte (15-Min.)

Bei den 15-Minuten-Mittelwerten handelt es sich um Werte, die unter Berücksichtigung von gewissen Einschaltzyklen der Hilfsaggregate über eine Periode von 15 Minuten entstehen.

5.1 Eigenbedarf der Windenergieanlage im Sommer

Tab. 5: Eigenbedarf der Windenergieanlage im Sommer

WEA-Typ	WEA Standby		WEA mit STATCOM		WEA nach Netzausfall	
	Max. in kW	15-Min. in kW	Max. in kW	15-Min. in kW	Max. in kW	15-Min. in kW
E-44 (200 kW) ¹	11	2	-	-	13	3
E-44 (250 kW) ¹	12	2	-	-	14	3
E-44 (500 kW) ¹	13	2	-	-	15	3
E-44 (900 kW)	14	2	23	16	16	3
E-48 (500 kW) ¹	13	2	-	-	15	3
E-48 (800 kW)	14	2	23	16	16	3
E-53 (500 kW) ¹	13	2	-	-	15	3
E-53 (800 kW)	14	2	23	16	16	3
E-66 (1500 kW)	47	9	-	-	52	7
E-70 E4 (1500 kW) ¹	47	9	-	-	52	7
E-70 E4 (2000 kW)	48	9	-	-	53	7
E-70 E4 (2300 kW)	48	9	85	64	53	7
E-82 E2 (2000 kW)	41	8	78	61	46	7
E-82 E2 (2300 kW)	48	9	85	64	53	7
E-82 E4 (2350 kW)	52	10	117	95	57	7
E-82 E4 (3000 kW)	55	10	120	95	60	7
E-92 (2000 kW)	51	9	86	63	67	14
E-92 (2350 kW)	52	9	87	63	68	14

WEA-Typ	WEA Standby		WEA mit STATCOM		WEA nach Netzausfall	
	Max. in kW	15-Min. in kW	Max. in kW	15-Min. in kW	Max. in kW	15-Min. in kW
E-101 (3050 kW)	62	11	130	96	77	15
E-101 E2 (3500 kW) ²	64	11	132	96	79	15
E-103 EP2 (2000 kW) ²	51	9	86	63	67	14
E-103 EP2 (2350 kW) ²	52	9	87	63	68	14
E-115 (3000 kW)	62	11	130	96	85	19
E-115 E2 (3200 kW) ²	62	11	130	96	85	19
E-115 EP3 E3 (2990 kW) ²	62	11	130	96	85	19
E-115 EP3 E3 (4200 kW) ²	98	19	192	124	156	32
E-126 EP3 (3000 kW) ²	95	19	188	122	152	32
E-126 EP3 (3500 kW) ²	96	19	189	123	153	32
E-126 EP3 (4000 kW) ²	98	19	192	124	156	32
E-126 EP4 (4200 kW) ²	104	20	200	128	168	34
E-138 EP3 (3500 kW) ²	98	19	192	124	156	32
E-138 EP3 E2 (4200 kW) ²	108	21	210	136	171	35
E-141 EP4 (4200 kW) ²	104	20	200	128	168	34

¹ länder- und projektspezifische Anlagenkonfigurationen (Verfügbarkeit prüfen)

² vorläufige Daten

Technische Änderungen vorbehalten.

5.2 Eigenbedarf der Windenergieanlage im Winter

Tab. 6: Eigenbedarf der Windenergieanlage im Winter (ohne Blattheizung)

WEA-Typ	WEA Standby		WEA mit STATCOM		WEA nach Netzausfall	
	Max. in kW	15-Min. in kW	Max. in kW	15-Min. in kW	Max. in kW	15-Min. in kW
E-44 (200 kW) ¹	6	1	-	-	8	3
E-44 (250 kW) ¹	7	2	-	-	9	3
E-44 (500 kW) ¹	9	2	-	-	11	4
E-44 (900 kW)	13	9	23	16	19	11
E-48 (500 kW) ¹	9	2	-	-	11	4
E-48 (800 kW)	13	9	23	16	19	11
E-53 (500 kW) ¹	9	2	-	-	11	4
E-53 (800 kW)	13	9	23	16	19	11
E-66 (1500 kW)	24	18	-	-	36	23
E-70 E4 (1500 kW) ¹	24	18	-	-	36	23
E-70 E4 (2000 kW)	25	19	-	-	37	24
E-70 E4 (2300 kW)	25	19	85	60	37	24
E-82 E2 (2000 kW)	25	19	78	60	37	24
E-82 E2 (2300 kW)	25	19	85	60	37	24
E-82 E4 (2350 kW)	28	17	115	89	36	23
E-82 E4 (3000 kW)	32	19	118	91	40	25
E-92 (2000 kW)	28	18	72	59	50	28
E-92 (2350 kW)	29	19	73	60	51	29
E-101 (3050 kW)	50	32	130	91	67	41
E-101 E2 (3500 kW) ²	53	34	133	93	70	42
E-103 EP2 (2000 kW) ²	28	18	72	59	50	28
E-103 EP2 (2350 kW) ²	29	19	73	60	51	29
E-115 (3000 kW)	52	31	130	92	75	46
E-115 E2 (3200 kW) ²	52	31	130	92	75	46
E-115 EP3 E3 (2290 kW) ²	52	31	130	92	75	46
E-115 EP3 E3 (4200 kW) ²	67	35	170	118	106	59
E-126 EP3 (3000 kW) ²	67	33	170	116	106	55
E-126 EP3 (3500 kW) ²	67	34	170	117	106	56
E-126 EP3 (4000 kW) ²	67	35	170	118	106	59
E-126 EP4 (4200 kW) ²	69	36	177	122	110	61
E-138 EP3 (3500 kW) ²	62	34	155	110	95	55
E-138 EP3 E2 (4200 kW) ²	69	37	170	121	105	61

Technische Änderungen vorbehalten.

WEA-Typ	WEA Standby		WEA mit STATCOM		WEA nach Netzausfall	
	Max. in kW	15-Min. in kW	Max. in kW	15-Min. in kW	Max. in kW	15-Min. in kW
E-141 EP4 (4200 kW) ²	69	36	177	122	110	61

¹ länder- und projektspezifische Anlagenkonfigurationen (Verfügbarkeit prüfen)

² vorläufige Daten

Wenn die Blattheizung aktiv ist, beträgt die Heizdauer üblicherweise mehrere Stunden. Aus diesem Grund müssen die Nennleistungswerte der Blattheizung (Tab. 7, S. 12) zu den Ergebnissen in den Spalten *WEA Standby* und *WEA mit STATCOM* dazu addiert werden.

Eigenbedarf der Blattheizung im Winter

In der nachfolgenden Tabelle ist der maximale Leistungsbezug der Blattheizung für die Windenergieanlagen aufgelistet.

Eine Begrenzung der Leistungsaufnahme auf einen geringeren Wert ist möglich. Hierzu müssen entsprechende Einstellungen an der Steuerung der Windenergieanlage vorgenommen werden. Eine Verringerung der Leistungsaufnahme führt jedoch auch zu einer Verringerung der Effektivität der Blattheizung.

Tab. 7: Nennleistung Blattheizung

WEA-Typ	Nennleistung Blattheizung in kW (Blattheizungsmodul je Blatt)
E-44 (200 kW) ¹	15,2
E-44 (250 kW) ¹	15,2
E-44 (500 kW) ¹	15,2
E-44 (900 kW)	15,2
E-48 (500 kW) ¹	15,2
E-48 (800 kW)	15,2
E-53 (500 kW) ¹	15,2
E-53 (800 kW)	15,2
E-66 (1500 kW)	22,7
E-70 (1500 kW) ¹	22,7
E-70 (2000 kW)	22,7
E-70 (2300 kW)	22,7
E-82 E2 (2000 kW)	29,0
E-82 E2 (2300 kW)	29,0
E-82 E4 (2350 kW)	29,0
E-82 E4 (3000 kW)	29,0
E-92 (2000 kW)	43
E-92 (2350 kW)	43
E-101 (3050 kW)	74,3

Technische Änderungen vorbehalten.

WEA-Typ	Nennleistung Blattheizung in kW (Blattheizungsmodul je Blatt)
E-101 E2 (3500 kW) ²	74,3
E-103 EP2 (2000 kW) ²	43
E-103 EP2 (2350 kW) ²	55,5
E-115 (3000 kW)	74,3
E-115 E2 (3200 kW) ²	55,5
E-115 EP3 E3 (2990 kW) ²	74,3
E-115 EP3 E3 (4200 kW) ²	68
E-126 EP3 (3000 kW) ²	55,5
E-126 EP3 (3500 kW) ²	55,5
E-126 EP3 (4000 kW) ²	68
E-126 EP4 (4200 kW) ²	80,5
E-138 EP3 (3500 kW) ²	68
E-138 EP3 E2 (4200 kW) ²	75
E-141 EP4 (4200 kW) ²	80,5

¹ länder- und projektspezifische Anlagenkonfigurationen (Verfügbarkeit prüfen)

² vorläufige Daten

Technische Änderungen vorbehalten.

3.5.1 Sicherheitsdatenblätter der gehandhabten Stoffe

Anlagen:

- 01_D0718341-0_#_de_#_Sicherheitsdatenblatt_DEMAG_Spezialschmierfett_Stand Februar 2018.pdf
- 02_D0420786-4_#_de_Sicherheitsdatenblatt_Glykosol N 45%_Stand März 2020.pdf
- 03_GORACON GTO 68_Stand April 2017_de.pdf
- 04_D0515908-4_#_de_#_Sicherheitsdatenblatt_HHS 2000_Stand Februar 2020.pdf
- 05_Klueberplex AG 11-461_Stand Oktober 2017_de.pdf
- 06_D0515511-2_#_de_#_Sicherheitsdatenblatt_Klüberplex BEM 41-141_Stand März 2019.pdf
- 07_Kluebersynth GH 6-220_Stand Januar 2018_de.pdf
- 08_D0935308-0_#_en_#_safety data sheet_Liebherr_Spezialfett_1026_LS_date December 2017.pdf
- 09_MIDEL_7131_Stand Mai 2018_de.pdf
- 10_D0230245-3_#_en_#_safety data sheet_MOBIL_SHC_GREASE_460_WT_date November 2018.pdf
- 11_MOUSSEAL-CF-F-30_Stand Mai 2018_de.pdf
- 12_NYROSTEN N 113_Stand Februar 2016_de.pdf
- 13_Renolin ZAF 32 LT_Stand Mai 2016_de.pdf
- 14_D0514498-2_#_de_#_Sicherheitsdatenblatt_Renolin Unisyn CLP 220_Stand Dezember 2019.pdf
- 15_Shell Gadus S5 T460 1.5_Stand Dez. 2018_de.pdf
- 16_D0306770-4_#_de_#_Sicherheitsdatenblatt_Spirax_S4_TXM_Stand März 2018.PDF
- 17_D0321747-3_#_de_#_Sicherheitsdatenblatt_TECTROL_CLP_220_Stand Mai 2019.PDF

Deckblatt der Demag Cranes & Components GmbH zum
Original – **Sicherheitsdatenblatt** des Herstellers

- **Produktidentifikator der Demag Cranes & Components GmbH**

Produktname: Fett GP00H-30DEMAG-Spe.

Ident-Nr(n). bzw. Produktcode: 66500944

- **Produktidentifikator des Herstellers**

Produktname: DEMAG SPEZIALSCHMIERFETT KETTE

Produktcode: n.a.

Das vorgenannte Produkt ist unverändert identisch mit dem im nachfolgenden Original – Sicherheitsdatenblatt des Herstellers aufgeführten Stoff bzw. Gemisch. Daher gelten alle in diesem Sicherheitsdatenblatt benannten Angaben uneingeschränkt für obiges Produkt der Demag Cranes & Components GmbH.

Wetter, 2018-02-09

Demag Cranes & Components GmbH

Standort Wetter

Ruhrstrasse 28

58300 Wetter / Germany

Fon: +49 2335 92-0 (Reception)

+49 2335 92-7189 (Standardization)

E-Mail: DCC.DCCDEStandardization@demagcranes.com

Web: www.demagcranes.de

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der geänderten Fassung Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) Artikel 31 Anhang II.

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffes bzw. des Gemisches und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Produktname: DEMAG SPEZIALSCHMIERFETT KETTE

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Identifizierte Verwendungen: Schmierfett

Verwendungen, von denen abgeraten wird: Keine Verwendungen, von denen abgeraten wird, identifiziert.

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Hersteller / Lieferant

Fuchs Schmierstoffe GmbH
Friesenheimer Str. 19
68169 Mannheim

Telefon:

+49 621 3701-0 (ZENTRALE)

Fax:

+49 621 3701-570

Kontaktperson:

Fuchs Schmierstoffe GmbH Abteilung Produktsicherheit

Telefon:

+49 621 3701-1333

Fax:

+49 621 3701-7303

E-Mail:

produktsicherheit@fuchs-schmierstoffe.de

1.4 Notrufnummer:

+49 621 3701-1333 / +49 621 3701-0 (Mo-Do 8-17, Fr 8-16)

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Das Produkt wurde gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP) als gefährlich eingestuft und gekennzeichnet.

Einstufung gemäß der (EG) Richtlinie 1272/2008 in der geänderten Fassung.

Gesundheitsgefahren

Augenreizung

Kategorie 2

H319: Verursacht schwere Augenreizung.

Gefahrenübersicht

Physikalische Gefahren: Es liegen keine Daten vor.

2.2 Kennzeichnungselemente

Produktname: DEMAG SPEZIALSCHMIERFETT KETTE



Signalwörter: Achtung

Gefahrenhinweis(e): H319: Verursacht schwere Augenreizung.

Sicherheitshinweise

Prävention: P262: Nicht in die Augen, auf die Haut oder auf die Kleidung gelangen lassen.

2.3 Sonstige Gefahren: Bei Beachtung der beim Umgang mit Mineralölprodukten und Chemieprodukten üblichen Vorsichtsmaßnahmen sowie der Hinweise zur Handhabung (Pkt 7) und zur persönlichen Schutzausrüstung (Pkt 8) sind keine besonderen Gefahren bekannt. Produkt nicht unkontrolliert in die Umwelt gelangen lassen.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.2 Gemische

Allgemeine Information: Schmierfett: Verdickersystem und Additive in hochraffiniertem Mineralöl.

Chemische Bezeichnung	Identifikator	Konzentration *	REACH Registrierungs-Nr	Hinweise
ZnDTP	EINECS: 247-810-2	1,00 - <2,50%	01-2119937239-30	

* Alle Konzentrationen sind als Gewichtsprozent angegeben, wenn der Inhaltstoff kein Gas ist. Gaskonzentrationen werden in Volumenprozent angegeben. PBT: Persistenter, bioakkumulierbarer und toxischer Stoff. vPvB: Sehr persistente und sehr bioakkumulierbare Substanz.

Klassifizierung

Chemische Bezeichnung	Identifikator	Klassifizierung
ZnDTP	EINECS: 247-810-2	CLP: Eye Dam. 1;H318, Aquatic Chronic 2;H411

CLP: Verordnung Nr. 1272/2008.

Der Wortlaut der angeführten Gefahrenhinweise ist dem Abschnitt 16 zu entnehmen.

Die hochraffinierten Mineralöle und Petroleumdestillate in unserem Produkt enthalten nach IP 346 einen DMSO-Extrakt von weniger als 3% (w/w) und sind nach Nota L, Anhang VI der Verordnung EU 1272/2008 nicht als krebserzeugend eingestuft.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

Allgemeines: Mit Produkt verunreinigte Kleidungsstücke unverzüglich entfernen.

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

Einatmen: Frischluftzufuhr, bei Beschwerden Arzt aufsuchen.

Produktname: DEMAG SPEZIALSCHMIERFETT KETTE

Augenkontakt: Augen sofort mit viel Wasser spülen, Augenlider dabei hochziehen.

Hautkontakt: Mit Wasser und Seife waschen.

Verschlucken: Mund gründlich spülen.

4.2 Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen: Kann Haut- und Augenreizungen bewirken.

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung: Ärztliche Hilfe hinzuziehen, wenn Symptome auftreten.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

Geeignete Löschmittel: CO₂, Löschpulver oder nebelartiger Wassersprühstrahl. Größeren Brand mit alkoholbeständigem Schaum oder Wassersprühstrahl mit geeignetem Tensidzusatz bekämpfen.

Ungeeignete Löschmittel: Wasser im Vollstrahl.

5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren: Im Brandfall können sich gesundheitsschädliche Gase entwickeln.

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung

Hinweise zur Brandbekämpfung: Behälter aus dem Brandbereich entfernen, soweit dies ohne Gefahr möglich ist. Brandrückstände und kontaminiertes Löschwasser müssen entsprechend den behördlichen Vorschriften entsorgt werden. Kontaminiertes Löschwasser getrennt sammeln, darf nicht in die Kanalisation gelangen.

Besondere Schutzausrüstungen für die Brandbekämpfung: Im Brandfall umluftunabhängiges Atemschutzgerät und komplette Schutzausrüstung tragen.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren: Nicht erforderlich.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen: Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Beim Austritt großer Mengen muss immer der Umweltschutzbeauftragte benachrichtigt werden. Weiteres Auslaufen oder Verschütten vermeiden, wenn dies ohne Gefahr möglich ist. Nicht in die Kanalisation/Oberflächenwasser/Grundwasser gelangen lassen.

Produktname: DEMAG SPEZIALSCHMIERFETT KETTE

- 6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung:** Ausgetretenes Material mechanisch aufnehmen oder mit flüssigkeitsbindendem Material aufnehmen. Das aufgenommene Material vorschriftsmäßig entsorgen. Materialfluss stoppen, falls ohne Gefahr möglich
- 6.4 Verweis auf andere Abschnitte:** Für persönliche Schutzausrüstung siehe Abschnitt 8 des SDB. Informationen zur sicheren Handhabung siehe Abschnitt 7. Informationen zur Entsorgung siehe Abschnitt 13.

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung:

- 7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung:** Für ausreichende Lüftung sorgen. Anerkannte industrielle Hygienemaßnahmen beachten. Bei der Arbeit nicht essen, trinken oder rauchen. Die beim Umgang mit Mineralölprodukten bzw. Chemieprodukten üblichen Vorsichtsmaßnahmen sind zu beachten.
- 7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten:** Die Vorschriften des WHG, der Landeswassergesetze und der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (VAwS in der jeweiligen Länderfassung) sind zu beachten.
- 7.3 Spezifische Endanwendungen:** Nicht anwendbar
- Lagerungshinweise:** 11, Brennbare Feststoffe

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Grenzwerte Berufsbedingter Exposition

Für keinen der Bestandteile gelten Arbeitsplatzgrenzwerte.

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Geeignete technische Steuerungseinrichtungen:

Für ausreichende Lüftung sorgen. Lüftungsgrad muss an die Bedingungen angepasst werden. Gegebenenfalls Prozesskammern, örtliche Abluftsysteme oder andere technische Schutzmaßnahmen zur Kontrolle der Konzentrationen in der Luft einsetzen, um diese unterhalb der empfohlenen Belastungsgrenzen zu halten. Wenn keine Expositionsgrenzen festgesetzt wurden, die Konzentrationen in der Luft auf einem akzeptierbaren Niveau halten.

Individuelle Schutzmaßnahmen, zum Beispiel persönliche Schutzausrüstung

Allgemeine Information:

Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen. Vorgeschriebene persönliche Schutzausrüstung verwenden. Persönliche Schutzausrüstung muss in Übereinstimmung mit den geltenden CEN-Normen und nach Absprache mit dem Lieferanten für persönliche Schutzausrüstung gewählt werden. Die üblichen Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Mineralölprodukten oder Chemikalien sind in jedem Fall zubeachten.

Augen-/Gesichtsschutz:

Beim Umfüllen Schutzbrille (EN 166) empfehlenswert.

Produktname: DEMAG SPEZIALSCHMIERFETT KETTE

Hautschutz

Handschutz: Material: Nitrilbutylkautschuk (NBR).
Mind. Durchbruchzeit: >= 480 min
Empfohlene Materialstärke: >= 0,38 mm

Langandauernden oder wiederholten Hautkontakt vermeiden. Geeignete Schutzhandschuhe werden vom Handschuhlieferanten empfohlen. Vorbeugender Hautschutz durch Hautschutzsalbe. Schutzhandschuhe, wo sicherheitstechnisch erlaubt. Die genaue Durchbruchzeit ist beim Schutzhandschuhhersteller zu erfahren und einzuhalten, da sie nicht nur vom Handschuhmaterial, sondern auch von arbeitsplatzspezifischen Faktoren abhängig ist.

Andere: Keine produktgetränkten Putzlappen in den Hosentaschen mitführen. Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen.

Atemschutz: Aufgrund der Form des Produktes nicht relevant.

Thermische Gefahren: Nicht bekannt.

Hygienemaßnahmen: Immer gute persönliche Hygiene einhalten, z.B. Waschen nach der Handhabung des Materials und vor dem Essen, Trinken und/oder Rauchen. Arbeitskleidung regelmäßig waschen, um Kontaminationen zu entfernen. Kontaminierte Fußbekleidung, die nicht gesäubert werden kann, entsorgen.

Umweltschutzmaßnahmen: Es liegen keine Daten vor.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

Aussehen

Aggregatzustand:	fest
Form:	fadenziehend
Farbe:	Braun
Geruch:	Charakteristisch
Geruchsschwelle:	Auf Gemische nicht anwendbar
pH-Wert:	Nicht anwendbar
Schmelzpunkt:	Auf Gemische nicht anwendbar
Siedepunkt:	Nicht anwendbar
Flammpunkt:	Nicht anwendbar
Verdampfungsgeschwindigkeit:	Auf Gemische nicht anwendbar
Entzündbarkeit (fest, gasförmig):	Wert für Einstufung nicht relevant
Explosionsgrenze - obere (%)-:	Auf Gemische nicht anwendbar
Explosionsgrenze - untere (%)-:	Auf Gemische nicht anwendbar
Dampfdruck:	Auf Gemische nicht anwendbar
Dampfdichte (Luft=1):	Auf Gemische nicht anwendbar
Dichte:	0,90 g/ml (25,00 °C)
Löslichkeit(en)	
Löslichkeit in Wasser:	Nicht wasserlöslich
Löslichkeit (andere):	Es liegen keine Daten vor.

Produktname: DEMAG SPEZIALSCHMIERFETT KETTE

Verteilungskoeffizient (n-Octanol/Wasser) - log Pow:	Auf Gemische nicht anwendbar
Selbstentzündungstemperatur:	Wert für Einstufung nicht relevant
Zersetzungstemperatur:	Wert für Einstufung nicht relevant
NLGI:	00
Explosive Eigenschaften:	Wert für Einstufung nicht relevant
Oxidierende Eigenschaften:	Wert für Einstufung nicht relevant
9.2 Sonstige Angaben	Es liegen keine Daten vor.

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität:	Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
10.2 Chemische Stabilität:	Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
10.3 Möglichkeit Gefährlicher Reaktionen:	Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
10.4 Zu Vermeidende Bedingungen:	Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
10.5 Unverträgliche Materialien:	Stark oxidierende Stoffe. Starke Säuren. Starke Basen.
10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte:	Bei thermischem Zerfall oder Verbrennung können Kohlenstoffoxide sowie andere giftige Gase und Dämpfe freigesetzt werden.

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Akute Toxizität

**Verschlucken
Produkt:**

Auf Basis der vorliegenden Daten nicht eingestuft für akute Toxizität.

**Hautkontakt
Produkt:**

Auf Basis der vorliegenden Daten nicht eingestuft für akute Toxizität.

**Einatmen
Produkt:**

Auf Basis der vorliegenden Daten nicht eingestuft für akute Toxizität.

Ätz/Reizwirkung auf die Haut:

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Schwere Augenschädigung/-Reizung:

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien erfüllt.

Produktname: DEMAG SPEZIALSCHMIERFETT KETTE

Atemwegs- oder Hautsensibilisierung:

Produkt: Sensibilisierung der Haut: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.
Atemwegssensibilisator: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Keimzellmutagenität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Karzinogenität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Reproduktionstoxizität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität - bei Einmaliger Exposition

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität - bei Wiederholter Exposition

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Aspirationsgefahr

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Andere Schädliche Wirkungen:

Es liegen keine Daten vor.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität

Akute Toxizität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Chronische Toxizität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

Biologischer Abbau

Produkt: Auf Gemische nicht anwendbar

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Produkt: Auf Gemische nicht anwendbar

12.4 Mobilität im Boden:

Produkt: Auf Gemische nicht anwendbar

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung:

Das Produkt enthält keine Stoffe, die die PBT/vPvB Kriterien erfüllen.

Produktname: DEMAG SPEZIALSCHMIERFETT KETTE

12.6 Andere Schädliche Wirkungen:	Es liegen keine Daten vor.
Wassergefährdungs- klasse (WGK):	WGK 1: schwach wassergefährdend.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren der Abfallbehandlung

Allgemeine Information:	Entsorgung von Abfall und Rückständen in Übereinstimmung mit den jeweiligen lokalen Bestimmungen.
Entsorgungsmethoden:	Nicht in die Kanalisation gelangen lassen; Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden. Bei Lagerung gebrauchter Produkte Vermischungsverbot beachten.
<u>Europäische Abfallcodes</u>	12 01 12*: gebrauchte Wachse und Fette

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

ADR/RID

14.1 UN-Nummer:	—
14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung:	—
14.3 Transportgefahrenklassen	
Klasse:	Kein Gefahrgut
Etikett(en):	—
Gefahr Nr. (ADR):	—
Tunnelbeschränkungscode:	—
14.4 Verpackungsgruppe:	—
14.5 Umweltgefahren:	—
14.6 Besondere	—
Vorsichtsmaßnahmen für den	
Verwender:	

ADN

14.1 UN-Nummer:	—
14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung:	—
14.3 Transportgefahrenklassen	
Klasse:	Kein Gefahrgut
Etikett(en):	—
14.3 Verpackungsgruppe:	—
14.5 Umweltgefahren:	—
14.6 Besondere	—
Vorsichtsmaßnahmen für den	
Verwender:	

Produktname: DEMAG SPEZIALSCHMIERFETT KETTE

IMDG

- 14.1 UN-Nummer: –
14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung: –
14.3 Transportgefahrenklassen
Klasse: Kein Gefahrgut
Etikett(en): –
EmS-Nr.: –
14.3 Verpackungsgruppe: –
14.5 Umweltgefahren: –
14.6 Besondere
Vorsichtsmaßnahmen für den
Verwender: –

IATA

- 14.1 UN-Nummer: –
14.2 Ordnungsgemäße
Versandbezeichnung: –
14.3 Transportgefahrenklassen:
Klasse: Kein Gefahrgut
Etikett(en): –
14.4 Verpackungsgruppe: –
14.5 Umweltgefahren: –
14.6 Besondere
Vorsichtsmaßnahmen für den
Verwender: –

14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens und gemäß IBC-Code:
Nicht anwendbar.

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch:

EU-Verordnungen

Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen: keine

VERORDNUNG (EG) Nr. 850/2004 über persistente organische Schadstoffe: keine

Nationale Verordnungen

Wassergefährdungs-klasse (WGK): WGK 1: schwach wassergefährdend.

15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung: Es wurde keine Stoffsicherheitsbeurteilung durchgeführt.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

Informationen zur Überarbeitung: Änderungen sind seitlich mit einem Doppelstrich markiert.

Produktname: DEMAG SPEZIALSCHMIERFETT KETTE

Wortlaut der H-Sätze in Kapitel 2 und 3

H318	Verursacht schwere Augenschäden.
H319	Verursacht schwere Augenreizung.
H411	Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Sonstige Angaben:

Die Klassifizierung entspricht den aktuellen EG-Listen, ist jedoch ergänzt durch Angaben aus der Fachliteratur und durch Firmenangaben. Sie ergibt sich aus Prüfdaten bzw. der Anwendung der sog. konventionellen Methode.

Überarbeitet Am:

26.07.2017

Haftungsausschluss:

Die vorstehenden Angaben im Sicherheitsdatenblatt entsprechen nach bestem Wissen dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse und Erfahrungen und dienen nur dazu, das Produkt bei Umgang, Transport und Entsorgung sicherheitstechnisch zu beschreiben. Die Angaben stellen in keiner Weise eine (technische) Beschreibung der Beschaffenheit der Ware (Produktspezifikation) dar. Eine Eignung des Produktes für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben im Sicherheitsdatenblatt nicht abgeleitet werden. Änderungen an diesem Dokument sind nicht zulässig. Die Angaben sind nicht übertragbar auf andere Produkte. Soweit das Produkt mit anderen Materialien vermengt, vermischt oder verarbeitet wird, oder einer Bearbeitung unterzogen wird, können die Angaben in diesem Sicherheitsdatenblatt nicht auf das gefertigte neue Material übertragen werden. Es liegt in der Verantwortlichkeit des Empfängers unseres Produktes, bei seinen Tätigkeiten die geltenden Gesetze auf Bundes-, Landes- und lokaler Ebene zu befolgen. Bitte nehmen Sie mit uns Kontakt auf, wenn Sie aktuelle Sicherheitsdatenblätter benötigen.

Dieses Datenblatt ist ein Sicherheitsdatenblatt nach §5 GefStoffV. Es wurde elektronisch erstellt und trägt keine Unterschrift.

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006



GLYKOSOL N 45%

Überarbeitet am: 20.03.2020

Materialnummer: 11386-0029

Seite 1 von 9

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs beziehungsweise des Gemischs und des Unternehmens

1.1. Produktidentifikator

GLYKOSOL N 45%

1.2. Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Verwendung des Stoffs/des Gemischs

Verschiedene

1.3. Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Firmenname: pro Kühlsole GmbH
Straße: Am Langen Graben 37
Ort: D-52353 Düren
Telefon: +49 2421 59196-0
Telefax: +49 2421 59196-10
Auskunftgebender Bereich: Verantwortlich für das Sicherheitsdatenblatt: sds@gbk-ingelheim.de

1.4. Notrufnummer: Notrufnummer INTERNATIONAL: +49 (0) 6132 / 84463 (GBK GmbH, Ingelheim)

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1. Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008

Gefahrenkategorien:
Akute Toxizität: Akut Tox. 4
Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition): STOT wdh. 2
Gefahrenhinweise:
Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.

2.2. Kennzeichnungselemente

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008

Gefahrbestimmende Komponenten zur Etikettierung

Ethandiol (vgl. Glykol)

Signalwort: Achtung

Piktogramme:



Gefahrenhinweise

H302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
H373 Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.

Sicherheitshinweise

P260 Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol nicht einatmen.
P270 Bei Gebrauch nicht essen, trinken oder rauchen.
P301+P312 BEI VERSCHLUCKEN: Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt anrufen.
P330 Mund ausspülen.
P314 Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P501 Inhalt/Behälter gemäß lokalen/regionalen/nationalen/internationalen Vorschriften der Entsorgung zuführen.

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006



GLYKOSOL N 45%

Überarbeitet am: 20.03.2020

Materialnummer: 11386-0029

Seite 2 von 9

Hinweis zur Kennzeichnung

Das Produkt ist gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (GHS) gekennzeichnet.

2.3. Sonstige Gefahren

Gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) enthält dieses Produkt keine PBT-Substanzen.

PED Kategorie Gruppe 2.

Besondere Rutschgefahr durch ausgelaufenes / verschüttetes Produkt.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.2. Gemische

Chemische Charakterisierung

Wässrige Lösung.

Gemisch aus den angeführten Stoffen mit ungefährlichen Beimengungen.

Gefährliche Inhaltsstoffe

CAS-Nr.	Bezeichnung	Anteil		
	EG-Nr.			
	Index-Nr.			
	REACH-Nr.			
	GHS-Einstufung			
107-21-1	Ethandiol (vgl. Glykol)	< 50 %		
	203-473-3	603-027-00-1	01-2119456816-28	
	Acute Tox. 4, STOT RE 2; H302 H373			

Wortlaut der H- und EUH-Sätze: siehe Abschnitt 16.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1. Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

Allgemeine Hinweise

Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen. Bei anhaltenden Beschwerden Arzt hinzuziehen.

Nach Einatmen

Nach Einatmen der Dämpfe im Unglücksfall an die frische Luft bringen. Bei Beschwerden ärztlicher Behandlung zuführen.

Nach Hautkontakt

Sofort mit Seife und viel Wasser abwaschen. Bei andauernder Hautreizung Arzt aufsuchen.

Nach Augenkontakt

Sofort mit viel Wasser, auch unter dem Augenlid, für mindestens 15 Minuten ausspülen. Augenärztliche Behandlung.

Nach Verschlucken

Nie einer ohnmächtigen Person etwas durch den Mund einflößen. Kein Erbrechen einleiten. Mund ausspülen und reichlich Wasser nachtrinken. Sofort Arzt hinzuziehen. Vergiftungssymptome können auch erst nach vielen Stunden auftreten, deshalb ärztliche Überwachung für mindestens 48 Stunden.

4.2. Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition (Nieren, oral) Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.

4.3. Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

Symptomatisch behandeln.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1. Löschmittel

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006



GLYKOSOL N 45%

Überarbeitet am: 20.03.2020

Materialnummer: 11386-0029

Seite 3 von 9

Geeignete Löschmittel

Alkoholbeständiger Schaum, Trockenlöschmittel, Kohlendioxid (CO₂), Wassersprühstrahl.

Ungeeignete Löschmittel

Wasservollstrahl

5.2. Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

Bei Brand kann entstehen: Kohlenmonoxid und Kohlendioxid. Unter bestimmten Brandbedingungen sind Spuren anderer giftiger Stoffe nicht auszuschließen. Dämpfe können mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch bilden.

5.3. Hinweise für die Brandbekämpfung

Gefährdete Behälter mit Wassersprühstrahl kühlen. Umluftunabhängiges Atemschutzgerät verwenden. Vollschutzanzug tragen. Dämpfe/Gase mit Wassersprühstrahl niederschlagen.

Zusätzliche Hinweise

Kontaminiertes Löschwasser auffangen, darf nicht in die Kanalisation gelangen. Brandrückstände und kontaminiertes Löschwasser müssen entsprechend den örtlichen behördlichen Vorschriften entsorgt werden.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1. Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende

Verfahren

Bei Entwicklung von Dämpfen Atemschutz verwenden. Für ausreichende Lüftung sorgen. Berührung mit Augen, Haut und Schleimhaut vermeiden. Persönliche Schutzkleidung verwenden.

6.2. Umweltschutzmaßnahmen

Nicht in die Kanalisation / Oberflächenwasser / Grundwasser gelangen lassen.

6.3. Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

Mit flüssigkeitsbindendem Material aufnehmen (z. B. Sand, Silikagel, Säurebindemittel, Universalbindemittel). Aufschaukeln und in geeignetem Behälter zur Entsorgung bringen.

6.4. Verweis auf andere Abschnitte

Informationen zur Entsorgung siehe Abschnitt 13.

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung

7.1. Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

Hinweise zum sicheren Umgang

Nur in gut gelüfteten Bereichen verwenden. Berührung mit Augen, Haut und Schleimhaut vermeiden. Für gute Raumbelüftung sorgen, gegebenenfalls Absaugung am Arbeitsplatz.

Hinweise zum Brand- und Explosionsschutz

Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen. Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen. Dämpfe können mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch bilden.

Weitere Angaben zur Handhabung

Aerosolbildung vermeiden. Dampf/Aerosol nicht einatmen. Bei unzureichender Belüftung Atemschutzgerät anlegen.

7.2. Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten

Anforderungen an Lagerräume und Behälter

Nur im Originalbehälter an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren. Trocken aufbewahren.

Zusammenlagerungshinweise

Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten.

Weitere Angaben zu den Lagerbedingungen

Behälter dicht geschlossen halten.

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006



GLYKOSOL N 45%

Überarbeitet am: 20.03.2020

Materialnummer: 11386-0029

Seite 4 von 9

Lagerklasse nach TRGS 510: 12 (Nicht brennbare Flüssigkeiten, die keiner der vorgenannten LGK zuzuordnen sind)

7.3. Spezifische Endanwendungen

Keine Daten vorhanden

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1. Zu überwachende Parameter

Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900)

CAS-Nr.	Bezeichnung	ppm	mg/m ³	F/m ³	Spitzenbegr.	Art
107-21-1	Ethandiol	10	26		2(l)	

8.2. Begrenzung und Überwachung der Exposition



Geeignete technische Steuerungseinrichtungen

Für ausreichende Belüftung sorgen, besonders in geschlossenen Räumen.

Schutz- und Hygienemaßnahmen

Hände vor Pausen und sofort nach der Handhabung des Produktes waschen. Bei der Verwendung nicht essen, trinken oder rauchen. Kontakt mit Haut, Augen und Kleidung vermeiden. Beschmutzte oder getränkte Kleidung sofort ausziehen.

Augen-/Gesichtsschutz

Dichtschließende Schutzbrille (EN 166)
Augenspülflasche mit reinem Wasser (EN 15154).

Handschutz

Chemikalienbeständige Handschuhe (EN 374)
Geeignete Materialien auch bei längerem, direktem Kontakt (empfohlen: Schutzindex 6, entsprechend > 480 Minuten Permeationszeit nach EN 374): Nitrilkautschuk/Nitrillatex - NBR (0,35 mm), Butylkautschuk - Butyl (0,5 mm).
Beachten Sie die Angaben des Handschuhherstellers zu Durchbruchzeiten unter besonderer Berücksichtigung der Bedingungen am Arbeitsplatz wie mechanische Belastung und Kontaktdauer.

Körperschutz

Langärmelige Arbeitskleidung (DIN EN ISO 6530)

Atemschutz

Normalerweise kein persönlicher Atemschutz notwendig.
Atemschutz bei Aerosol- oder Nebelbildung.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1. Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

Aggregatzustand: Flüssig
Farbe: Gelb, klar
Geruch: Geruchlos
pH-Wert (bei 20 °C): 8 - 10

Zustandsänderungen

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006



GLYKOSOL N 45%

Überarbeitet am: 20.03.2020

Materialnummer: 11386-0029

Seite 5 von 9

Schmelzpunkt:	ca. - 30 °C
Siedebeginn und Siedebereich:	105 °C
Flammpunkt:	> 111 °C
Weiterbrennbarkeit:	Keine Daten verfügbar

Explosionsgefahren

Das Produkt ist nicht explosionsgefährlich.

Untere Explosionsgrenze:	Keine Daten vorhanden
Obere Explosionsgrenze:	Keine Daten vorhanden
Zündtemperatur:	> 410 °C
Zersetzungstemperatur:	Keine Daten vorhanden

Brandfördernde Eigenschaften

Nicht brandfördernd.

Dampfdruck: (bei 20 °C)	0,1 hPa
Dichte (bei 20 °C):	1,065 g/cm ³
Wasserlöslichkeit: (bei 20 °C)	Vollkommen mischbar

Löslichkeit in anderen Lösungsmitteln

Keine Daten vorhanden

Verteilungskoeffizient:	Keine Daten vorhanden
Dyn. Viskosität:	Keine Daten vorhanden
Kin. Viskosität:	Keine Daten vorhanden

9.2. Sonstige Angaben

Keine Daten vorhanden

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1. Reaktivität

Keine ungewöhnliche Reaktivität bekannt.

10.2. Chemische Stabilität

Stabil unter normalen Bedingungen.

10.3. Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Reaktionen mit starken Oxidationsmitteln. Bei Gebrauch Bildung explosiver/leichtentzündlicher Dampf-Luftgemische möglich.

10.4. Zu vermeidende Bedingungen

Bei hohen Temperaturen können gefährliche Zersetzungsprodukte entstehen.

10.5. Unverträgliche Materialien

Starke Oxidationsmittel, Basen.

10.6. Gefährliche Zersetzungsprodukte

Bei Brand kann entstehen: Kohlenmonoxid und Kohlendioxid

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1. Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006



GLYKOSOL N 45%

Überarbeitet am: 20.03.2020

Materialnummer: 11386-0029

Seite 6 von 9

Akute Toxizität

Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.

ATEmix berechnet

ATE (oral) 1169,6 mg/kg

CAS-Nr.	Bezeichnung					
	Expositionsweg	Dosis		Spezies	Quelle	Methode
107-21-1	Ethandiol (vgl. Glykol)					
	oral	LD50 mg/kg	5840	Ratte		
	dermal	LD50 mg/kg	9530	Kaninchen		

Reiz- und Ätzwirkung

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Sensibilisierende Wirkungen

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Wirkungen

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition

Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition. (Ethandiol (vgl. Glykol))

Aspirationsgefahr

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1. Toxizität

Keine Daten vorhanden

CAS-Nr.	Bezeichnung						
	Aquatische Toxizität	Dosis		[h] [d]	Spezies	Quelle	Methode
107-21-1	Ethandiol (vgl. Glykol)						
	Akute Fischtoxizität	LC50 mg/l	40761	96 h	Oncorhynchus mykiss		
	Akute Crustaceatoxizität	EC50 mg/l	41100	48 h	Daphnia magna		

12.2. Persistenz und Abbaubarkeit

Ethandiol (vgl. Glykol):

Leicht biologisch abbaubar. (OECD 301E /EEC 84/449 C3)

Eliminationsgrad: > 70% (DOC Zahn-Wellens-Test), > 99% (21d; Modif. Sturm-Test).

CSB: 1,29 g O2/g

BSB5: 0,81 g O2/g

BSB/CSB: 63%

DOC: 90-100% (10 Tage)

12.3. Bioakkumulationspotenzial

Kein Hinweis auf ein Bioakkumulationspotential.

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006



GLYKOSOL N 45%

Überarbeitet am: 20.03.2020

Materialnummer: 11386-0029

Seite 7 von 9

Verteilungskoeffizient n-Oktanol/Wasser

CAS-Nr.	Bezeichnung	Log Pow
107-21-1	Ethandiol (vgl. Glykol)	-1,36

12.4. Mobilität im Boden

Keine Daten vorhanden

12.5. Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

Nicht anwendbar.

12.6. Andere schädliche Wirkungen

Bei sachgemäßer Einleitung geringer Konzentrationen in adaptierte biologische Kläranlagen sind Störungen der Abbauproduktivität von Belebtschlamm nicht zu erwarten.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1. Verfahren der Abfallbehandlung

Empfehlungen zur Entsorgung

Darf nicht zusammen mit Hausmüll entsorgt werden. Nicht in Oberflächenwasser oder Kanalisation gelangen lassen. Die Wiederverwertung (Recycling) ist der Entsorgung vorzuziehen. Die Abfallschlüsselnummer ist in Absprache mit dem Entsorger / Hersteller / der Behörde festzustellen.

Abfallschlüssel - ungebrauchtes Produkt

160508 ABFÄLLE, DIE NICHT ANDERSWO IM VERZEICHNIS AUFGEFÜHRT SIND; Gase in Druckbehältern und gebrauchte Chemikalien; gebrauchte organische Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten; gefährlicher Abfall

Abfallschlüssel - ungereinigte Verpackung

150110 VERPACKUNGSABFALL, AUFGAUGMASSEN, WISCHTÜCHER, FILTERMATERIALIEN UND SCHUTZKLEIDUNG (A.N.G.); Verpackungen (einschließlich getrennt gesammelter kommunaler Verpackungsabfälle); Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind; gefährlicher Abfall

Entsorgung ungereinigter Verpackung und empfohlene Reinigungsmittel

Leere Behälter zur örtlichen Wiederverwertung, Wiedergewinnung oder Abfallbeseitigung abgeben. Kontaminierte Verpackungen sind optimal zu entleeren. Sie können dann nach entsprechender Reinigung einer Wiederverwendung zugeführt werden. Nicht reinigungsfähige Verpackungen sind wie der Stoff zu entsorgen.

Reinigungsmittel: Wasser

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

Landtransport (ADR/RID)

- 14.1. UN-Nummer:** Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.2. Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung: Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.3. Transportgefahrenklassen: Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.4. Verpackungsgruppe: Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

Binnenschifftransport (ADN)

- 14.1. UN-Nummer:** Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.2. Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung: Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.3. Transportgefahrenklassen: Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.4. Verpackungsgruppe: Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006



GLYKOSOL N 45%

Überarbeitet am: 20.03.2020

Materialnummer: 11386-0029

Seite 8 von 9

Seeschifftransport (IMDG)

- 14.1. UN-Nummer:** Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.2. Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung: Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.3. Transportgefahrenklassen: Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.4. Verpackungsgruppe: Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

Lufttransport (ICAO-TI/IATA-DGR)

- 14.1. UN-Nummer:** Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.2. Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung: Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.3. Transportgefahrenklassen: Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.4. Verpackungsgruppe: Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

14.5. Umweltgefahren

UMWELTGEFÄHRDEND: nein

14.6. Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

14.7. Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens und gemäß IBC-Code

Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1. Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch

EU-Vorschriften

Angaben zur VOC-Richtlinie 2004/42/EG: 42,75 % (455,288 g/l)
Angaben zur SEVESO III-Richtlinie 2012/18/EU: Unterliegt nicht der SEVESO III-Richtlinie

Nationale Vorschriften

Beschäftigungsbeschränkung: Beschäftigungsbeschränkungen für Jugendliche beachten (§ 22 JArbSchG).
Wassergefährdungsklasse: 1 - schwach wassergefährdend
Status: Einstufung von Gemischen gemäß Anlage 1, Nr. 5 AwSV
Kenn-Nummer gemäß Katalog wassergefährdender Stoffe: 105

15.2. Stoffsicherheitsbeurteilung

Stoffsicherheitsbeurteilungen für Stoffe in dieser Mischung wurden nicht durchgeführt.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

Änderungen

-

Abkürzungen und Akronyme

ADR: Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße)
IMDG-Code: International Maritime Code for Dangerous Goods (Die Gefahrgutkennzeichnung für gefährliche Güter im Seeschiffsverkehr)
ICAO: Internationale Zivilluftfahrtorganisation (IATA: Internationale Flug-Transport-Vereinigung)

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006



GLYKOSOL N 45%

Überarbeitet am: 20.03.2020

Materialnummer: 11386-0029

Seite 9 von 9

GHS: Globally Harmonized System of Classification, Labelling and Packaging of Chemicals (Global harmonisierte System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien)

Einstufung von Gemischen und verwendete Bewertungsmethode gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008

[CLP]

Einstufung	Einstufungsverfahren
Acute Tox. 4; H302	Berechnungsverfahren
STOT RE 2; H373	Berechnungsverfahren

Wortlaut der H- und EUH-Sätze (Nummer und Volltext)

- H302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
H373 Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.

Weitere Angaben

Die Angaben der Position 4 bis 8 und 10 bis 12 sind teilweise nicht auf den Gebrauch und die ordnungsgemäße Anwendung des Produktes bezogen (siehe Gebrauchs- / Fachinformation), sondern auf das Freiwerden größerer Mengen bei Unfällen und Unregelmäßigkeiten.

Die Angaben beschreiben ausschließlich die Sicherheitserfordernisse des Produktes / der Produkte und stützen sich auf den heutigen Stand unserer Kenntnisse.

Die Lieferspezifikation entnehmen Sie den jeweiligen Produktmerkblättern.

Sie stellen keine Zusicherung von Eigenschaften des beschriebenen Produktes / der beschriebenen Produkte im Sinne der gesetzlichen Gewährleistungsvorschriften dar.

(n.a. - nicht anwendbar, n.b. - nicht bestimmt)

(Die Daten der gefährlichen Inhaltsstoffe wurden jeweils dem letztgültigen Sicherheitsdatenblatt des Vorlieferanten entnommen.)

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß der geänderten Fassung Verordnung (EG)
Nr. 1907/2006 (REACH), Artikel 31 Anhang II

Druckdatum: 03.04.2018
Seite 1 von 11

erstellt: 30.10.2013

überarbeitet am: 21.04.2017

Handelsname: **GORACON GTO 68**

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffes bzw. des Gemisches und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Handelsname: **GORACON GTO 68**

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Identifizierte Verwendungen: Schmierstoff

Verwendungszwecke von denen abgeraten wird: Keine Verwendungen, von denen abgeraten wird, identifiziert.

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt.

Hersteller/Lieferant

HILBERT MINERALÖL GMBH
Senefelderstr.1
D-48282 Emsdetten
Tel: 02572/960 71-0
Fax: 02572/960 71-71

Auskunftgebender Bereich

HILBERT MINERALÖL GMBH
Tel: 02572/960 71-0
Fax: 02572/960 71-71
E-Mail: info@hilbert-oel.de

1.4 Notfallouskunft: Tel: 02572/960 71-0 (MO-FR 08:00 – 17:00 Uhr)

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Das Produkt wurde gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP) nicht als gefährlich eingestuft, ist aber kennzeichnungspflichtig.

Gefahrenübersicht

Physikalische Gefahren: Es liegen keine Daten vor.

2.2 Kennzeichnungselemente

EUH210: Sicherheitsdatenblatt auf Anfrage erhältlich.

2.3 Sonstige Gefahren:

Bei Beachtung der beim Umgang mit Mineralölprodukten und Chemieprodukten üblichen Vorsichtsmaßnahmen sowie der Hinweise zur Handhabung (Pkt 7) und zur persönlichen Schutzausrüstung (Pkt 8) sind keine besonderen Gefahren bekannt. Produkt nicht unkontrolliert in die Umwelt gelangen lassen.

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß der geänderten Fassung Verordnung (EG)
Nr. 1907/2006 (REACH), Artikel 31 Anhang II

Druckdatum: 03.04.2018
Seite 2 von 11

erstellt: 30.10.2013

überarbeitet am: 21.04.2017

Handelsname: **GORACON GTO 68**

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.2 Gemische

Allgemeine Information: Zubereitung aus Syntheseölen mit Additiven.

Chemische Bezeichnung	Identifikator	Konzentration *	REACH Registrierungs-Nr	Hinweise
aromatisches Amin, alkyliert	Vertraulich	1,00 - <5,00%	Vertraulich	
Phenolderivat	Vertraulich	1,00 - <5,00%	Vertraulich	

* Alle Konzentrationen sind als Gewichtsprozent angegeben, wenn der Inhaltstoff kein Gas ist. Gaskonzentrationen werden in Volumenprozent angegeben. PBT: Persistenter, bioakkumulierbarer und toxischer Stoff.
vPvB: Sehr persistente und sehr bioakkumulierbare Substanz.

Klassifizierung

Chemische Bezeichnung	Identifikator	Klassifizierung
aromatisches Amin, alkyliert	Vertraulich	CLP: Aquatic Chronic 3;H412
Phenolderivat	Vertraulich	CLP: Aquatic Chronic 4;H413

CLP: Verordnung Nr. 1272/2008.

Der Wortlaut der angeführten Gefahrenhinweise ist dem Abschnitt 16 zu entnehmen.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

Allgemeines: Mit Produkt verunreinigte Kleidungsstücke unverzüglich entfernen.

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

Einatmen: Frischluftzufuhr, bei Beschwerden Arzt aufsuchen.

Augenkontakt: Augen sofort mit viel Wasser spülen, Augenlider dabei hochziehen.

Hautkontakt: Mit Wasser und Seife waschen.

Verschlucken: Mund gründlich spülen.

4.2 Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen: Kann Haut- und Augenreizungen bewirken.

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung Ärztliche Hilfe hinzuziehen, wenn Symptome auftreten.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

Geeignete Löschmittel: CO₂, Löschpulver oder nebelartiger Wassersprühstrahl. Größeren Brand mit alkoholbeständigem Schaum oder Wassersprühstrahl mit geeignetem Tensidzusatz bekämpfen.

Ungeeignete Löschmittel: Wasser im Vollstrahl.

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß der geänderten Fassung Verordnung (EG)
Nr. 1907/2006 (REACH), Artikel 31 Anhang II

Druckdatum: 03.04.2018
Seite 3 von 11

erstellt: 30.10.2013

überarbeitet am: 21.04.2017

Handelsname: **GORACON GTO 68**

5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren: Im Brandfall können sich gesundheitsschädliche Gase entwickeln.

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung

Hinweise zur Brandbekämpfung: Behälter aus dem Brandbereich entfernen, soweit dies ohne Gefahr möglich ist. Brandrückstände und kontaminiertes Löschwasser müssen entsprechend den behördlichen Vorschriften entsorgt werden. Kontaminiertes Löschwasser getrennt sammeln, darf nicht in die Kanalisation gelangen.

Besondere Schutzausrüstungen für die Brandbekämpfung: Im Brandfall umluftunabhängiges Atemschutzgerät und komplette Schutzausrüstung tragen.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren: Vorsicht! Im Fall eines Austretens des Materials können Fußböden und Oberflächen rutschig werden.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen: Flächenmäßige Ausdehnung verhindern (z.B. durch Eindämmen oder Ölsperren). Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Beim Austritt großer Mengen muss immer der Umweltschutzbeauftragte benachrichtigt werden. Weiteres Auslaufen oder Verschütten vermeiden, wenn dies ohne Gefahr möglich ist. Nicht in die Kanalisation/Oberflächenwasser/Grundwasser gelangen lassen.

6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung: Mit flüssigkeitsbindendem Material wie Sand, Kieselgur, Säurebinder, Universalbinder oder Sägemehl aufnehmen. Das aufgenommene Material vorschriftsmäßig entsorgen. Materialfluss stoppen, falls ohne Gefahr möglich

6.4 Verweis auf andere Abschnitte: Für persönliche Schutzausrüstung siehe Abschnitt 8 des SDB. Informationen zur sicheren Handhabung siehe Abschnitt 7. Informationen zur Entsorgung siehe Abschnitt 13.

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung

7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung: Aerosolbildung vermeiden. Bei der Arbeit nicht essen, trinken oder rauchen. Die beim Umgang mit Mineralölprodukten bzw. Chemieprodukten üblichen Vorsichtsmaßnahmen sind zu beachten. Anerkannte industrielle Hygienemaßnahmen beachten. Für ausreichende Lüftung sorgen.

7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten: Die Vorschriften des WHG, der Landeswassergesetze und der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (VAWS in der jeweiligen Länderfassung) sind zu beachten.

7.3 Spezifische Endanwendungen: Es liegen keine Daten vor.

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß der geänderten Fassung Verordnung (EG)
Nr. 1907/2006 (REACH), Artikel 31 Anhang II

Druckdatum: 03.04.2018
Seite 4 von 11

erstellt: 30.10.2013

überarbeitet am: 21.04.2017

Handelsname: **GORACON GTO 68**

Lagerungshinweise: 10, Brennbare Flüssigkeiten

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Grenzwerte Berufsbedingter Exposition

Für keinen der Bestandteile gelten Arbeitsplatzgrenzwerte.

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Geeignete technische Steuerungseinrichtungen:

Für ausreichende Lüftung sorgen. Lüftungsgrad muss an die Bedingungen angepasst werden. Gegebenenfalls Prozesskammern, örtliche Abluftsysteme oder andere technische Schutzmaßnahmen zur Kontrolle der Konzentrationen in der Luft einsetzen, um diese unterhalb der empfohlenen Belastungsgrenzen zu halten. Wenn keine Expositionsgrenzen festgesetzt wurden, die Konzentrationen in der Luft auf einem akzeptierbaren Niveau halten.

Individuelle Schutzmaßnahmen, zum Beispiel persönliche Schutzausrüstung

Allgemeine Information:

Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen. Vorgeschriebene persönliche Schutzausrüstung verwenden. Persönliche Schutzausrüstung muss in Übereinstimmung mit den geltenden CEN-Normen und nach Absprache mit dem Lieferanten für persönliche Schutzausrüstung gewählt werden. Die üblichen Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Mineralölprodukten oder Chemikalien sind in jedem Fall zu beachten.

Augen-/Gesichtsschutz:

Beim Umfüllen Schutzbrille (EN 166) empfehlenswert.

Hautschutz

Handschutz:

Material: Nitrilbutylkautschuk (NBR).
Mind. Durchbruchzeit: ≥ 480 min
Empfohlene Materialstärke: $\geq 0,38$ mm

Langandauernden oder wiederholten Hautkontakt vermeiden. Geeignete Schutzhandschuhe werden vom Handschuhlieferanten empfohlen. Vorbeugender Hautschutz durch Hautschutzsalbe. Schutzhandschuhe, wo sicherheitstechnisch erlaubt. Die genaue Durchbruchzeit ist beim Schutzhandschuhhersteller zu erfahren und einzuhalten, da sie nicht nur vom Handschuhmaterial, sondern auch von arbeitsplatzspezifischen Faktoren abhängig ist.

Andere:

Keine produktgetränkten Putzlappen in den Hosentaschen mitführen. Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen.

Atemschutz:

Für gute Belüftung/Absaugung am Arbeitsplatz sorgen. Einatmen von Dampf/ Aerosol vermeiden.

Thermische Gefahren:

Nicht bekannt.

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß der geänderten Fassung Verordnung (EG)
Nr. 1907/2006 (REACH), Artikel 31 Anhang II

Druckdatum: 03.04.2018
Seite 5 von 11

erstellt: 30.10.2013

überarbeitet am: 21.04.2017

Handelsname: **GORACON GTO 68**

Hygienemaßnahmen: Immer gute persönliche Hygiene einhalten, z.B. Waschen nach der Handhabung des Materials und vor dem Essen, Trinken und/oder Rauchen. Arbeitskleidung regelmäßig waschen, um Kontaminationen zu entfernen. Kontaminierte Fußbekleidung, die nicht gesäubert werden kann, entsorgen.

Umweltschutzmaßnahmen: Es liegen keine Daten vor.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

Aussehen

Aggregatzustand:	flüssig
Form:	flüssig
Farbe:	Hellgelb
Geruch:	Charakteristisch
Geruchsschwelle:	Auf Gemische nicht anwendbar
pH-Wert:	nicht anwendbar
Erstarrungspunkt:	Auf Gemische nicht anwendbar
Siedepunkt:	Wert für Einstufung nicht relevant
Flammpunkt:	240 °C
Verdampfungsgeschwindigkeit:	Auf Gemische nicht anwendbar
Entzündbarkeit (fest, gasförmig):	Wert für Einstufung nicht relevant
Explosionsgrenze - obere (%)-:	Auf Gemische nicht anwendbar
Explosionsgrenze - untere (%)-:	Auf Gemische nicht anwendbar
Dampfdruck:	Auf Gemische nicht anwendbar
Dampfdichte (Luft=1):	Auf Gemische nicht anwendbar
Dichte:	1,03 g/ml (15,00 °C)
Löslichkeit(en)	
Löslichkeit in Wasser:	Löslich
Löslichkeit (andere):	Es liegen keine Daten vor.
Verteilungskoeffizient (n-Octanol/Wasser) - log Pow:	Auf Gemische nicht anwendbar
Selbstentzündungstemperatur:	Wert für Einstufung nicht relevant
Zersetzungstemperatur:	Wert für Einstufung nicht relevant
Viskosität, kinematisch:	68 mm ² /s (40 °C)
Explosive Eigenschaften:	Wert für Einstufung nicht relevant
Oxidierende Eigenschaften:	Wert für Einstufung nicht relevant

9.2 Sonstige Angaben

Es liegen keine Daten vor.

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität:	Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
10.2 Chemische Stabilität:	Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
10.3 Möglichkeit Gefährlicher Reaktionen:	Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß der geänderten Fassung Verordnung (EG)
Nr. 1907/2006 (REACH), Artikel 31 Anhang II

Druckdatum: 03.04.2018
Seite 6 von 11

erstellt: 30.10.2013

überarbeitet am: 21.04.2017

Handelsname: **GORACON GTO 68**

- 10.4 Zu Vermeidende Bedingungen:** Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
- 10.5 Unverträgliche Materialien:** Stark oxidierende Stoffe. Starke Säuren. Starke Basen.
- 10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte:** Bei thermischem Zerfall oder Verbrennung können Kohlenstoffoxide sowie andere giftige Gase und Dämpfe freigesetzt werden.

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Akute Toxizität

Verschlucken

Produkt:

Auf Basis der vorliegenden Daten nicht eingestuft für akute Toxizität.

Spezifische(r) Stoff(e)

aromatisches Amin,
alkyliert

LD 50 (Ratte): > 2.001 mg/kg (OECD 401)

Phenolderivat

LD 50 (Ratte): > 5.000 mg/kg

Hautkontakt

Produkt:

Auf Basis der vorliegenden Daten nicht eingestuft für akute Toxizität.

Spezifische(r) Stoff(e)

aromatisches Amin,
alkyliert

LD 50 (Ratte): > 2.001 mg/kg

Phenolderivat

LD 50 (Kaninchen): > 2.001 mg/kg (OECD 402)

Einatmen

Produkt:

ATEmix (Schätzwert akute Toxizität des Gemischs): 456,67 mg/l
Staub, Nebel und Rauch

Ätz/Reizwirkung auf die Haut:

Produkt:

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische(r) Stoff(e)

aromatisches Amin,
alkyliert

OECD 404 (Kaninchen):
Nicht reizend.

Schwere Augenschädigung/-Reizung:

Produkt:

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische(r) Stoff(e)

aromatisches Amin,
alkyliert

OECD 405 (Kaninchen):
Nicht reizend.

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß der geänderten Fassung Verordnung (EG)
Nr. 1907/2006 (REACH), Artikel 31 Anhang II

Druckdatum: 03.04.2018
Seite 7 von 11

erstellt: 30.10.2013

überarbeitet am: 21.04.2017

Handelsname: **GORACON GTO 68**

Atemwegs- oder Hautsensibilisierung:

Produkt: Sensibilisierung der Haut: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.
Atemwegssensibilisator: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische(r) Stoff(e)

aromatisches Amin,
alkyliert Nicht sensibilisierend (Meerschweinchen); OECD 406.
Phenolderivat (Meerschweinchen)
Kein Sensibilisator für die Haut.

Keimzellmutagenität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Karzinogenität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Reproduktionstoxizität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität - bei Einmaliger Exposition

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität - bei Wiederholter Exposition

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Aspirationsgefahr

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Andere Schädliche Wirkungen:

Es liegen keine Daten vor.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität

Akute Toxizität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Fisch

Spezifische(r) Stoff(e)

aromatisches Amin,
alkyliert LC 50 (Fisch, 96 h): > 71 mg/l

Phenolderivat LC 50 (Fisch, 96 h): > 101 mg/l (OECD 203)

Wirbellose Wassertiere

Spezifische(r) Stoff(e)

aromatisches Amin,
alkyliert EC50 (Wasserfloh, 48 h): 51 mg/l

Phenolderivat EC50 (Wasserfloh, 24 h): > 101 mg/l (OECD 202)

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß der geänderten Fassung Verordnung (EG)
Nr. 1907/2006 (REACH), Artikel 31 Anhang II

Druckdatum: 03.04.2018
Seite 8 von 11

erstellt: 30.10.2013

überarbeitet am: 21.04.2017

Handelsname: **GORACON GTO 68**

Chronische ToxizitätProdukt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Hemmung des Wasserpflanzenwachstums

Spezifische(r) Stoff(e)
Phenolderivat EC50 (Alge, 72 h): > 101 mg/l (OECD 201)

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

Biologischer Abbau

Produkt: Auf Gemische nicht anwendbar
Spezifische(r) Stoff(e)
Phenolderivat Das Produkt ist biologisch nicht leicht abbaubar.

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Produkt: Auf Gemische nicht anwendbar

12.4 Mobilität im Boden:

Produkt: Auf Gemische nicht anwendbar

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung:

Das Produkt enthält keine Stoffe, die die PBT/vPvB Kriterien erfüllen.

12.6 Andere Schädliche Wirkungen:

Es liegen keine Daten vor.

Wassergefährdungs- klasse (WGK):

WGK 1: schwach wassergefährdend.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren der Abfallbehandlung

Allgemeine Information: Entsorgung von Abfall und Rückständen in Übereinstimmung mit den jeweiligen lokalen Bestimmungen.

Entsorgungsmethoden: Nicht in die Kanalisation gelangen lassen; Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden. Bei Lagerung gebrauchter Produkte Vermischungsverbot beachten.

Europäische Abfallcodes

13 02 06*: synthetische Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß der geänderten Fassung Verordnung (EG)
Nr. 1907/2006 (REACH), Artikel 31 Anhang II

Druckdatum: 03.04.2018
Seite 9 von 11

erstellt: 30.10.2013

überarbeitet am: 21.04.2017

Handelsname: **GORACON GTO 68**

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

ADR/RID

- 14.1 UN-Nummer: —
- 14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung: —
- 14.3 Transportgefahrenklassen
 - Klasse: Kein Gefahrgut
 - Etikett(en): —
 - Gefahr Nr. (ADR): —
 - Tunnelbeschränkungscode: —
- 14.4 Verpackungsgruppe: —
- 14.5 Umweltgefahren: —
- 14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender: —

ADN

- 14.1 UN-Nummer: —
- 14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung: —
- 14.3 Transportgefahrenklassen
 - Klasse: Kein Gefahrgut
 - Etikett(en): —
- 14.3 Verpackungsgruppe: —
- 14.5 Umweltgefahren: —
- 14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender: —

IMDG

- 14.1 UN-Nummer: —
- 14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung: —
- 14.3 Transportgefahrenklassen
 - Klasse: Kein Gefahrgut
 - Etikett(en): —
 - EmS-Nr.: —
- 14.3 Verpackungsgruppe: —
- 14.5 Umweltgefahren: —
- 14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender: —

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß der geänderten Fassung Verordnung (EG)
Nr. 1907/2006 (REACH), Artikel 31 Anhang II

Druckdatum: 03.04.2018
Seite 10 von 11

erstellt: 30.10.2013

überarbeitet am: 21.04.2017

Handelsname: **GORACON GTO 68**

IATA

- 14.1 UN-Nummer: –
- 14.2 Ordnungsgemäße
Versandbezeichnung: –
- 14.3 Transportfahrenklassen:
Klasse: Kein Gefahrgut
Etikett(en): –
- 14.4 Verpackungsgruppe: –
- 14.5 Umweltgefahren: –
- 14.6 Besondere
Vorsichtsmaßnahmen für den
Verwender: –

14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens und gemäß IBC-Code: Nicht anwendbar.

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch:

EU-Verordnungen

Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen: keine

VERORDNUNG (EG) Nr. 850/2004 über persistente organische Schadstoffe: keine

Nationale Verordnungen

**Wassergefährdungs-
klasse (WGK):** WGK 1: schwach wassergefährdend.

**15.2 Stoffsicherheits-
beurteilung:** Es wurde keine Stoffsicherheitsbeurteilung durchgeführt.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

Die vorstehenden Angaben im Sicherheitsdatenblatt entsprechen nach bestem Wissen dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse und Erfahrungen und dienen nur dazu, das Produkt bei Umgang, Transport und Entsorgung sicherheitstechnisch zu beschreiben. Die Angaben stellen in keiner Weise eine (technische) Beschreibung der Beschaffenheit der Ware (Produktspezifikation) dar. Eine Eignung des Produktes für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben im Sicherheitsdatenblatt nicht abgeleitet werden. Änderungen an diesem Dokument sind nicht zulässig. Die Angaben sind nicht übertragbar auf andere Produkte. Soweit das Produkt mit anderen Materialien vermengt, vermischt oder verarbeitet wird, oder einer Bearbeitung unterzogen wird, können die Angaben in diesem Sicherheitsdatenblatt nicht auf das gefertigte neue Material übertragen werden. Es liegt in der Verantwortlichkeit des Empfängers unseres Produktes, bei seinen Tätigkeiten die geltenden Gesetze auf Bundes-, Landes- und lokaler Ebene zu befolgen. Die Klassifizierung entspricht den aktuellen EG-Listen, ist jedoch ergänzt durch Angaben aus der Fachliteratur und durch Firmenangaben. Sie ergibt sich aus der Anwendung der sog. Konventionellen Methode nach Verordnung (EU) 1272/2008 (CLP).

Bitte nehmen Sie Kontakt mit uns auf, wenn Sie aktuelle Sicherheitsdatenblätter benötigen

Wortlaut der H-Sätze in Kapitel 2 und 3

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß der geänderten Fassung Verordnung (EG)
Nr. 1907/2006 (REACH), Artikel 31 Anhang II

Druckdatum: 03.04.2018
Seite 11 von 11

erstellt: 30.10.2013

überarbeitet am: 21.04.2017

Handelsname: **GORACON GTO 68**

H412	Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H413	Kann für Wasserorganismen schädlich sein, mit langfristiger Wirkung.

Datenblatt ausstellender Bereich

HILBERT MINERALÖL GMBH
Senefelderstr.1
D-48282 Emsdetten
Tel: 02572/960 71-0
Fax: 02572/960 71-71

Gültigkeit:

Mit Erscheinen dieses Sicherheitsdatenblatts werden alle vorhergehenden für dieses Produkt ungültig.
Änderungen gegenüber der vorhergehenden Version sind durch eine Markierung des Abschnitts mit einem "*" gekennzeichnet

HHS 2000 500ML

Version 13.5 Überarbeitet am: 21.02.2020 SDB-Nummer: 310713-00005 Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs beziehungsweise des Gemischs und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Handelsname : HHS 2000 500ML
Produktnummer : 0893 106
Produktregistrierungsnummer : 278948-73

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Verwendung des Stoffs/des Gemisches : Gleitmittel
Produkt zur professionellen Verwendung

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Firma : Würth AG
Dornwydenweg 11
4144 Arlesheim
Telefon : +41 (0)61 705 91 11
Telefax : +41 (0)61 705 97 97
E-Mailadresse der für SDB verantwortlichen Person : prodsafe@wuerth.com

1.4 Notrufnummer

Tox Info Suisse: 145. (+41 44 251 51 51)

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Einstufung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

Aerosole, Kategorie 1	H222: Extrem entzündbares Aerosol. H229: Behälter steht unter Druck: Kann bei Erwärmung bersten.
Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2	H315: Verursacht Hautreizungen.
Spezifische Zielorgan-Toxizität - einmalige Exposition, Kategorie 3	H336: Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
Langfristig (chronisch) gewässergefährdend, Kategorie 2	H411: Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

HHS 2000 500ML

Version 13.5 Überarbeitet am: 21.02.2020 SDB-Nummer: 310713-00005 Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

2.2 Kennzeichnungselemente

Kennzeichnung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

Gefahrenpiktogramme :



Signalwort : Gefahr

Gefahrenhinweise : H222 Extrem entzündbares Aerosol.
H229 Behälter steht unter Druck: Kann bei Erwärmung bersten.
H315 Verursacht Hautreizungen.
H336 Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
H411 Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Sicherheitshinweise :

Prävention:

P210 Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen und anderen Zündquellen fernhalten. Nicht rauchen.
P211 Nicht gegen offene Flamme oder andere Zündquelle sprühen.
P251 Nicht durchstechen oder verbrennen, auch nicht nach Gebrauch.
P261 Einatmen von Aerosol vermeiden.
P271 Nur im Freien oder in gut belüfteten Räumen verwenden.
P273 Freisetzung in die Umwelt vermeiden.

Reaktion:

P391 Verschüttete Mengen aufnehmen.

Lagerung:

P410 + P412 Vor Sonnenbestrahlung schützen und nicht Temperaturen über 50 °C/ 122 °F aussetzen.

Gefahrenbestimmende Komponente(n) zur Etikettierung:
Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan

2.3 Sonstige Gefahren

Keine bekannt.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.2 Gemische

Inhaltsstoffe

Chemische Bezeichnung	CAS-Nr. EG-Nr. INDEX-Nr. Registrierungsnummer	Einstufung	Konzentration (% w/w)

HHS 2000 500ML

Version 13.5 Überarbeitet am: 21.02.2020 SDB-Nummer: 310713-00005 Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan	64742-49-0 01-2119484651-34	Flam. Liq.2; H225 Skin Irrit.2; H315 STOT SE3; H336 Asp. Tox.1; H304 Aquatic Chronic2; H411	>= 25 - < 30
---	--------------------------------	--	--------------

Die Erklärung der Abkürzungen finden Sie unter Abschnitt 16.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

- Allgemeine Hinweise : Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen.
Wenn die Symptome anhalten oder falls irgendein Zweifel besteht, ärztlichen Rat einholen.
- Schutz der Ersthelfer : Erstversorger sollten auf Selbstschutz achten und die empfohlene persönliche Schutzkleidung verwenden, wenn ein Expositionsrisiko besteht (siehe Abschnitt 8).
- Nach Einatmen : Bei Inhalation, an die frische Luft bringen.
Bei Auftreten von Symptomen, ärztliche Betreuung aufsuchen.
- Nach Hautkontakt : Bei Kontakt, Haut sofort mit viel Wasser während mindestens 15 Minuten abspülen und dabei verunreinigte Kleidung und Schuhe ausziehen.
Arzt hinzuziehen.
Beschmutzte Kleidung vor Wiedergebrauch waschen.
Schuhe vor der Wiederverwendung gründlich reinigen.
- Nach Augenkontakt : Augen vorsorglich mit Wasser ausspülen.
Bei Auftreten einer andauernden Reizung, ärztliche Betreuung aufsuchen.
- Nach Verschlucken : Bei Verschlucken, KEIN Erbrechen hervorrufen.
Bei Auftreten von Symptomen, ärztliche Betreuung aufsuchen.
Mund gründlich mit Wasser ausspülen.

4.2 Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

- Risiken : Verursacht Hautreizungen.
Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

- Behandlung : Symptomatisch und unterstützend behandeln.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

- Geeignete Löschmittel : Wassernebel
Alkoholbeständiger Schaum
Kohlendioxid (CO₂)

HHS 2000 500ML

Version	Überarbeitet am:	SDB-Nummer:	Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
13.5	21.02.2020	310713-00005	Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

Trockenlöschmittel

Ungeeignete Löschmittel : Wasservollstrahl

5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

Besondere Gefahren bei der Brandbekämpfung : Rückzündung auf große Entfernung möglich. Dämpfe können mit Luft explosionsfähige Gemische bilden. Kontakt mit Verbrennungsprodukten kann gesundheitsgefährdend sein. Wegen des hohen Dampfdrucks besteht bei Temperaturanstieg Berstgefahr der Gefäße.

Gefährliche Verbrennungsprodukte : Kohlenstoffoxide

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung

Besondere Schutzausrüstung für die Brandbekämpfung : Im Brandfall umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen. Persönliche Schutzausrüstung verwenden.

Spezifische Löschmethoden : Löschmaßnahmen auf die Umgebung abstimmen. Zur Kühlung geschlossener Behälter Wassersprühstrahl einsetzen. Entfernen Sie unbeschädigte Behälter aus dem Brandbereich, wenn dies sicher ist. Umgebung räumen.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren

Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen : Alle Zündquellen entfernen. Persönliche Schutzausrüstung verwenden. Empfehlungen zur sicheren Handhabung und zur persönlichen Schutzausrüstung befolgen.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen

Umweltschutzmaßnahmen : Ein Eintrag in die Umwelt ist zu vermeiden. Weiteres Auslaufen oder Verschütten verhindern, wenn dies ohne Gefahr möglich ist. Ausbreitung über große Flächen verhindern (z.B. durch Eindämmen oder Ölsperren). Verunreinigtes Waschwasser zurückhalten und entsorgen. Wenn größere Mengen verschütteten Materials nicht eingedämmt werden können, sollen die lokalen Behörden benachrichtigt werden.

6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

Reinigungsverfahren : Funkensichere Werkzeuge verwenden.

HHS 2000 500ML

Version	Überarbeitet am:	SDB-Nummer:	Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
13.5	21.02.2020	310713-00005	Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

Mit inertem Aufsaugmittel aufnehmen.
Gase/Dämpfe/Nebel mit Wassersprühstrahl niederschlagen.
Bei großflächiger Verschmutzung, mit Gräben oder anderen Eindämmungsmaßnahmen weitere Verbreitung des Stoffes verhindern. Wenn Material aus den Gräben abgepumpt werden kann, dieses Material in geeigneten Behältern lagern.
Restliches Material aus der verschmutzten Zone mit geeignetem Bindemittel beseitigen.
Lokale oder nationale Richtlinien können für Freisetzung und Entsorgung des Stoffes gelten, ebenso für die bei der Beseitigung von freigesetztem Material verwendeten Stoffe und Gegenstände. Man muss ermitteln, welche dieser Richtlinien anzuwenden sind.
Abschnitt 13 und 15 dieses SDBs liefern Informationen bezüglich bestimmter lokaler oder nationaler Vorschriften.

6.4 Verweis auf andere Abschnitte

Siehe Abschnitte: 7, 8, 11, 12 und 13.

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung

7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

- Technische Maßnahmen : Siehe technische Maßnahmen im Abschnitt "Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen".
- Lokale Belüftung / Volllüftung : Bei Nichtverfügbarkeit einer ausreichenden Entlüftung ist eine lokale Entlüftung zu verwenden.
Wenn eine Bewertung der lokalen Exposition am Arbeitsplatz dies anräht, nur in einem Bereich verwenden, der mit einer explosions sicheren Entlüftung ausgestattet ist.
- Hinweise zum sicheren Umgang : Nicht auf die Haut oder die Kleidung gelangen lassen.
Dämpfe und Sprühnebel nicht einatmen.
Nicht verschlucken.
Berührung mit den Augen vermeiden.
Basierend auf den Ergebnissen der Bewertung der Exposition am Arbeitsplatz gemäß den üblichen industriellen Hygiene- und Sicherheitspraktiken handhaben
Von Hitze- und Zündquellen fernhalten.
Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen.
Massnahmen zu Vermeidung von Abfällen/unkontrolliertem Eintrag in die Umwelt sollten getroffen werden.
- Nicht gegen offene Flamme oder andere Zündquelle sprühen.
- Hygienemaßnahmen : Wenn eine Exposition gegenüber Chemikalien während des normalen Gebrauchs wahrscheinlich ist, sind Augen- und Notduschen nahe dem Arbeitsplatz vorzusehen. Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen. Beschmutzte Kleidung vor Wiedergebrauch waschen.

HHS 2000 500ML

Version 13.5 Überarbeitet am: 21.02.2020 SDB-Nummer: 310713-00005 Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten

Anforderungen an Lagerräume und Behälter : Unter Verschluss aufbewahren. Kühl an einem gut belüfteten Ort aufbewahren. In Übereinstimmung mit den besonderen nationalen gesetzlichen Vorschriften lagern. Auch nach Gebrauch nicht gewaltsam öffnen oder verbrennen. Kühl halten. Vor Sonnenbestrahlung schützen.

Zusammenlagerungshinweise : Nicht mit den folgenden Produktarten lagern:
Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische
Organische Peroxide
Oxidationsmittel
Entzündbare Feststoffe
Pyrophore Flüssigkeiten
Pyrophore Feststoffe
Selbsterhitzungsfähige Stoffe und Gemische
Stoffe und Gemische, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln
Sprengstoffe

Lagerzeit : 24 Monate

Empfohlene Lagerungstemperatur : < 40 °C

Weitere Informationen zur Lagerbeständigkeit : Keine Zersetzung bei bestimmungsgemäßer Lagerung und Anwendung.

7.3 Spezifische Endanwendungen

Bestimmte Verwendung(en) : Keine Daten verfügbar

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Arbeitsplatzgrenzwerte

Inhaltsstoffe	CAS-Nr.	Werttyp (Art der Exposition)	Zu überwachende Parameter	Grundlage
Isobutan	75-28-5	MAK-Wert	800 ppm 1.900 mg/m ³	CH SUVA
		KZGW	3.200 ppm 7.600 mg/m ³	CH SUVA
Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan	64742-49-0	KZGW	1.000 ppm 3.600 mg/m ³	CH SUVA
		Weitere Information: National Institute for Occupational Safety and Health		
		MAK-Wert	500 ppm 1.800 mg/m ³	CH SUVA
Rückstandsöle (Erdöl), mit Wasserstoff behandelte	64742-57-0	MAK-Wert (eintemperaturer Anteil)	5 mg/m ³	CH SUVA

HHS 2000 500ML

Version 13.5 Überarbeitet am: 21.02.2020 SDB-Nummer: 310713-00005 Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

	Weitere Information: Krebserzeugende Stoffe Kategorie 3, National Institute for Occupational Safety and Health, Deutsche Forschungsgemeinschaft			
Propan	74-98-6	MAK-Wert	1.000 ppm 1.800 mg/m ³	CH SUVA
	Weitere Information: National Institute for Occupational Safety and Health			
		KZGW	4.000 ppm 7.200 mg/m ³	CH SUVA
Butan	106-97-8	MAK-Wert	800 ppm 1.900 mg/m ³	CH SUVA
		KZGW	3.200 ppm 7.600 mg/m ³	CH SUVA

Abgeleitete Expositionshöhe ohne Beeinträchtigung (DNEL) gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006:

Stoffname	Anwendungsbereich	Expositionsweg	Mögliche Gesundheitsschäden	Wert
Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan	Arbeitnehmer	Einatmung	Langzeit - systemische Effekte	5306 mg/m ³
	Arbeitnehmer	Hautkontakt	Langzeit - systemische Effekte	13964 mg/kg Körpergewicht/Tag
	Verbraucher	Einatmung	Langzeit - systemische Effekte	1131 mg/m ³
	Verbraucher	Hautkontakt	Langzeit - systemische Effekte	1377 mg/kg Körpergewicht/Tag
	Verbraucher	Verschlucken	Langzeit - systemische Effekte	1301 mg/kg Körpergewicht/Tag

Abgeschätzte Nicht-Effekt-Konzentration (PNEC) gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006:

Stoffname	Umweltkompartiment	Wert
Rückstandsöle (Erdöl), mit Wasserstoff behandelte	Oral (Sekundärvergiftung)	9,33 mg/kg Nahrung

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Technische Schutzmaßnahmen

Expositionskonzentrationen am Arbeitsplatz minimieren.
Bei Nichtverfügbarkeit einer ausreichenden Entlüftung ist eine lokale Entlüftung zu verwenden.
Wenn eine Bewertung der lokalen Exposition am Arbeitsplatz dies anräht, nur in einem Bereich verwenden, der mit einer explosionsssicheren Entlüftung ausgestattet ist.

Persönliche Schutzausrüstung

Augenschutz : Folgende persönliche Schutzausrüstung tragen:
Sicherheitsbrille
Die Ausrüstung sollte SN EN 166 entsprechen

Handschutz
Material : Nitrilkautschuk
Durchbruchzeit : 480 min
Handschuhdicke : 0,45 mm

HHS 2000 500ML

Version	Überarbeitet am:	SDB-Nummer:	Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
13.5	21.02.2020	310713-00005	Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

- Anmerkungen : Chemikalienschutzhandschuhe sind in ihrer Ausführung in Abhängigkeit von Gefahrstoffkonzentration und -menge arbeitsplatzspezifisch auszuwählen. Es wird empfohlen, die Chemikalienbeständigkeit der oben genannten Schutzhandschuhe für spezielle Anwendungen mit dem Handschuhhersteller abzuklären. Vor den Pausen und bei Arbeitende Hände waschen.
- Haut- und Körperschutz : Angemessene Schutzkleidung basierend auf den Angaben zur chemischen Beständigkeit und einer Bewertung der potenziellen Exposition vor Ort wählen.
Folgende persönliche Schutzausrüstung tragen:
Wenn die Prüfung ergibt, dass ein Risiko explosiver Atmosphären oder Verpuffungen besteht, ist flammfeste antistatische Schutzkleidung zu tragen.
Hautkontakt mittels undurchdringlicher Schutzkleidung vermeiden (Handschuhe, Schürzen, Stiefel etc.).
- Atemschutz : Bei Nichtverfügbarkeit einer lokalen Entlüftung oder wenn die Expositionsbewertung Expositionen außerhalb der empfohlenen Richtlinien ergibt, ist ein Atemschutz zu verwenden.
Die Ausrüstung sollte SN EN 14387 entsprechen
- Filtertyp : Typ organische Gase und Dämpfe von Niedrigsiedern (AX)

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

- Aussehen : Aerosol, das ein verflüssigtes Gas enthält
- Treibmittel : Isobutan, Propan, Butan
- Farbe : braun
- Geruch : nach Lösemittel
- Geruchsschwelle : Keine Daten verfügbar
- pH-Wert : Keine Daten verfügbar
- Schmelzpunkt/Gefrierpunkt : Keine Daten verfügbar
- Siedebeginn und Siedebereich : -42 °C
- Flammpunkt : -33 °C
Der Flammpunkt ist nur für den flüssigen Anteil in der Sprühdose gültig.
- Verdampfungsgeschwindigkeit : Nicht anwendbar

HHS 2000 500ML

Version	Überarbeitet am:	SDB-Nummer:	Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
13.5	21.02.2020	310713-00005	Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

keit

Entzündbarkeit (fest, gasförmig)	:	Extrem entzündbares Aerosol.
Obere Explosionsgrenze / Obere Entzündbarkeitsgrenze	:	15 %(V)
Untere Explosionsgrenze / Untere Entzündbarkeitsgrenze	:	1,0 %(V)
Dampfdruck	:	Nicht anwendbar
Relative Dampfdichte	:	Nicht anwendbar
Dichte	:	0,742 g/cm ³ (20 °C) Methode: DIN 51757
Löslichkeit(en) Wasserlöslichkeit	:	unlöslich
Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser	:	Nicht anwendbar
Selbstentzündungstemperatur	:	250 °C
Zersetzungstemperatur	:	Keine Daten verfügbar
Viskosität Viskosität, kinematisch	:	> 20,5 mm ² /s (40 °C)
Explosive Eigenschaften	:	Nicht explosiv
Oxidierende Eigenschaften	:	Der Stoff oder das Gemisch ist nicht eingestuft als oxidierend.

9.2 Sonstige Angaben

Partikelgröße	:	Nicht anwendbar
---------------	---	-----------------

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität

Nicht als reaktionsgefährlich eingestuft.

10.2 Chemische Stabilität

Stabil unter normalen Bedingungen.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Gefährliche Reaktionen	:	Extrem entzündbares Aerosol. Dämpfe können mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch bilden. Wegen des hohen Dampfdrucks besteht bei Temperaturan-
------------------------	---	---

HHS 2000 500ML

Version	Überarbeitet am:	SDB-Nummer:	Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
13.5	21.02.2020	310713-00005	Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

stieg Berstgefahr der Gefäße.
Reaktionsfähig mit starken Oxidationsmitteln.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Zu vermeidende Bedingungen : Hitze, Flammen und Funken.

10.5 Unverträgliche Materialien

Zu vermeidende Stoffe : Oxidationsmittel

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Es sind keine gefährlichen Zersetzungsprodukte bekannt.

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Angaben zu wahrscheinlichen Expositionswegen : Einatmung
Hautkontakt
Verschlucken
Augenkontakt

Akute Toxizität

Nicht klassifiziert nach den vorliegenden Informationen.

Inhaltsstoffe:

Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan:

Akute orale Toxizität : LD50 (Ratte): 16.750 mg/kg
Anmerkungen: Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Akute inhalative Toxizität : LC50 (Ratte): 259,354 mg/l
Expositionszeit: 4 h
Testatmosphäre: Dampf
Anmerkungen: Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Akute dermale Toxizität : LD50 (Kaninchen): > 3.350 mg/kg
Bewertung: Der Stoff oder das Gemisch besitzt keine akute dermale Toxizität
Anmerkungen: Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Ätz-/Reizwirkung auf die Haut

Verursacht Hautreizungen.

Inhaltsstoffe:

Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan:

Spezies : Kaninchen
Methode : OECD Prüfrichtlinie 404
Ergebnis : Hautreizung

HHS 2000 500ML

Version 13.5 Überarbeitet am: 21.02.2020 SDB-Nummer: 310713-00005 Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

Schwere Augenschädigung/-reizung

Nicht klassifiziert nach den vorliegenden Informationen.

Inhaltsstoffe:

Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan:

Spezies : Kaninchen
Ergebnis : Keine Augenreizung
Anmerkungen : Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Sensibilisierung der Atemwege/Haut

Sensibilisierung durch Hautkontakt

Nicht klassifiziert nach den vorliegenden Informationen.

Sensibilisierung durch Einatmen

Nicht klassifiziert nach den vorliegenden Informationen.

Inhaltsstoffe:

Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan:

Art des Testes : Lokaler Lymphknotentest (LLNA)
Expositionswege : Hautkontakt
Spezies : Maus
Ergebnis : negativ
Anmerkungen : Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Keimzell-Mutagenität

Nicht klassifiziert nach den vorliegenden Informationen.

Inhaltsstoffe:

Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan:

Gentoxizität in vitro : Art des Testes: Bakterieller Rückmutationstest (AMES)
Ergebnis: negativ
Anmerkungen: Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Art des Testes: Chromosomenaberrationstest in vitro
Ergebnis: negativ
Anmerkungen: Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Art des Testes: In-Vitro-Genmutationstest an Säugetierzellen
Ergebnis: negativ
Anmerkungen: Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Gentoxizität in vivo : Art des Testes: Mutagenität (Säuger Knochenmark - zytogenetischer in vivo-Test, Chromosomenanalyse)
Spezies: Ratte
Applikationsweg: Inhalation (Dampf)
Ergebnis: negativ

HHS 2000 500ML

Version 13.5 Überarbeitet am: 21.02.2020 SDB-Nummer: 310713-00005 Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

Karzinogenität

Nicht klassifiziert nach den vorliegenden Informationen.

Inhaltsstoffe:

Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan:

Spezies : Ratte
Applikationsweg : Inhalation (Dampf)
Expositionszeit : 2 yr
Ergebnis : negativ
Anmerkungen : Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Spezies : Maus
Applikationsweg : Inhalation (Dampf)
Expositionszeit : 2 yr
Ergebnis : negativ
Anmerkungen : Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Reproduktionstoxizität

Nicht klassifiziert nach den vorliegenden Informationen.

Inhaltsstoffe:

Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan:

Wirkung auf die Fruchtbarkeit : Art des Testes: Studie zur Zwei-Generationen-Reproduktionstoxizität
Spezies: Ratte
Applikationsweg: Inhalation (Dampf)
Ergebnis: negativ
Anmerkungen: Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Effekte auf die Fötusentwicklung : Art des Testes: Embryo-fötale Entwicklung
Spezies: Ratte
Applikationsweg: Inhalation (Dampf)
Ergebnis: negativ
Anmerkungen: Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition

Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

Inhaltsstoffe:

Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan:

Bewertung : Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition

Nicht klassifiziert nach den vorliegenden Informationen.

HHS 2000 500ML

Version 13.5 Überarbeitet am: 21.02.2020 SDB-Nummer: 310713-00005 Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

Toxizität bei wiederholter Verabreichung

Inhaltsstoffe:

Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan:

Spezies : Ratte, männlich
NOAEL : 10,504 mg/l
Applikationsweg : Inhalation (Dampf)
Expositionszeit : 90 Tage
Anmerkungen : Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Aspirationstoxizität

Nicht klassifiziert nach den vorliegenden Informationen.

Inhaltsstoffe:

Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan:

Der Stoff oder das Gemisch ist bekannterweise aspirationstoxisch beim Menschen oder muss als aspirationstoxisch beim Menschen angesehen werden.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität

Inhaltsstoffe:

Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan:

Toxizität gegenüber Fischen : LL50 (Oncorhynchus mykiss (Regenbogenforelle)): > 10 - 100 mg/l
Expositionszeit: 96 h
Testsubstanz: Wasserlösliche Anteile
Methode: OECD Prüfrichtlinie 203
Anmerkungen: Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Toxizität gegenüber Daphnien und anderen wirbellosen Wassertieren : EL50 (Daphnia magna (Großer Wasserfloh)): > 1 - 10 mg/l
Expositionszeit: 48 h
Testsubstanz: Wasserlösliche Anteile
Methode: OECD- Prüfrichtlinie 202
Anmerkungen: Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Toxizität gegenüber Algen/Wasserpflanzen : EL50 (Selenastrum capricornutum (Grünalge)): > 10 - 100 mg/l
Expositionszeit: 72 h
Testsubstanz: Wasserlösliche Anteile
Methode: OECD- Prüfrichtlinie 201
Anmerkungen: Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

NOELR (Selenastrum capricornutum (Grünalge)): 0,1 mg/l
Expositionszeit: 72 h
Testsubstanz: Wasserlösliche Anteile

HHS 2000 500ML

Version	Überarbeitet am:	SDB-Nummer:	Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
13.5	21.02.2020	310713-00005	Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

Methode: OECD- Prüfrichtlinie 201
Anmerkungen: Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

Toxizität gegenüber Daphnien und anderen wirbellosen Wassertieren (Chronische Toxizität) : NOELR: > 0,1 - 1 mg/l
Expositionszeit: 21 d
Spezies: Daphnia magna (Großer Wasserfloh)
Methode: OECD- Prüfrichtlinie 211
Anmerkungen: Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

Inhaltsstoffe:

Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan:

Biologische Abbaubarkeit : Ergebnis: Leicht biologisch abbaubar.
Biologischer Abbau: 98 %
Expositionszeit: 28 d
Methode: OECD Prüfrichtlinie 301F
Anmerkungen: Basierend auf Testdaten von ähnlichen Materialien

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Inhaltsstoffe:

Kohlenwasserstoffe, C6, Isoalkane, < 5% n-Hexan:

Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser : log Pow: 3,6

12.4 Mobilität im Boden

Keine Daten verfügbar

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

Nicht relevant

12.6 Andere schädliche Wirkungen

Keine Daten verfügbar

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren der Abfallbehandlung

Produkt : Unter Beachtung der örtlichen behördlichen Bestimmungen beseitigen.
Gemäß europäischem Abfallkatalog (EAK) sind Abfallschlüsselnummern nicht produkt- sondern anwendungsbezogen. Abfallschlüsselnummern sollen vom Verbraucher, möglichst in Absprache mit den Abfallentsorgungsbehörden, ausgestellt werden.

Verunreinigte Verpackungen : Leere Behälter einer anerkannten Abfallentsorgungsanlage

HHS 2000 500ML

Version	Überarbeitet am:	SDB-Nummer:	Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
13.5	21.02.2020	310713-00005	Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

zuführen zwecks Wiedergewinnung oder Entsorgung.
Leere Behälter enthalten Produktrückstände und können gefährlich sein.
Diese Behälter nicht unter Druck setzen, schneiden, schweißen, hartlöten, wechlöten, bohren, schweißen oder Hitze, Flammen, Funken oder anderen Entzündungsquellen aussetzen. Sie können explodieren und zu Verletzungen und/oder Tod führen.
Falls nicht anders angegeben: Entsorgung als unbenutztes Produkt.
Aerosoldosen völlig leersprühen (inklusive Treibgas)

Abfallschlüssel-Nr. : Die folgenden Abfallschlüsselnummern sind nur als Empfehlung gedacht:

gebrauchtes Produkt
16 05 04, gefährliche Stoffe enthaltende Gase in Druckbehältern (einschließlich Halonen)

nicht gebrauchtes Produkt
16 05 04, gefährliche Stoffe enthaltende Gase in Druckbehältern (einschließlich Halonen)

ungereinigte Verpackung
15 01 10, Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

14.1 UN-Nummer

ADN	: UN 1950
ADR	: UN 1950
RID	: UN 1950
IMDG	: UN 1950
IATA	: UN 1950

14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung

ADN	: DRUCKGASPACKUNGEN
ADR	: DRUCKGASPACKUNGEN
RID	: DRUCKGASPACKUNGEN
IMDG	: AEROSOLS (Hydrocarbons, C6, isoalkanes, <5% n-hexane)
IATA	: Aerosols, flammable

14.3 Transportgefahrenklassen

ADN	: 2
ADR	: 2

HHS 2000 500ML

Version 13.5 Überarbeitet am: 21.02.2020 SDB-Nummer: 310713-00005 Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

RID : 2
IMDG : 2.1
IATA : 2.1

14.4 Verpackungsgruppe

ADN
Verpackungsgruppe : Nicht durch Verordnung festgelegt
Klassifizierungscode : 5F
Gefahrzettel : 2.1

ADR
Verpackungsgruppe : Nicht durch Verordnung festgelegt
Klassifizierungscode : 5F
Gefahrzettel : 2.1
Tunnelbeschränkungscode : (D)

RID
Verpackungsgruppe : Nicht durch Verordnung festgelegt
Klassifizierungscode : 5F
Nummer zur Kennzeichnung der Gefahr : 23
Gefahrzettel : 2.1

IMDG
Verpackungsgruppe : Nicht durch Verordnung festgelegt
Gefahrzettel : 2.1
EmS Kode : F-D, S-U

IATA (Fracht)
Verpackungsanweisung (Frachtflugzeug) : 203
Verpackungsanweisung (LQ) : Y203
Verpackungsgruppe : Nicht durch Verordnung festgelegt
Gefahrzettel : Flammable Gas

IATA (Passagier)
Verpackungsanweisung (Passagierflugzeug) : 203
Verpackungsanweisung (LQ) : Y203
Verpackungsgruppe : Nicht durch Verordnung festgelegt
Gefahrzettel : Flammable Gas

14.5 Umweltgefahren

ADN
Umweltgefährdend : ja

ADR
Umweltgefährdend : ja

RID
Umweltgefährdend : ja

IMDG
Meeresschadstoff : ja

HHS 2000 500ML

Version	Überarbeitet am:	SDB-Nummer:	Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
13.5	21.02.2020	310713-00005	Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

Die hierin bereitgestellte(n) Transporteinstufung(en) ist/sind nur zu informativen Zwecken gedacht und basieren lediglich auf den Eigenschaften des unverpackten Materials gemäß Beschreibung in diesem Sicherheitsdatenblatt. Transporteinstufungen können mit dem Transportmittel, der Verpackungsgröße und Abweichungen in regionalen oder Länderbestimmungen variieren.

14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens und gemäß IBC-Code

Anmerkungen : Auf Produkt im Lieferzustand nicht zutreffend.

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch

- | | |
|--|--|
| REACH - Beschränkungen der Herstellung, des Inverkehrbringens und der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse (Anhang XVII) | : Nicht anwendbar |
| REACH - Liste der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe (Artikel 59). | : Nicht anwendbar |
| REACH - Verzeichnis der zulassungspflichtigen Stoffe (Anhang XIV) | : Nicht anwendbar |
| Verordnung (EG) Nr. 1005/2009 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen | : Nicht anwendbar |
| Verordnung (EU) 2019/1021 über persistente organische Schadstoffe (Neufassung) | : Nicht anwendbar |
| Verordnung, ChemPICV (814.82) | : Nicht anwendbar |
| Verordnung über den Schutz vor Störfällen
Mengenschwelle gemäß Störfallverordnung (StfV 814.012) | : 20.000 kg |
| Flüchtige organische Verbindungen | :
Verordnung über die Lenkungsabgabe auf flüchtige organische Verbindungen (VOCV)
Gehalt flüchtiger organischer Verbindungen (VOC): 81 % |

Sonstige Vorschriften:

Artikel 4 Absatz 4 der Jugendarbeitsschutzverordnung (SR 822.115) und Artikel 1 lit. f der Verordnung des WBF über gefährliche Arbeiten für Jugendliche (SR 822.115.2): Jugendliche in der beruflichen Grundbildung dürfen nur mit diesem Produkt (diesem Stoff / dieser Zubereitung) arbeiten, wenn dies in der jeweiligen Bildungsverordnung zur Erreichung ihres Ausbildungszieles vorgesehen ist, die Voraussetzungen des Bildungsplans erfüllt sind und die geltenden Altersbeschränkungen eingehalten werden. Jugendliche, die keine berufliche Grundbildung absolvieren, dürfen nicht mit diesem Produkt (diesem Stoff / dieser Zubereitung) arbeiten. Als Jugendliche gelten Arbeitnehmer beider Geschlechter bis zum vollendeten 18. Altersjahr.

HHS 2000 500ML

Version	Überarbeitet am:	SDB-Nummer:	Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
13.5	21.02.2020	310713-00005	Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung

Eine Stoffsicherheitsbewertung wurde nicht durchgeführt.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

Sonstige Angaben : Positionen, bei denen Veränderungen gegenüber der vorherigen Fassung vorgenommen wurden, sind im Textkörper durch zwei vertikale Linien hervorgehoben.

Volltext der H-Sätze

H225 : Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.
H304 : Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.
H315 : Verursacht Hautreizungen.
H336 : Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
H411 : Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Volltext anderer Abkürzungen

Aquatic Chronic : Langfristig (chronisch) gewässergefährdend
Asp. Tox. : Aspirationsgefahr
Flam. Liq. : Entzündbare Flüssigkeiten
Skin Irrit. : Reizwirkung auf die Haut
STOT SE : Spezifische Zielorgan-Toxizität - einmalige Exposition
CH SUVA : Grenzwerte am Arbeitsplatz
CH SUVA / MAK-Wert : Maximale Arbeitsplatzkonzentrationswert
CH SUVA / KZGW : Kurzzeitgrenzwerte

ADN - Europäisches Übereinkommens über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstrassen; ADR - Europäisches Übereinkommens über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße; AICS - Australisches Verzeichnis chemischer Substanzen; ASTM - Amerikanische Gesellschaft für Werkstoffprüfung; bw - Körpergewicht; CLP - Verordnung über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen, Verordnung (EG) Nr 1272/2008; CMR - Karzinogener, mutagener oder reproduktiver Giftstoff; DIN - Norm des Deutschen Instituts für Normung; DSL - Liste heimischer Substanzen (Kanada); ECHA - Europäische Chemikalienbehörde; EC-Number - Nummer der Europäischen Gemeinschaft; ECx - Konzentration verbunden mit x % Reaktion; ELx - Beladungsrate verbunden mit x % Reaktion; EmS - Notfallplan; ENCS - Vorhandene und neue chemische Substanzen (Japan); ErCx - Konzentration verbunden mit x % Wachstumsgeschwindigkeit; GHS - Global harmonisiertes System; GLP - Gute Laborpraxis; IARC - Internationale Krebsforschungsagentur; IATA - Internationale Luftverkehrs-Vereinigung; IBC - Internationaler Code für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen zur Beförderung gefährlicher Chemikalien als Massengut; IC50 - Halbmaximale Hemmstoffkonzentration; ICAO - Internationale Zivilluftfahrt-Organisation; IECSC - Verzeichnis der in China vorhandenen chemischen Substanzen; IMDG - Code – Internationaler Code für die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen; IMO - Internationale Seeschiffahrtsorganisation; ISHL - Gesetz über Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (Japan); ISO - Internationale Organisation für Normung; KECL - Verzeichnis der in Korea vorhandenen Chemikalien; LC50 - Lethale Konzentration für 50 % einer Versuchspopulation; LD50 - Lethale Dosis für 50 % einer Versuchspopulation (mittlere lethale Dosis); MARPOL - Internationales Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe; n.o.s. - nicht anderweitig genannt; NO(A)EC - Konzentration, bei der keine (schädliche) Wirkung erkennbar ist; NO(A)EL - Dosis, bei der keine (schädliche) Wirkung erkennbar ist; NOELR - Keine erkennbare Effektladung; NZIoC - Neuseeländisches Chemikalienverzeichnis; OECD - Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung; OPPTS - Büro für chemische Sicherheit und Verschmutzungsverhütung (OSCPP); PBT - Persistente, bioakkumulierbare und toxische Substanzen; PICCS - Verzeichnis der auf den Phi-

HHS 2000 500ML

Version	Überarbeitet am:	SDB-Nummer:	Datum der letzten Ausgabe: 03.09.2019
13.5	21.02.2020	310713-00005	Datum der ersten Ausgabe: 15.12.2009

lippinen vorhandenen Chemikalien und chemischen Substanzen; (Q)SAR - (Quantitative) Struktur-Wirkungsbeziehung; REACH - Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rats bezüglich der Registrierung, Bewertung, Genehmigung und Restriktion von Chemikalien; RID - Regelung zur internationalen Beförderung gefährlicher Güter im Schienenverkehr; SADT - Selbstbeschleunigende Zersetzungstemperatur; SDS - Sicherheitsdatenblatt; SVHC - besonders besorgniserregender Stoff; TCSI - Verzeichnis der in Taiwan vorhandenen chemischen Substanzen; TSCA - Gesetz zur Kontrolle giftiger Stoffe (Vereinigte Staaten); UN - Vereinte Nationen; UNRTDG - Empfehlungen der Vereinten Nationen über den Transport gefährlicher Güter; vPvB - Sehr persistent und sehr bioakkumulierbar

Weitere Information

Quellen der wichtigsten Daten, die zur Erstellung des Datenblatts verwendet wurden : Interne technische Daten, Rohstoffdaten von den SDB, Suchergebnisse des OECD eChem Portals und der Europäischen Chemikalienagentur, <http://echa.europa.eu/>

Einstufung des Gemisches:

Aerosol 1	H222, H229
Skin Irrit. 2	H315
STOT SE 3	H336
Aquatic Chronic 2	H411

Einstufungsverfahren:

Basierend auf Produktdaten oder Beurteilung
Rechenmethode
Rechenmethode
Rechenmethode

Die in diesem Sicherheitsdatenblatt enthaltenen Informationen sind nach bestem Wissen und Gewissen erstellt worden und basieren auf dem Wissensstand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Die Informationen dienen lediglich als Richtlinie für eine sichere Handhabung, Verwendung, Verarbeitung, Lagerung, Transport, Entsorgung und Freisetzung und stellen keine Gewährleistung oder Qualitätsspezifikation dar. Die vorliegenden Informationen beziehen sich nur auf den oben in diesem SDB bezeichneten Stoff und gelten nicht bei Verwendung des im SDB angegebenen Stoffes in Kombination mit anderen Stoffen oder in anderen Verfahren, sofern nicht anders im Text angegeben ist. Anwender des Stoffes sollten die Informationen und Empfehlungen im konkreten Einzelfall der vorgesehenen Handhabung, Verwendung, Verarbeitung und Lagerung, einschließlich gegebenenfalls einer Beurteilung der Angemessenheit des im SDB bezeichneten Stoffes im Endprodukt des Anwenders, überprüfen.

CH / DE

Klüberplex AG 11-461

Version 2.1

Überarbeitet am 24.10.2017

Druckdatum 24.10.2017

1. Bezeichnung des Stoffs beziehungsweise des Gemischs und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Produktname : Klüberplex AG 11-461
Artikel-Nr. : 039213

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Verwendung des Stoffs/des Gemisches : Schmierfett
Empfohlene Einschränkungen der Anwendung : Nur für gewerbliche Anwender.

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Klüber Lubrication München
Geisenhausenerstr. 7
81379 München
Deutschland
Tel: +49 (0) 89 7876 0
Fax: +49 (0) 89 7876 333
info@klueber.com

Email-Adresse : mcm@klueber.com
Verantwortliche/ausstellende Person : Material Compliance Management

Nationaler Kontakt : Klüber Lubrication Deutschland
Geisenhausenerstraße 7
81379 München
Deutschland
Tel.: +49 89 7876 0
Fax: +49 89 7876 565
customer.service.de@klueber.com
www.klueber.com

1.4 Notrufnummer

+49 89 7876 700 (24 hrs)

2. Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Einstufung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

Keine gefährliche Substanz oder Mischung.

Klüberplex AG 11-461

Version 2.1

Überarbeitet am 24.10.2017

Druckdatum 24.10.2017

2.2 Kennzeichnungselemente

Kennzeichnung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

Keine gefährliche Substanz oder Mischung.

Zusätzliche Kennzeichnung:

EUH210 Sicherheitsdatenblatt auf Anfrage erhältlich.
EUH210 Sicherheitsdatenblatt auf Anfrage erhältlich.

2.3 Sonstige Gefahren

3. Zusammensetzung/ Angaben zu Bestandteilen

3.2 Gemische

Chemische Charakterisierung : Mineralöl.
Esteröl
Aluminium-Komplexseife
Festschmierstoff

Gefährliche Inhaltsstoffe

Chemische Bezeichnung	CAS-Nr. EG-Nr. INDEX-Nr. Registrierungsnummer	Einstufung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)	Konzentration [%]
2,5-Bis(tert-dodecyldithio)-1,3,4-thiadiazol	59656-20-1 261-844-5	Aquatic Chronic 3; H412	>= 1 - < 2,5
Substanzen mit einem Arbeitsplatzexpositionsgrenzwert :			
Magnesiumoxid	1309-48-4 215-171-9		>= 1 - < 10

Den Volltext der in diesem Abschnitt aufgeführten Gefahrenhinweise finden Sie unter Abschnitt 16.

4. Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

Nach Einatmen : Opfer an die frische Luft bringen. Bei Anhalten der Anzeichen/Symptome, ärztliche Betreuung hinzuziehen. Betroffenen warm und ruhig lagern. Bei unregelmäßiger Atmung oder Atemstillstand künstliche Beatmung einleiten.

Nach Hautkontakt : Verunreinigte Kleidung ausziehen. Bei Auftreten einer Reizung , ärztliche Betreuung aufsuchen. Bei Kontakt, Haut sofort mit viel Wasser abspülen.

Nach Augenkontakt : Sofort während mindestens 10 Minuten mit viel Wasser abspülen, auch unter den Augenlidern. Bei anhaltender Augenreizung einen Facharzt aufsuchen.

Klüberplex AG 11-461

Version 2.1

Überarbeitet am 24.10.2017

Druckdatum 24.10.2017

Nach Verschlucken : Betroffenen an die frische Luft bringen.
Erbrechen nicht ohne ärztliche Anweisung herbeiführen.

4.2 Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

Symptome : Keine Information verfügbar.

Risiken : Keine bekannt.

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

Behandlung : Keine Information verfügbar.

5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

Geeignete Löschmittel : Wassersprühnebel, alkoholbeständigen Schaum,
Trockenlöschmittel oder Kohlendioxid verwenden.

Ungeeignete Löschmittel : Wasservollstrahl

5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

Besondere Gefahren bei der Brandbekämpfung : Im Brandfall kann Folgendes freigesetzt werden:
Kohlenstoffoxide
Metalloxide
Stickoxide (NO_x)
Schwefeloxide

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung

Besondere Schutzausrüstung für die Brandbekämpfung : Im Brandfall umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen.
Persönliche Schutzausrüstung verwenden.
Beim Auftreten atembare Stäube und/oder Brandgase umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät verwenden.
Das Einatmen von Zersetzungsprodukten kann Gesundheitsschäden verursachen.

Weitere Information : Übliche Maßnahmen bei Bränden mit Chemikalien.

6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren

Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen : Personen in Sicherheit bringen.
Bei Überschreitung der arbeitsplatzbezogenen Grenzwerte und/oder bei Freisetzung (Staub) ist der angegebene Atemschutz zu verwenden.
Das Einatmen von Staub vermeiden.
Siehe Schutzmaßnahmen unter Punkt 7 und 8.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen

Klüberplex AG 11-461

Version 2.1

Überarbeitet am 24.10.2017

Druckdatum 24.10.2017

Umweltschutzmaßnahmen : Das Eindringen des Materials in die Kanalisation oder in Wasserläufe möglichst verhindern.
Wenn größere Mengen verschütteten Materials nicht eingedämmt werden können, sollen die lokalen Behörden benachrichtigt werden.

6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

Reinigungsverfahren : Schnell aufkehren oder aufsaugen.
Zur Entsorgung in geeignete und verschlossene Behälter geben.

6.4 Verweis auf andere Abschnitte

Persönliche Schutzausrüstung siehe unter Abschnitt 8.

7. Handhabung und Lagerung

7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

Hinweise zum sicheren Umgang : Persönliche Schutzausrüstung siehe unter Abschnitt 8.
Im Anwendungsbereich nicht essen, trinken oder rauchen.
Hände und Gesicht vor Pausen und sofort nach Handhabung des Produktes waschen.

7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten

Anforderungen an Lagerräume und Behälter : Im Originalbehälter lagern.
Behälter verschlossen halten, wenn dieser nicht in Gebrauch ist.
Kühl und trocken, an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
Geöffnete Behälter sorgfältig verschließen und aufrecht lagern um jegliches Auslaufen zu verhindern.
In Übereinstimmung mit den besonderen nationalen gesetzlichen Vorschriften lagern.
In korrekt beschrifteten Behältern aufbewahren.

Lagerklasse (LGK) : 11 Brennbare Feststoffe

7.3 Spezifische Endanwendungen

: Die technischen Richtlinien zur Verwendung dieses Stoffs/dieses Gemisches beachten.

8. Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Inhaltsstoffe	CAS-Nr.	Werttyp	Zu überwachende Parameter	Stand	Grundlage
Magnesiumoxid	1309-48-4	AGW	10 mg/m ³	2014-04-02	DE TRGS 900

Klüberplex AG 11-461

Version 2.1

Überarbeitet am 24.10.2017

Druckdatum 24.10.2017

Weitere Information:	Allgemeiner Staubgrenzwert. Für diesen Stoff ist kein stoffspezifischer Arbeitsplatzgrenzwert aufgestellt, da dem AGS bisher keine über die unspezifische Wirkung auf die Atemorgane hinausgehende Erkenntnisse bekannt wurden. Ausschuss für Gefahrstoffe Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der DFG (MAK-Kommission)				
Magnesiumoxid	1309-48-4	AGW	1,25 mg/m ³	2014-04-02	DE TRGS 900
Weitere Information:	Allgemeiner Staubgrenzwert. Für diesen Stoff ist kein stoffspezifischer Arbeitsplatzgrenzwert aufgestellt, da dem AGS bisher keine über die unspezifische Wirkung auf die Atemorgane hinausgehende Erkenntnisse bekannt wurden. Ausschuss für Gefahrstoffe Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der DFG (MAK-Kommission)				

DNEL

2,5-Bis(tert-dodecyldithio)-1,3,4-thiadiazol : Anwendungsbereich: Arbeitnehmer
Expositionswege: Einatmen
Mögliche Gesundheitsschäden: Langzeit - systemische Effekte
Wert: 4,408 mg/m³

Anwendungsbereich: Arbeitnehmer
Expositionswege: Hautkontakt
Mögliche Gesundheitsschäden: Langzeit - systemische Effekte
Wert: 6,25 mg/kg Körpergewicht/Tag

PNEC

2,5-Bis(tert-dodecyldithio)-1,3,4-thiadiazol : Süßwasser
Wert: 0,041 mg/l

Meerwasser
Wert: 0,0041 mg/l

Zeitweise Verwendung/Freisetzung
Wert: 0,41 mg/l

Mikrobiologische Aktivität in Abwasserreinigungsanlagen
Wert: 8000 mg/l

Süßwassersediment
Wert: 380,62 mg/kg

Meeressediment
Wert: 38,06 mg/kg

Boden
Wert: 308,98 mg/kg

Oral
Wert: 6,67 mg/kg

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Technische Schutzmaßnahmen

Konzentration in der Luft unter den normalen Arbeitsplatzgrenzwerten halten.

Klüberplex AG 11-461

Version 2.1

Überarbeitet am 24.10.2017

Druckdatum 24.10.2017

Persönliche Schutzausrüstung

- Atemschutz : Bei der Entwicklung von Staub oder Aerosol Atemschutz mit anerkanntem Filtertyp verwenden.
- Handschutz : Bei längerem oder wiederholtem Kontakt Handschuhe benutzen.
Die einzusetzenden Schutzhandschuhe müssen den Spezifikationen der EG-Richtlinie 89/686/EWG und der sich daraus ergebenden Norm EN 374 genügen.
Die Durchdringungszeit ist unter anderem abhängig von Material, Dichte und Ausführung des Handschuhs und muss daher im Einzelfall ermittelt werden.
- Augenschutz : Dicht schließende Schutzbrille
- Hygienemaßnahmen : Nach Gebrauch Gesicht, Hände und alle exponierten Hautstellen gründlich waschen.
- Schutzmaßnahmen : Die Art der Schutzausrüstung muss je nach Konzentration und Menge des gefährlichen Stoffes am Arbeitsplatz ausgewählt werden.
Körperschutz gemäß dessen Typ, gemäß Konzentration und Menge der gefährlichen Stoffe und gemäß jeweiligem Arbeitsplatz auswählen.

Begrenzung und Überwachung der Umweltexposition

- Allgemeine Hinweise : Das Eindringen des Materials in die Kanalisation oder in Wasserläufe möglichst verhindern.
Wenn größere Mengen verschütteten Materials nicht eingedämmt werden können, sollen die lokalen Behörden benachrichtigt werden.

9. Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

- Form : Paste
- Farbe : weiß
- Geruch : charakteristisch
- Geruchsschwelle : Keine Daten verfügbar
- pH-Wert : Keine Daten verfügbar
- Schmelzpunkt/Schmelzbereich : Keine Daten verfügbar
- Siedepunkt/Siedebereich : Keine Daten verfügbar
- Flammpunkt : Nicht anwendbar
- Verdampfungsgeschwindigkeit : Keine Daten verfügbar

Klüberplex AG 11-461

Version 2.1

Überarbeitet am 24.10.2017

Druckdatum 24.10.2017

Entzündbarkeit (fest, gasförmig)	: Brennbare Feststoffe
Untere Explosionsgrenze	: Keine Daten verfügbar
Obere Explosionsgrenze	: Keine Daten verfügbar
Dampfdruck	: < 0,001 hPa, 20 °C
Relative Dampfdichte	: Keine Daten verfügbar
Dichte	: 1,07 g/cm ³ , 20 °C
Wasserlöslichkeit	: unlöslich
Löslichkeit in anderen Lösungsmitteln	: Keine Daten verfügbar
Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser	: Keine Daten verfügbar
Selbstentzündungstemperatur	: Keine Daten verfügbar
Zündtemperatur	: Keine Daten verfügbar
Thermische Zersetzung	: Keine Daten verfügbar
Viskosität, dynamisch	: Keine Daten verfügbar
Viskosität, kinematisch	: Keine Daten verfügbar
Explosive Eigenschaften	: Nicht explosiv
Oxidierende Eigenschaften	: Keine Daten verfügbar

9.2 Sonstige Angaben

Sublimationspunkt	: Keine Daten verfügbar
Schüttdichte	: Keine Daten verfügbar

10. Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität

Keine besonders zu erwähnenden Gefahren.

10.2 Chemische Stabilität

Stabil unter normalen Bedingungen.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Gefährliche Reaktionen : Keine gefährlichen Reaktionen bekannt bei bestimmungsgemäßem Umgang.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Zu vermeidende Bedingungen : Keine besonders zu erwähnenden Bedingungen.

10.5 Unverträgliche Materialien

Zu vermeidende Stoffe : Keine besonders zu erwähnenden Stoffe.

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Klüberplex AG 11-461

Version 2.1

Überarbeitet am 24.10.2017

Druckdatum 24.10.2017

Gefährliche Zersetzungsprodukte : Keine Zersetzung bei bestimmungsgemäßer Lagerung und Anwendung.

11. Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Produkt

Akute orale Toxizität : Keine Informationen verfügbar.
Akute inhalative Toxizität : Keine Informationen verfügbar.
Akute dermale Toxizität : Keine Informationen verfügbar.
Ätz-/Reizwirkung auf die Haut : Keine Informationen verfügbar.
Schwere Augenschädigung/-reizung : Keine Informationen verfügbar.
Sensibilisierung der Atemwege/Haut : Keine Informationen verfügbar.
Keimzell-Mutagenität
Gentoxizität in vitro : Keine Daten verfügbar
Gentoxizität in vivo : Keine Daten verfügbar
Karzinogenität : Keine Daten verfügbar
Reproduktionstoxizität : Keine Daten verfügbar
Teratogenität : Keine Daten verfügbar
Toxizität bei wiederholter Verabreichung : Keine Informationen verfügbar.
Aspirationstoxizität : Keine Informationen verfügbar.
Weitere Information : Die gegebenen Informationen beruhen auf Daten, die von den Bestandteilen und der Toxizität ähnlicher Produkte stammen.

Inhaltsstoffe:

2,5-Bis(tert-dodecyldithio)-1,3,4-thiadiazol :

Akute orale Toxizität : LD50: > 5.000 mg/kg, Ratte, OECD Prüfrichtlinie 401
Akute inhalative Toxizität : LC50: > 2,75 mg/l, 4 h, Ratte, Dampf, OECD Prüfrichtlinie 403, Der Stoff oder das Gemisch besitzt keine akute Atmungstoxizität, Die inhalative LC50 (Ratte/4Std) konnte nicht bestimmt werden, weil bei der maximalen Sättigungskonzentration keine Todesfälle bei den Ratten beobachtet worden sind., Die angeführten Informationen beruhen auf Daten für ähnliche Stoffe.
Akute dermale Toxizität : LD50: > 2.000 mg/kg, Ratte, OECD Prüfrichtlinie 402, Der Stoff oder das Gemisch besitzt keine akute dermale Toxizität, Die angeführten Informationen beruhen auf Daten für ähnliche Stoffe.

Klüberplex AG 11-461

Version 2.1

Überarbeitet am 24.10.2017

Druckdatum 24.10.2017

Ätz-/Reizwirkung auf die Haut	: Kaninchen, Ergebnis: Keine Hautreizung, Einstufung: Keine Hautreizung, OECD Prüfrichtlinie 404
Schwere Augenschädigung/-reizung	: Kaninchen, Ergebnis: Keine Augenreizung, Einstufung: Keine Augenreizung, OECD Prüfrichtlinie 405
Sensibilisierung der Atemwege/Haut	: Buehler Test, Meerschweinchen, Ergebnis: Verursacht keine Sensibilisierung bei Labortieren., Einstufung: Verursacht keine Sensibilisierung bei Labortieren., OECD Prüfrichtlinie 406
Keimzell-Mutagenität	
Gentoxizität in vitro	: In-Vitro-Genmutationstest an Säugetierzellen, Fibroblasten von Chinesischem Hamster, mit und ohne metabolische Aktivierung, Ergebnis: negativ, OECD Prüfrichtlinie 473, Die angeführten Informationen beruhen auf Daten für ähnliche Stoffe.
Bewertung	: Tests mit Bakterien- oder Säugetierzellkulturen ergaben keinen Hinweis auf mutagene Wirkung.
Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition	: Bewertung: Der Stoff oder das Gemisch ist nicht als zielorgantoxisch, einmalige Exposition, eingestuft.
Toxizität bei wiederholter Verabreichung	: Ratte, Oral, Dosis bei der keine gesundheitsschädigende Wirkungen beobachtet wurden, 250 mg/kg, OECD Prüfrichtlinie 421, Die angeführten Informationen beruhen auf Daten für ähnliche Stoffe.
Spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition	: Bewertung: Der Stoff oder das Gemisch ist nicht als zielorgantoxisch, wiederholte Exposition, eingestuft.

12. Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität

Produkt:

Toxizität gegenüber Fischen	: Keine Daten verfügbar
Toxizität gegenüber Daphnien und anderen wirbellosen Wassertieren	: Keine Daten verfügbar
Toxizität gegenüber Algen	: Keine Daten verfügbar
Toxizität gegenüber Bakterien	: Keine Daten verfügbar

Inhaltsstoffe:

2,5-Bis(tert-dodecyldithio)-1,3,4-thiadiazol :

Toxizität gegenüber Fischen	: LC50: > 1.000 mg/l, 96 h, Pimephales promelas (fettköpfige
-----------------------------	--

Klüberplex AG 11-461

Version 2.1

Überarbeitet am 24.10.2017

Druckdatum 24.10.2017

Elritze)

- Toxizität gegenüber Daphnien und anderen wirbellosen Wassertieren : EC50: 41 mg/l, 48 h, Daphnia magna (Großer Wasserfloh), OECD- Prüfrichtlinie 202
- Toxizität gegenüber Algen : EC50: > 100 mg/l, 72 h, Pseudokirchneriella subcapitata (Grünalge), Wachstumshemmung, OECD- Prüfrichtlinie 201

Beurteilung Ökotoxizität

- Akute aquatische Toxizität : Schädlich für Wasserorganismen.
- Chronische aquatische Toxizität : Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

Produkt:

- Biologische Abbaubarkeit : Keine Daten verfügbar
- Physikalisch-chemische Beseitigung : Keine Daten verfügbar

Inhaltsstoffe:

2,5-Bis(tert-dodecyldithio)-1,3,4-thiadiazol :

- Biologische Abbaubarkeit : Primäre Bioabbaubarkeit, 0 %, Ergebnis: Nicht leicht biologisch abbaubar., Expositionszeit: 28 d, Belebtschlamm, OECD- Prüfrichtlinie 301 C

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Produkt:

- Bioakkumulation : Diese Mischung enthält keine Substanzen, die persistent, bioakkumulierbar und toxisch sind (PBT)., Diese Mischung enthält keine Substanzen, die sehr persistent und sehr bioakkumulierbar sind (vPvB).

Inhaltsstoffe:

2,5-Bis(tert-dodecyldithio)-1,3,4-thiadiazol :

- Bioakkumulation : Fisch, Biokonzentrationsfaktor (BCF): 3,16

12.4 Mobilität im Boden

Produkt:

- Mobilität : Keine Daten verfügbar
- Verteilung zwischen den Umweltkompartimenten : Keine Daten verfügbar

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

Produkt:

- Bewertung : Dieser Stoff/diese Mischung enthält keine Komponenten in Konzentrationen von 0,1 % oder höher, die entweder als persistent, bioakkumulierbar und toxisch (PBT) oder sehr persistent und sehr bioakkumulierbar (vPvB) eingestuft sind.

Inhaltsstoffe:

2,5-Bis(tert-dodecyldithio)-1,3,4-thiadiazol :

Klüberplex AG 11-461

Version 2.1

Überarbeitet am 24.10.2017

Druckdatum 24.10.2017

Bewertung : Nicht eingestufte PBT-Substanz, Nicht eingestufte vPvB-Substanz

12.6 Andere schädliche Wirkungen

Produkt:

Sonstige ökologische Hinweise : Angaben zur Ökologie liegen nicht vor.

13. Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren der Abfallbehandlung

- Produkt : Das Eindringen des Produkts in die Kanalisation, in Wasserläufe oder in den Erdboden soll verhindert werden.
- : Die Abfallschlüsselnummer soll vom Verbraucher, aufgrund des Verwendungszwecks des Produkts, festgelegt werden.
- Verunreinigte Verpackungen : Leere Behälter können unter Beachtung der örtlichen behördlichen Vorschriften abgelagert werden.

14. Angaben zum Transport

14.1 UN-Nummer

ADR
Kein Gefahrgut
IMDG
Kein Gefahrgut
IATA
Kein Gefahrgut

14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung

ADR
Kein Gefahrgut
IMDG
Kein Gefahrgut
IATA
Kein Gefahrgut

14.3 Transportgefahrenklassen

ADR
Kein Gefahrgut
IMDG
Kein Gefahrgut
IATA
Kein Gefahrgut

14.4 Verpackungsgruppe

ADR
Kein Gefahrgut
IMDG
Kein Gefahrgut
IATA

Klüberplex AG 11-461

Version 2.1

Überarbeitet am 24.10.2017

Druckdatum 24.10.2017

Kein Gefahrgut

14.5 Umweltgefahren

ADR

Kein Gefahrgut

IMDG

Kein Gefahrgut

IATA

Kein Gefahrgut

14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

Keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen erforderlich.

14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens 73/78 und gemäß IBC-Code

Anmerkungen : Auf Produkt im Lieferzustand nicht zutreffend.

15. Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch

REACH - Liste der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe (Artikel 59) : Dieses Produkt enthält keine besonders besorgniserregenden Stoffe (REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, Artikel 57).

Störfallverordnung : 2012/18/EU Stand: Nicht anwendbar

: 96/82/EC Stand: Nicht anwendbar

Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) : Nicht anwendbar

Wassergefährdungsklasse : WGK 1: schwach wassergefährdend

TA Luft : Gesamtstaub: Anteil andere Stoffe: 28,2 %
Staubförmige anorganische Stoffe: Nicht anwendbar
Dampf- oder gasförmige anorganische Stoffe: Nicht anwendbar
Organische Stoffe: Anteil Klasse 1: < 0,01 % ; Anteil andere Stoffe: 71,79 %

Klüberplex AG 11-461

Version 2.1

Überarbeitet am 24.10.2017

Druckdatum 24.10.2017

Krebserzeugende Stoffe: Nicht anwendbar
Erbgutverändernd: Nicht anwendbar
Reproduktionstoxisch: Nicht anwendbar

15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung

Keine Informationen verfügbar.

16. Sonstige Angaben

Volltext der Gefahrenhinweise in Abschnitt 2 und 3.

H412 Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Weitere Information

Dieses Sicherheitsdatenblatt gilt nur für von KLÜBER LUBRICATION original verpackte und bezeichnete Ware. Die enthaltenen Informationen unterliegen dem Urheberrecht und dürfen ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung der KLÜBER LUBRICATION nicht vervielfältigt oder verändert werden. Jegliche Weiterleitung dieses Dokuments ist nur in dem gesetzlich geforderten Ausmaß gestattet. Eine darüber hinausgehende, insbesondere öffentliche, Verbreitung unserer Sicherheitsdatenblätter (z.B. als Download im Internet) ist ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung nicht gestattet. KLÜBER LUBRICATION stellt seinen Kunden entsprechend den gesetzlichen Regelungen geänderte Sicherheitsdatenblätter zur Verfügung. Es liegt in der Verantwortung des Kunden, Sicherheitsdatenblätter und evtl. Änderungen daran gemäß den gesetzlichen Vorgaben an seine eigenen Kunden, Mitarbeiter und sonstige Verwender des Produktes weiterzugeben. Für die Aktualität der Sicherheitsdatenblätter, die Verwender von Dritten erhalten, übernimmt KLÜBER LUBRICATION keine Gewähr. Alle Informationen und Anweisungen in diesem Sicherheitsdatenblatt wurden nach bestem Wissen erstellt und basieren auf dem Stand der Technik am Tage der Herausgabe. Die gemachten Angaben sollen das Produkt im Hinblick auf die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen beschreiben; sie stellen keine Zusicherung von Eigenschaften oder Garantie der Eignung des Produktes für den Einzelfall dar und begründen kein vertragliches Rechtsverhältnis.

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs beziehungsweise des Gemischs und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Produktname : Klüberplex BEM 41-141

Artikel-Nr. : 020320

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Verwendung des Stoffs/des Gemisches : Schmierfett

Empfohlene Einschränkungen der Anwendung : Nur für gewerbliche Anwender.

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Firma : Klüber Lubrication München
Geisenhausenerstr. 7
81379 München
Deutschland
Tel: +49 (0) 89 7876 0
Fax: +49 (0) 89 7876 333
info@klueber.com

E-Mailadresse der für SDB verantwortlichen Person : mcm@klueber.com
Material Compliance Management

Nationaler Kontakt : Klüber Lubrication Deutschland
Geisenhausenerstraße 7
81379 München
Deutschland
Tel.: +49 89 7876 0
Fax: +49 89 7876 565
customer.service.de@klueber.com
www.klueber.com

1.4 Notrufnummer

Notrufnummer : +49 89 7876 700 (24 hrs)

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Einstufung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

Keine gefährliche Substanz oder Mischung.

2.2 Kennzeichnungselemente

Kennzeichnung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

Keine gefährliche Substanz oder Mischung.

Zusätzliche Kennzeichnung

EUH210 Sicherheitsdatenblatt auf Anfrage erhältlich.

2.3 Sonstige Gefahren

Dieser Stoff/diese Mischung enthält keine Komponenten in Konzentrationen von 0,1 % oder höher, die entweder als persistent, bioakkumulierbar und toxisch (PBT) oder sehr persistent und sehr bioakkumulierbar (vPvB) eingestuft sind.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.2 Gemische

Chemische Charakterisierung : Synthetisches Kohlenwasserstoff-Öl
Mineralöl.
Lithium-Spezialseife

Gefährliche Inhaltsstoffe

Chemische Bezeichnung	CAS-Nr. EG-Nr. INDEX-Nr. Registrierungsnummer	Einstufung	Konzentrationsgrenzwerte M-Faktor Anmerkungen	Konzentration (% w/w)
Dilithiumazelat	38900-29-7 254-184-4 01-2120119814-57-XXXX 01-2120119814-57-XXXX 01-2120119814-57-XXXX 01-2120119814-57-XXXX	Acute Tox.4; H302		>= 1 - < 10
Molybdän, Bis(dibutylcarbamodithioato)di-	68412-26-0 270-180-5	Aquatic Chronic4; H413		>= 1 - < 2,5

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

oxodioxodi-, sulfuriert	01-2120764792-44-XXXX			
-------------------------	-----------------------	--	--	--

Die Erklärung der Abkürzungen finden Sie unter Abschnitt 16.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

- Nach Einatmen : Opfer an die frische Luft bringen. Bei Anhalten der Anzeichen/Symptome, ärztliche Betreuung hinzuziehen. Betroffenen warm und ruhig lagern. Bei unregelmäßiger Atmung oder Atemstillstand künstliche Beatmung einleiten.
- Nach Hautkontakt : Verunreinigte Kleidung ausziehen. Bei Auftreten einer Reizung, ärztliche Betreuung aufsuchen. Mit Wasser und Seife abwaschen.
- Nach Augenkontakt : Sofort während mindestens 10 Minuten mit viel Wasser abspülen, auch unter den Augenlidern. Bei anhaltender Augenreizung einen Facharzt aufsuchen.
- Nach Verschlucken : Betroffenen an die frische Luft bringen. Erbrechen nicht ohne ärztliche Anweisung herbeiführen.

4.2 Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

- Symptome : Keine Information verfügbar.
- Risiken : Keine bekannt.

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

- Behandlung : Keine Information verfügbar.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

- Geeignete Löschmittel : Wassersprühnebel, alkoholbeständigen Schaum, Trockenlöschmittel oder Kohlendioxid verwenden.
- Ungeeignete Löschmittel : Wasservollstrahl

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

Besondere Gefahren bei der Brandbekämpfung : Im Brandfall kann Folgendes freigesetzt werden:
Kohlenstoffoxide
Metalloxide
Schwefeloxide

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung

Besondere Schutzausrüstung für die Brandbekämpfung : Im Brandfall umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen. Persönliche Schutzausrüstung verwenden. Beim Auftreten atembarer Stäube und/oder Brandgase umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät verwenden. Das Einatmen von Zersetzungsprodukten kann Gesundheitsschäden verursachen.

Weitere Information : Übliche Maßnahmen bei Bränden mit Chemikalien.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren

Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen : Personen in Sicherheit bringen.
Bei Überschreitung der arbeitsplatzbezogenen Grenzwerte und/oder bei Freisetzung (Staub) ist der angegebene Atemschutz zu verwenden.
Das Einatmen von Staub vermeiden.
Siehe Schutzmaßnahmen unter Punkt 7 und 8.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen

Umweltschutzmaßnahmen : Das Eindringen des Materials in die Kanalisation oder in Wasserläufe möglichst verhindern.
Wenn größere Mengen verschütteten Materials nicht eingedämmt werden können, sollen die lokalen Behörden benachrichtigt werden.

6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

Reinigungsverfahren : Schnell aufkehren oder aufsaugen.
Zur Entsorgung in geeignete und verschlossene Behälter geben.

6.4 Verweis auf andere Abschnitte

Persönliche Schutzausrüstung siehe unter Abschnitt 8.

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung

7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

Hinweise zum sicheren Umgang : Persönliche Schutzausrüstung siehe unter Abschnitt 8.
Im Anwendungsbereich nicht essen, trinken oder rauchen.
Hände und Gesicht vor Pausen und sofort nach Handhabung des Produktes waschen.

Hygienemaßnahmen : Nach Gebrauch Gesicht, Hände und alle exponierten Hautstellen gründlich waschen.

7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten

Anforderungen an Lager- räume und Behälter : Im Originalbehälter lagern. Behälter verschlossen halten, wenn dieser nicht in Gebrauch ist. Kühl und trocken, an einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Geöffnete Behälter sorgfältig verschließen und aufrecht lagern um jegliches Auslaufen zu verhindern. In Übereinstimmung mit den besonderen nationalen gesetzlichen Vorschriften lagern. In korrekt beschrifteten Behältern aufbewahren.

Lagerklasse (TRGS 510) : 11, Brennbare Feststoffe

7.3 Spezifische Endanwendungen

Bestimmte Verwendung(en) : Spezifische Anweisung sind nicht erforderlich.

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Enthält keine Stoffe mit Arbeitsplatzgrenzwerten.

Abgeleitete Expositionshöhe ohne Beeinträchtigung (DNEL) gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006:

Stoffname	Anwendungsbereich	Expositionswege	Mögliche Gesundheitsschäden	Wert
Rückstandsöle (Erdöl), mit Wasserstoff behandelte; Grundöl - nicht spezifiziert	Arbeitnehmer	Einatmung	Langzeit - systemische Effekte	2,7 mg/m ³
	Arbeitnehmer	Einatmung	Akut - systemische Effekte	5,6 mg/m ³
Dilithiumazelat	Arbeitnehmer	Hautkontakt	Langzeit - systemische Effekte	1 mg/kg
	Arbeitnehmer	Haut	Langzeit - systemische Effekte	13,5 mg/kg Körpergewicht/Tag
Molybdän, Bis(dibutylcarbamidit	Arbeitnehmer	Haut	Langzeit - lokale Effekte	0,172 mg/cm ²
	Arbeitnehmer	Hautkontakt	Langzeit - systemische Effekte	14 mg/kg

Klüberplex BEM 41-141

Version 2.1 Überarbeitet am: 26.03.2019 Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018 Druckdatum: 27.03.2019
Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014

hioato)di-μ-oxodioxodi-, sulfuriert				
	Arbeitnehmer	Einatmung	Langzeit - systemische Effekte	49,3 mg/m3

Abgeschätzte Nicht-Effekt-Konzentration (PNEC) gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006:

Stoffname	Umweltkompartiment	Wert
Dilithiumazelat	Süßwasser	0,023 mg/l
	Meerwasser	0,002 mg/l
Molybdän, Bis(dibutylcarbamodithioato)di-μ-oxodioxodi-, sulfuriert	Süßwasser	0,1 mg/l
	Meerwasser	0,01 mg/l

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Technische Schutzmaßnahmen

kein(e,er)

Persönliche Schutzausrüstung

- Augenschutz : Dicht schließende Schutzbrille
- Handschutz :
 - Material : Nitrilkauschuk
 - Schutzindex : Klasse 1
- Anmerkungen : Bei längerem oder wiederholtem Kontakt Handschuhe benutzen. Die einzusetzenden Schutzhandschuhe müssen den Spezifikationen der EG-Richtlinie 89/686/EWG und der sich daraus ergebenden Norm EN 374 genügen. Die Durchdringungszeit ist unter anderem abhängig von Material, Dichte und Ausführung des Handschuhs und muss daher im Einzelfall ermittelt werden.
- Atemschutz : Nicht erforderlich; außer bei Aerosolbildung.
- Filtertyp : Filtertyp P
- Schutzmaßnahmen : Die Art der Schutzausrüstung muss je nach Konzentration und Menge des gefährlichen Stoffes am Arbeitsplatz ausgewählt werden.
Körperschutz gemäß dessen Typ, gemäß Konzentration und Menge der gefährlichen Stoffe und gemäß jeweiligem Arbeitsplatz auswählen.

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

Aussehen	:	Paste
Farbe	:	gelb
Geruch	:	charakteristisch
Geruchsschwelle	:	Keine Daten verfügbar
pH-Wert	:	Keine Daten verfügbar
Schmelzpunkt/Schmelzbereich	:	Keine Daten verfügbar
Siedepunkt/Siedebereich	:	Keine Daten verfügbar
Flammpunkt	:	Nicht anwendbar
Verdampfungsgeschwindigkeit	:	Keine Daten verfügbar
Entzündbarkeit (fest, gasförmig)	:	Brennbare Feststoffe
Obere Explosionsgrenze	:	Keine Daten verfügbar
Untere Explosionsgrenze	:	Keine Daten verfügbar
Dampfdruck	:	< 0,001 hPa (20 °C)
Relative Dampfdichte	:	Keine Daten verfügbar
Dichte	:	0,88 g/cm ³ (20 °C)
Schüttdichte	:	Keine Daten verfügbar
Löslichkeit(en)	:	
Wasserlöslichkeit	:	unlöslich
Löslichkeit in anderen Lösungsmitteln	:	Keine Daten verfügbar
Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser	:	Keine Daten verfügbar
Selbstentzündungstemperatur	:	Keine Daten verfügbar

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

Zersetzungstemperatur : Keine Daten verfügbar

Viskosität

Viskosität, dynamisch : Keine Daten verfügbar

Viskosität, kinematisch : Nicht anwendbar

Explosive Eigenschaften : Nicht explosiv

Oxidierende Eigenschaften : Keine Daten verfügbar

9.2 Sonstige Angaben

Sublimationspunkt : Keine Daten verfügbar

Selbstentzündung : Keine Daten verfügbar

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität

Keine besonders zu erwähnenden Gefahren.

10.2 Chemische Stabilität

Stabil unter normalen Bedingungen.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Gefährliche Reaktionen : Keine gefährlichen Reaktionen bekannt bei bestimmungsgemäßem Umgang.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Zu vermeidende Bedingungen : Keine besonders zu erwähnenden Bedingungen.

10.5 Unverträgliche Materialien

Zu vermeidende Stoffe : Keine besonders zu erwähnenden Stoffe.

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Keine Zersetzung bei bestimmungsgemäßer Lagerung und Anwendung.

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Akute Toxizität

Produkt:

Akute orale Toxizität : Schätzwert Akuter Toxizität: > 2.000 mg/kg
Methode: Rechenmethode

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

Akute inhalative Toxizität : Anmerkungen: Keine Informationen verfügbar.

Akute dermale Toxizität : Anmerkungen: Keine Informationen verfügbar.

Inhaltsstoffe:

Dilithiumazelat:

Akute orale Toxizität : LD50 (Ratte): > 300 mg/kg
Methode: OECD Prüfrichtlinie 420
GLP: ja

Akute dermale Toxizität : LD50 (Kaninchen): > 2.000 mg/kg
Bewertung: Der Stoff oder das Gemisch besitzt keine akute dermale Toxizität

Molybdän, Bis(dibutylcarbomodithioato)di- μ -oxodioxodi-, sulfuriert:

Akute orale Toxizität : LD50 (Ratte): > 2.000 mg/kg
Methode: OECD Prüfrichtlinie 420
GLP: ja
Bewertung: Der Stoff oder das Gemisch besitzt keine akute orale Toxizität

Akute inhalative Toxizität : LC50 (Ratte): > 34,4 mg/l
Expositionszeit: 4 h
Testatmosphäre: Staub/Nebel

Akute dermale Toxizität : LD50 (Kaninchen): > 10.000 mg/kg

Ätz-/Reizwirkung auf die Haut

Produkt:

Anmerkungen: Keine Informationen verfügbar.

Inhaltsstoffe:

Dilithiumazelat:

Bewertung: Keine Hautreizung
Ergebnis: Keine Hautreizung

Molybdän, Bis(dibutylcarbomodithioato)di- μ -oxodioxodi-, sulfuriert:

Bewertung: Keine Hautreizung
Methode: OECD Prüfrichtlinie 439
Ergebnis: Keine Hautreizung
GLP: ja

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

Schwere Augenschädigung/-reizung

Produkt:

Anmerkungen: Keine Informationen verfügbar.

Inhaltsstoffe:

Dilithiumazelat:

Spezies: Kaninchen
Bewertung: Keine Augenreizung
Ergebnis: Keine Augenreizung

Molybdän, Bis(dibutylcarbomodithioato)di- μ -oxodioxidi-, sulfuriert:

Spezies: Kaninchen
Bewertung: Keine Augenreizung
Methode: OECD Prüfrichtlinie 405
Ergebnis: Keine Augenreizung
GLP: ja

Sensibilisierung der Atemwege/Haut

Produkt:

Anmerkungen: Keine Informationen verfügbar.

Inhaltsstoffe:

Dilithiumazelat:

Bewertung: Verursacht keine Hautsensibilisierung.
Ergebnis: Verursacht keine Hautsensibilisierung.

Molybdän, Bis(dibutylcarbomodithioato)di- μ -oxodioxidi-, sulfuriert:

Spezies: Maus
Bewertung: Verursacht keine Sensibilisierung bei Labortieren.
Methode: OECD Prüfrichtlinie 429
Ergebnis: Verursacht keine Sensibilisierung bei Labortieren.
GLP: ja

Keimzell-Mutagenität

Produkt:

Gentoxizität in vitro : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Gentoxizität in vivo : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Inhaltsstoffe:

Molybdän, Bis(dibutylcarbomodithioato)di- μ -oxodioxidi-, sulfuriert:

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

Keimzell-Mutagenität- Bewertung : Tests mit Bakterien- oder Säugetierzellkulturen ergaben keinen Hinweis auf mutagene Wirkung.

Karzinogenität

Produkt:

Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Reproduktionstoxizität

Produkt:

Wirkung auf die Fruchtbarkeit : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Effekte auf die Fötusentwicklung : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Inhaltsstoffe:

Molybdän, Bis(dibutylcarbomodithioato)di- μ -oxodioxidi-, sulfuriert:

Reproduktionstoxizität - Bewertung : Keine Reproduktionstoxizität
Keine Wirkungen auf oder durch die Laktation

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition

Inhaltsstoffe:

Dilithiumazelat:

Bewertung: Der Stoff oder das Gemisch ist nicht als zielorgantoxisch, einmalige Exposition, eingestuft.

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition

Inhaltsstoffe:

Dilithiumazelat:

Bewertung: Der Stoff oder das Gemisch ist nicht als zielorgantoxisch, wiederholte Exposition, eingestuft.

Toxizität bei wiederholter Verabreichung

Produkt:

Anmerkungen: Keine Informationen verfügbar.

Aspirationstoxizität

Produkt:

Keine Informationen verfügbar.

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

Inhaltsstoffe:

Dilithiumazelat:

Keine Einstufung in Bezug auf Aspirationstoxizität

Molybdän, Bis(dibutylcarbomodithioato)di- μ -oxodioxodi-, sulfuriert:

Keine Einstufung in Bezug auf Aspirationstoxizität

Weitere Information

Produkt:

Anmerkungen: Die gegebenen Informationen beruhen auf Daten, die von den Bestandteilen und der Toxizität ähnlicher Produkte stammen.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität

Produkt:

Toxizität gegenüber Fischen : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Toxizität gegenüber Daphnien und anderen wirbellosen Wassertieren : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Toxizität gegenüber Algen : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Toxizität bei Mikroorganismen : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Inhaltsstoffe:

Dilithiumazelat:

Toxizität gegenüber Fischen : LC50 (Oncorhynchus mykiss (Regenbogenforelle)): > 100 mg/l
Expositionszeit: 96 h

Toxizität gegenüber Daphnien und anderen wirbellosen Wassertieren : EC50 (Daphnia magna (Großer Wasserfloh)): > 100 mg/l
Expositionszeit: 48 h

Molybdän, Bis(dibutylcarbomodithioato)di- μ -oxodioxodi-, sulfuriert:

Beurteilung Ökotoxizität

Chronische aquatische Toxizität : Kann für Wasserorganismen langfristig schädlich sein.

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

Produkt:

Biologische Abbaubarkeit : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Physikalisch-chemische Beseitigung : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Inhaltsstoffe:

Molybdän, Bis(dibutylcarbomodithioato)di- μ -oxodioxidi-, sulfuriert:

Biologische Abbaubarkeit : Ergebnis: Nicht leicht biologisch abbaubar.
Biologischer Abbau: 0 %
Expositionszeit: 28 d
Methode: OECD- Prüfrichtlinie 301
GLP: ja

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Produkt:

Bioakkumulation : Anmerkungen: Diese Mischung enthält keine Substanzen, die persistent, bioakkumulierbar und toxisch sind (PBT).
Diese Mischung enthält keine Substanzen, die sehr persistent und sehr bioakkumulierbar sind (vPvB).

Inhaltsstoffe:

Dilithiumazelat:

Bioakkumulation : Biokonzentrationsfaktor (BCF): 3,0

Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser : log Pow: -3,56

Molybdän, Bis(dibutylcarbomodithioato)di- μ -oxodioxidi-, sulfuriert:

Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser : log Pow: 6,76 (30 °C)
pH-Wert: 6
Methode: OECD- Prüfrichtlinie 117
GLP: ja

12.4 Mobilität im Boden

Produkt:

Mobilität : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Verteilung zwischen den Umweltkompartimenten : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

Produkt:

Bewertung : Dieser Stoff/diese Mischung enthält keine Komponenten in Konzentrationen von 0,1 % oder höher, die entweder als persistent, bioakkumulierbar und toxisch (PBT) oder sehr persistent und sehr bioakkumulierbar (vPvB) eingestuft sind..

12.6 Andere schädliche Wirkungen

Produkt:

Sonstige ökologische Hinweise : Angaben zur Ökologie liegen nicht vor.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren der Abfallbehandlung

Produkt : Das Eindringen des Produkts in die Kanalisation, in Wasserläufe oder in den Erdboden soll verhindert werden.

Die Abfallschlüsselnummer soll vom Verbraucher, aufgrund des Verwendungszwecks des Produkts, festgelegt werden.

Verunreinigte Verpackungen : Nicht ordnungsgemäß entleerte Gebinde sind wie das ungebrauchte Produkt zu entsorgen.
Abfall oder verbrauchte Behälter gemäss örtlichen Vorschriften entsorgen.

Die folgenden Abfallschlüsselnummern sind nur als Empfehlung gedacht:

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

14.1 UN-Nummer

ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft

IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft

IATA : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung

ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft

IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft

IATA : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.3 Transportgefahrenklassen

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IATA : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.4 Verpackungsgruppe

ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IATA (Fracht) : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IATA (Passagier) : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.5 Umweltgefahren

ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IATA (Passagier) : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IATA (Fracht) : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

Keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen erforderlich.

14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens und gemäß IBC-Code

Anmerkungen : Auf Produkt im Lieferzustand nicht zutreffend.

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch

REACH - Liste der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe (Artikel 59). : Dieses Produkt enthält keine besonders besorgniserregenden Stoffe (REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, Artikel 57).

REACH - Verzeichnis der zulassungspflichtigen Stoffe (Anhang XIV) : Nicht anwendbar

Verordnung (EG) Nr. 1005/2009 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen : Nicht anwendbar

Verordnung (EG) Nr. 850/2004 über persistente organische Schadstoffe : Nicht anwendbar

Verordnung (EG) Nr. 649/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien : Nicht anwendbar

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

REACH - Beschränkungen der Herstellung, des Inverkehrbringens und der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse (Anhang XVII) : Nicht anwendbar

Seveso III: Richtlinie 2012/18/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen.
Nicht anwendbar

Wassergefährdungsklasse : WGK 1 schwach wassergefährdend
Einstufung nach AwSV, Anlage 1 (5.2)

TA Luft : Gesamtstaub:
Sonstige: 13,38 %

Staubförmige anorganische Stoffe:
Nicht anwendbar
Dampf- oder gasförmige anorganische Stoffe:
Nicht anwendbar
Organische Stoffe:
Sonstige: 86,62 %

Krebserzeugende Stoffe:
Nicht anwendbar
Erbgutverändernd:
Nicht anwendbar
Reproduktionstoxisch:
Nicht anwendbar

Flüchtige organische Verbindungen : Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)
Anmerkungen: Nicht anwendbar

15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung

Keine Informationen verfügbar.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

Volltext der H-Sätze

H302 : Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
H413 : Kann für Wasserorganismen langfristig schädlich sein.

Volltext anderer Abkürzungen

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

ADN - Europäisches Übereinkommens über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstrassen; ADR - Europäisches Übereinkommens über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße; AICS - Australisches Verzeichnis chemischer Substanzen; ASTM - Amerikanische Gesellschaft für Werkstoffprüfung; bw - Körpergewicht; CLP - Verordnung über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen, Verordnung (EG) Nr 1272/2008; CMR - Karzinogener, mutagener oder reproduktiver Giftstoff; DIN - Norm des Deutschen Instituts für Normung; DSL - Liste heimischer Substanzen (Kanada); ECHA - Europäische Chemikalienbehörde; EC-Number - Nummer der Europäischen Gemeinschaft; ECx - Konzentration verbunden mit x % Reaktion; ELx - Beladungsrate verbunden mit x % Reaktion; EmS - Notfallplan; ENCS - Vorhandene und neue chemische Substanzen (Japan); ErCx - Konzentration verbunden mit x % Wachstumsgeschwindigkeit; GHS - Global harmonisiertes System; GLP - Gute Laborpraxis; IARC - Internationale Krebsforschungsagentur; IATA - Internationale Luftverkehrs-Vereinigung; IBC - Internationaler Code für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen zur Beförderung gefährlicher Chemikalien als Massengut; IC50 - Halbmaximale Hemmstoffkonzentration; ICAO - Internationale Zivilluftfahrt-Organisation; IECSC - Verzeichnis der in China vorhandenen chemischen Substanzen; IMDG - Code – Internationaler Code für die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen; IMO - Internationale Seeschiffahrtsorganisation; ISHL - Gesetz über Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (Japan); ISO - Internationale Organisation für Normung; KECI - Verzeichnis der in Korea vorhandenen Chemikalien; LC50 - Lethale Konzentration für 50 % einer Versuchspopulation; LD50 - Lethale Dosis für 50 % einer Versuchspopulation (mittlere lethale Dosis); MARPOL - Internationales Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe; n.o.s. - nicht anderweitig genannt; NO(A)EC - Konzentration, bei der keine (schädliche) Wirkung erkennbar ist; NO(A)EL - Dosis, bei der keine (schädliche) Wirkung erkennbar ist; NOELR - Keine erkennbare Effektladung; NZIoC - Neuseeländisches Chemikalienverzeichnis; OECD - Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung; OPPTS - Büro für chemische Sicherheit und Verschmutzungsverhütung (OSCPPP); PBT - Persistente, bioakkumulierbare und toxische Substanzen; PICCS - Verzeichnis der auf den Philippinen vorhandenen Chemikalien und chemischen Substanzen; (Q)SAR - (Quantitative) Struktur-Wirkungsbeziehung; REACH - Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rats bezüglich der Registrierung, Bewertung, Genehmigung und Restriktion von Chemikalien; RID - Regelung zur internationalen Beförderung gefährlicher Güter im Schienenverkehr; SADT - Selbstbeschleunigende Zersetzungstemperatur; SDS - Sicherheitsdatenblatt; SVHC - besonders besorgniserregender Stoff; TCSI - Verzeichnis der in Taiwan vorhandenen chemischen Substanzen; TRGS - Technischen Regeln für Gefahrstoffe; TSCA - Gesetz zur Kontrolle giftiger Stoffe (Vereinigte Staaten); UN - Vereinte Nationen; vPvB - Sehr persistent und sehr bioakkumulierbar

Weitere Information

Dieses Sicherheitsdatenblatt gilt nur für von KLÜBER LUBRICATION original verpackte und bezeichnete Ware. Die enthaltenen Informationen dürfen ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung der KLÜBER LUBRICATION nicht vervielfältigt oder verändert werden. Jegliche Weiterleitung dieses Dokuments ist nur in dem gesetzlich geforderten Ausmaß gestattet. Eine darüber hinausgehende, insbesondere öffentliche, Verbreitung unserer Sicherheitsdatenblätter (z.B. als Download im Internet) ist ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung der KLÜBER LUBRICATION nicht gestattet. KLÜBER LUBRICATION stellt seinen Kunden entsprechend den gesetzlichen Regelungen geänderte Sicherheitsdatenblätter zur Verfügung. Es liegt in der Verantwortung des Kunden, Sicherheitsdatenblätter und evtl. Änderungen daran gemäß den gesetzlichen Vorgaben an seine eigenen Kunden, Mitarbeiter und sonstige Verwender des Produktes weiterzugeben. Für die Aktualität der Sicherheitsdatenblätter, die Verwender von Dritten erhalten, übernimmt KLÜBER LUBRICATION keine Gewähr. Alle Informationen und Anweisungen in diesem Sicherheitsdatenblatt wurden nach bestem Wissen erstellt und basieren auf dem Stand der Technik am Tage der Herausgabe. Die gemachten Angaben sollen das Produkt im Hinblick auf

Klüberplex BEM 41-141

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 20.09.2018	Druckdatum:
2.1	26.03.2019	Datum der ersten Ausgabe: 18.02.2014	27.03.2019

die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen beschreiben; sie stellen keine Zusicherung von Eigenschaften oder Garantie der Eignung des Produktes für den Einzelfall dar und begründen kein vertragliches Rechtsverhältnis. Das Vorhandensein eines Sicherheitsdatenblatts für einen bestimmten Rechtsraum bedeutet nicht zwangsläufig, dass die Einfuhr oder die Verwendung innerhalb dieses Rechtsraumes gesetzlich zulässig ist. Bei Fragen wenden Sie sich bitte an Ihren zuständigen Vertriebskontakt oder den autorisierten Handelspartner der KLÜBER LUBRICATION.

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 10.05.2017	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs beziehungsweise des Gemischs und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Produktname : Klübersynth GH 6-220

Artikel-Nr. : 012161

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Verwendung des Stoffs/des Gemisches : Schmieröl

Empfohlene Einschränkungen der Anwendung : Nur für gewerbliche Anwender.

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Firma : Klüber Lubrication München
Geisenhausenerstr. 7
81379 München
Deutschland
Tel: +49 (0) 89 7876 0
Fax: +49 (0) 89 7876 333
info@klueber.com

E-Mailadresse der für SDB verantwortlichen Person : mcm@klueber.com
Material Compliance Management

Nationaler Kontakt : Klüber Lubrication Deutschland
Geisenhausenerstraße 7
81379 München
Deutschland
Tel.: +49 89 7876 0
Fax: +49 89 7876 565
customer.service.de@klueber.com
www.klueber.com

1.4 Notrufnummer

Notrufnummer : +49 89 7876 700 (24 hrs)

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe:	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	10.05.2017 Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Einstufung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

Chronische aquatische Toxizität, Kategorie 3 H412: Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

2.2 Kennzeichnungselemente

Kennzeichnung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

Gefahrenhinweise : H412 Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Sicherheitshinweise : **Prävention:**
P273 Freisetzung in die Umwelt vermeiden.

2.3 Sonstige Gefahren

Dieser Stoff/diese Mischung enthält keine Komponenten in Konzentrationen von 0,1 % oder höher, die entweder als persistent, bioakkumulierbar und toxisch (PBT) oder sehr persistent und sehr bioakkumulierbar (vPvB) eingestuft sind.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.2 Gemische

Chemische Charakterisierung : Polyalkylenglykol-Öl

Gefährliche Inhaltsstoffe

Chemische Bezeichnung	CAS-Nr. EG-Nr. INDEX-Nr. Registrierungsnummer	Einstufung	Konzentrationsgrenzwerte M-Faktor Anmerkungen	Konzentration (% w/w)
Diphenyltolylphosphat	26444-49-5 247-693-8	Aquatic Acute1; H400 Aquatic Chronic1; H410	M-Faktor: 1/1	>= 0,25 - < 1
Triphenylphosphat	115-86-6 204-112-2	Aquatic Acute1; H400 Aquatic Chronic2; H411	M-Faktor: 1/1	>= 0,25 - < 1
Bis(methylphenyl)phe	26446-73-1	Aquatic Acute1;		>= 0,25 - < 1

Klübersynth GH 6-220

Version 1.4 Überarbeitet am: 12.01.2018 Datum der letzten Ausgabe: 10.05.2017 Druckdatum: 13.01.2018
Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014

nylphosphat	247-708-8	H400 Aquatic Chronic1; H410	M-Faktor: 1/1	
-------------	-----------	-----------------------------------	---------------	--

Die Erklärung der Abkürzungen finden Sie unter Abschnitt 16.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

- Nach Einatmen : Opfer an die frische Luft bringen. Bei Anhalten der Anzeichen/Symptome, ärztliche Betreuung hinzuziehen. Betroffenen warm und ruhig lagern. Bei Bewusstlosigkeit stabile Seitenlage anwenden und ärztlichen Rat einholen. Atemwege freihalten. Bei unregelmäßiger Atmung oder Atemstillstand künstliche Beatmung einleiten.
- Nach Hautkontakt : Verunreinigte Kleidung ausziehen. Bei Auftreten einer Reizung, ärztliche Betreuung aufsuchen. Bei Kontakt, Haut sofort mit viel Wasser abspülen. Beschmutzte Kleidung vor Wiedergebrauch waschen. Schuhe vor der Wiederverwendung gründlich reinigen.
- Nach Augenkontakt : Sofort während mindestens 10 Minuten mit viel Wasser abspülen, auch unter den Augenlidern. Bei anhaltender Augenreizung einen Facharzt aufsuchen.
- Nach Verschlucken : Betroffenen an die frische Luft bringen. Bei Bewusstlosigkeit stabile Seitenlage anwenden und ärztlichen Rat einholen. Atemwege freihalten. KEIN Erbrechen herbeiführen. Mund mit Wasser ausspülen. Nie einer ohnmächtigen Person etwas durch den Mund einflößen.

4.2 Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

- Symptome : Keine Information verfügbar.
- Risiken : Keine bekannt.

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

- Behandlung : Keine Information verfügbar.

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe:	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	10.05.2017 Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

Geeignete Löschmittel : Wassersprühnebel, alkoholbeständigen Schaum, Trockenlöschmittel oder Kohlendioxid verwenden.

Ungeeignete Löschmittel : Wasservollstrahl

5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

Besondere Gefahren bei der Brandbekämpfung : Im Brandfall kann Folgendes freigesetzt werden:
Kohlenstoffoxide
Stickoxide (NOx)

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung

Besondere Schutzausrüstung für die Brandbekämpfung : Im Brandfall umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen. Persönliche Schutzausrüstung verwenden. Beim Auftreten atembare Stäube und/oder Brandgase umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät verwenden. Das Einatmen von Zersetzungsprodukten kann Gesundheitsschäden verursachen.

Weitere Information : Übliche Maßnahmen bei Bränden mit Chemikalien. Kontaminiertes Löschwasser getrennt sammeln, darf nicht in die Kanalisation gelangen.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren

Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen : Personen in Sicherheit bringen.
Persönliche Schutzausrüstung verwenden.
Für angemessene Lüftung sorgen.
Siehe Schutzmaßnahmen unter Punkt 7 und 8.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen

Umweltschutzmaßnahmen : Kontakt mit Erdboden, Oberflächen- oder Grundwasser verhindern.
Weiteres Auslaufen oder Verschütten verhindern, wenn dies ohne Gefahr möglich ist.
Bei der Verunreinigung von Gewässern oder der Kanalisation die zuständigen Behörden in Kenntnis setzen.

6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

Reinigungsverfahren : Auslaufendes Material mit nicht brennbarem, absorbierendem Material (z.B. Sand, Erde, Kieselgur, Vermiculit) eindämmen und aufnehmen, und in Behälter zur Entsorgung gemäß loka-

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 10.05.2017	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

len / nationalen gesetzlichen Bestimmungen geben (siehe Abschnitt 13).

6.4 Verweis auf andere Abschnitte

Persönliche Schutzausrüstung siehe unter Abschnitt 8.

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung

7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

Hinweise zum sicheren Umgang : Ein Einatmen der Dämpfe oder Nebel vermeiden.
Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden.
Persönliche Schutzausrüstung siehe unter Abschnitt 8.
Im Anwendungsbereich nicht essen, trinken oder rauchen.
Hände und Gesicht vor Pausen und sofort nach Handhabung des Produktes waschen.
Nicht einnehmen.
Nicht umpacken.
Leere Behälter nicht wieder verwenden.
Diese Sicherheitsanweisungen gelten auch für leere Packungen, die noch Produktreste enthalten können.
Behälter verschlossen halten, wenn dieser nicht in Gebrauch ist.

Hygienemaßnahmen : Nach Gebrauch Gesicht, Hände und alle exponierten Hautstellen gründlich waschen.

7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten

Anforderungen an Lagerräume und Behälter : Im Originalbehälter lagern. Behälter verschlossen halten, wenn dieser nicht in Gebrauch ist. Kühl und trocken, an einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Geöffnete Behälter sorgfältig verschließen und aufrecht lagern um jegliches Auslaufen zu verhindern. In Übereinstimmung mit den besonderen nationalen gesetzlichen Vorschriften lagern. In korrekt beschrifteten Behältern aufbewahren.

Lagerklasse (TRGS 510) : 10, Brennbare Flüssigkeiten

7.3 Spezifische Endanwendungen

Bestimmte Verwendung(en) : Die technischen Richtlinien zur Verwendung dieses Stoffs/dieses Gemisches beachten.

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Enthält keine Stoffe mit Arbeitsplatzgrenzwerten.

Klübersynth GH 6-220

Version 1.4 Überarbeitet am: 12.01.2018 Datum der letzten Ausgabe: 10.05.2017 Druckdatum: 13.01.2018
Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014

Abgeleitete Expositionshöhe ohne Beeinträchtigung (DNEL) gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006:

Stoffname	Anwendungsbereich	Expositionsweg	Mögliche Gesundheitsschäden	Wert
Benzolamin, N-Phenyl-, Reaktionsprodukte mit 2,4,4-Trimethylpenten	Arbeitnehmer	Hautkontakt	Chronische Wirkungen, Systemische Effekte	0,62 mg/kg
	Arbeitnehmer	Einatmen	Chronische Wirkungen, Systemische Effekte	4,37 mg/m3
Pentaerythritetrakis(3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionat)	Arbeitnehmer	Einatmen	Langzeit - systemische Effekte	9,5 mg/m3
	Arbeitnehmer	Einatmen	Langzeit - lokale Effekte	9,5 mg/m3
Triphenylphosphat	Arbeitnehmer	Hautkontakt	Langzeit - systemische Effekte	27 mg/kg
	Arbeitnehmer	Einatmen	Langzeit - systemische Effekte	5,2 mg/m3
	Arbeitnehmer	Hautkontakt	Langzeit - systemische Effekte	5,55 mg/kg Körpergewicht/Tag

Abgeschätzte Nicht-Effekt-Konzentration (PNEC) gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006:

Stoffname	Umweltkompartiment	Wert
Benzolamin, N-Phenyl-, Reaktionsprodukte mit 2,4,4-Trimethylpenten	Süßwasser	0,0338 mg/l
	Meerwasser	0,0038 mg/l
	Süßwassersediment	0,446 mg/kg
	Meeressediment	0,0446 mg/kg
	Boden	2,59 mg/kg
	Abwasserkläranlage	10 mg/l
	Zeitweise Verwendung/Freisetzung	0,51 mg/l
Pentaerythritetrakis(3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionat)	Süßwasser	0,04 mg/l
	Meerwasser	0,004 mg/l
	Zeitweise Verwendung/Freisetzung	0,86 mg/l
Triphenylphosphat	Mikrobiologische Aktivität in Abwasserreinigungsanlagen	1 mg/l
	Süßwasser	0,004 mg/l
	Meerwasser	0,0004 mg/l
	Abwasserkläranlage	5 mg/l
	Süßwassersediment	1,103 mg/kg

Klübersynth GH 6-220

Version 1.4 Überarbeitet am: 12.01.2018 Datum der letzten Ausgabe: 10.05.2017 Druckdatum: 13.01.2018
Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014

	Meeressediment	0,11 mg/kg
	Boden	0,218 mg/kg
	Oral	16,667 mg/kg

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Technische Schutzmaßnahmen

Konzentration in der Luft unter den normalen Arbeitsplatzgrenzwerten halten.

Persönliche Schutzausrüstung

Augenschutz : Schutzbrille mit Seitenschutz gemäß EN 166

Handschutz

Material : Nitrilkautschuk
Schutzindex : Klasse 1

Anmerkungen : Bei längerem oder wiederholtem Kontakt Handschuhe benutzen. Die einzusetzenden Schutzhandschuhe müssen den Spezifikationen der EG-Richtlinie 89/686/EWG und der sich daraus ergebenden Norm EN 374 genügen. Die Durchdringungszeit ist unter anderem abhängig von Material, Dichte und Ausführung des Handschuhs und muss daher im Einzelfall ermittelt werden.

Atemschutz : Nicht erforderlich; außer bei Aerosolbildung.

Filtertyp : Filtertyp A-P

Schutzmaßnahmen : Die Art der Schutzausrüstung muss je nach Konzentration und Menge des gefährlichen Stoffes am Arbeitsplatz ausgewählt werden. Körperschutz gemäß dessen Typ, gemäß Konzentration und Menge der gefährlichen Stoffe und gemäß jeweiligem Arbeitsplatz auswählen.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

Aussehen : flüssig
Farbe : gelb
Geruch : charakteristisch
Geruchsschwelle : Keine Daten verfügbar

pH-Wert : Keine Daten verfügbar
Schmelz- : Keine Daten verfügbar

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe:	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	10.05.2017 Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

punkt/Schmelzbereich

- Siedepunkt/Siedebereich : Keine Daten verfügbar
- Flammpunkt : ≥ 250 °C
Methode: ISO 2592, offener Tiegel
- Verdampfungsgeschwindigkeit : Keine Daten verfügbar
- Entzündbarkeit (fest, gasförmig) : Nicht anwendbar
- Obere Explosionsgrenze : Keine Daten verfügbar
- Untere Explosionsgrenze : Keine Daten verfügbar
- Dampfdruck : $< 0,001$ hPa (20 °C)
- Relative Dampfdichte : Keine Daten verfügbar
- Dichte : 1,05 g/cm³
(20 °C)
- Schüttdichte : Keine Daten verfügbar
- Löslichkeit(en)
Wasserlöslichkeit : teilweise löslich
- Löslichkeit in anderen Lösungsmitteln : Keine Daten verfügbar
- Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser : Keine Daten verfügbar
- Selbstentzündungstemperatur : Keine Daten verfügbar
- Zersetzungstemperatur : Keine Daten verfügbar
- Viskosität
Viskosität, dynamisch : Keine Daten verfügbar
- Viskosität, kinematisch : 220 mm²/s (40 °C)
- Explosive Eigenschaften : Nicht explosiv
- Oxidierende Eigenschaften : Keine Daten verfügbar

9.2 Sonstige Angaben

- Sublimationspunkt : Keine Daten verfügbar
- Selbstentzündung : Keine Daten verfügbar

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe:	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	10.05.2017 Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität

Keine besonders zu erwähnenden Gefahren.

10.2 Chemische Stabilität

Stabil unter normalen Bedingungen.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Gefährliche Reaktionen : Keine gefährlichen Reaktionen bekannt bei bestimmungsgemäßem Umgang.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Zu vermeidende Bedingungen : Keine besonders zu erwähnenden Bedingungen.

10.5 Unverträgliche Materialien

Zu vermeidende Stoffe : Keine besonders zu erwähnenden Stoffe.

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Keine Zersetzung bei bestimmungsgemäßer Lagerung und Anwendung.

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Akute Toxizität

Produkt:

Akute orale Toxizität : Anmerkungen: Keine Informationen verfügbar.

Akute inhalative Toxizität : Anmerkungen: Keine Informationen verfügbar.

Akute dermale Toxizität : Anmerkungen: Keine Informationen verfügbar.

Inhaltsstoffe:

Diphenyltolylphosphat:

Akute orale Toxizität : LD50 (Ratte): > 5.000 mg/kg

Akute dermale Toxizität : LD50 (Ratte): > 5.000 mg/kg

Triphenylphosphat:

Akute orale Toxizität : LD50 (Ratte): > 20.000 mg/kg
Methode: OECD Prüfrichtlinie 401

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe:	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	10.05.2017 Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

Akute inhalative Toxizität : LC50 (Ratte): > 200 mg/l
Expositionszeit: 1 h
Testatmosphäre: Staub/Nebel
Methode: OECD Prüfrichtlinie 403
Bewertung: Der Stoff oder das Gemisch besitzt keine akute Atmungstoxizität

Akute dermale Toxizität : LD50 (Kaninchen): > 10.000 mg/kg
Methode: OECD Prüfrichtlinie 402

Bis(methylphenyl)phenylphosphat:

Akute orale Toxizität : LD50 (Ratte, männlich und weiblich): > 5.000 mg/kg

Akute dermale Toxizität : LD50 (Ratte, männlich und weiblich): > 5.000 mg/kg

Ätz-/Reizwirkung auf die Haut

Produkt:

Anmerkungen: Keine Informationen verfügbar.

Inhaltsstoffe:

Diphenyltolylphosphat:

Spezies: Kaninchen
Bewertung: Keine Hautreizung
Ergebnis: Keine Hautreizung

Triphenylphosphat:

Spezies: Kaninchen
Bewertung: Keine Hautreizung
Methode: OECD Prüfrichtlinie 404
Ergebnis: Keine Hautreizung
GLP: ja

Bis(methylphenyl)phenylphosphat:

Bewertung: Keine Hautreizung

Schwere Augenschädigung/-reizung

Produkt:

Anmerkungen: Keine Informationen verfügbar.

Inhaltsstoffe:

Diphenyltolylphosphat:

Spezies: Kaninchen
Bewertung: Keine Augenreizung

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 10.05.2017	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

Ergebnis: Keine Augenreizung

Triphenylphosphat:

Spezies: Kaninchen
Bewertung: Keine Augenreizung
Methode: OECD Prüfrichtlinie 405
Ergebnis: Keine Augenreizung
GLP: ja

Bis(methylphenyl)phenylphosphat:

Bewertung: Keine Augenreizung

Sensibilisierung der Atemwege/Haut

Produkt:

Anmerkungen: Keine Informationen verfügbar.

Inhaltsstoffe:

Diphenyltolylphosphat:

Bewertung: Verursacht keine Hautsensibilisierung.
Ergebnis: Verursacht keine Hautsensibilisierung.

Triphenylphosphat:

Spezies: Meerschweinchen
Bewertung: Verursacht keine Hautsensibilisierung.
Methode: OECD Prüfrichtlinie 406
Ergebnis: Verursacht keine Hautsensibilisierung.
GLP: ja

Bis(methylphenyl)phenylphosphat:

Ergebnis: Verursacht keine Hautsensibilisierung.

Keimzell-Mutagenität

Produkt:

Gentoxizität in vitro : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Gentoxizität in vivo : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Inhaltsstoffe:

Triphenylphosphat:

Gentoxizität in vitro : Art des Testes: Rückmutationsassay
Spezies: Salmonella typhimurium

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 10.05.2017	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

Stoffwechselaktivierung: mit und ohne metabolische Aktivierung
Methode: OECD Prüfrichtlinie 471
Ergebnis: negativ

Karzinogenität

Produkt:

Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Reproduktionstoxizität

Produkt:

Wirkung auf die Fruchtbarkeit : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Effekte auf die Fötusentwicklung : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Inhaltsstoffe:

Triphenylphosphat:

Effekte auf die Fötusentwicklung : Spezies: Kaninchen
Applikationsweg: Oral
Allgemeine Toxizität bei Müttern: NOAEL: \geq 200 mg/kg Körpergewicht
Teratogenität: NOAEL: \geq 200 mg/kg Körpergewicht
Entwicklungsschädigung: NOAEL: \geq 200 mg/kg Körpergewicht
Embryo-fötale Toxizität.: NOAEL: \geq 200 mg/kg Körpergewicht
Methode: OECD Prüfrichtlinie 414
Ergebnis: Es wurde keine Wirkung auf die Fertilität und die frühe embryonale Entwicklung festgestellt.

Toxizität bei wiederholter Verabreichung

Produkt:

Anmerkungen: Keine Informationen verfügbar.

Inhaltsstoffe:

Triphenylphosphat:

Spezies: Ratte
NOAEL: 105 mg/kg
Applikationsweg: Oral
Methode: OECD Prüfrichtlinie 408

Spezies: Kaninchen
NOAEL: 1.000 mg/kg
Applikationsweg: Haut

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe:	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	10.05.2017 Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

Aspirationstoxizität

Produkt:

Keine Informationen verfügbar.

Weitere Information

Produkt:

Anmerkungen: Die gegebenen Informationen beruhen auf Daten, die von den Bestandteilen und der Toxizität ähnlicher Produkte stammen.

Inhaltsstoffe:

Diphenyltolylphosphat:

Anmerkungen: Die gegebenen Informationen beruhen auf Daten, die von den Bestandteilen und der Toxizität ähnlicher Produkte stammen.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität

Produkt:

Toxizität gegenüber Fischen : Anmerkungen: Schädlich für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.

Toxizität gegenüber Daphnien und anderen wirbellosen Wassertieren : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Toxizität gegenüber Algen : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Toxizität bei Mikroorganismen : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Inhaltsstoffe:

Diphenyltolylphosphat:

Toxizität gegenüber Fischen : LC50 (Oryzias latipes (Roter Killifisch)): 1,3 mg/l
Expositionszeit: 96 h

Toxizität gegenüber Algen : ErC50 (Desmodesmus subspicatus (Grünalge)): 0,55 mg/l
Expositionszeit: 72 h
Art des Testes: Wachstumshemmung

M-Faktor (Akute aquatische Toxizität) : 1

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 10.05.2017	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

Toxizität gegenüber Daphnien und anderen wirbellosen Wassertieren (Chronische Toxizität) : NOEC: 0,12 mg/l
Expositionszeit: 21 d
Spezies: Daphnia magna (Großer Wasserfloh)

M-Faktor (Chronische aquatische Toxizität) : 1

Beurteilung Ökotoxizität

Chronische aquatische Toxizität : Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Triphenylphosphat:

Toxizität gegenüber Fischen : LC50 (Oncorhynchus mykiss (Regenbogenforelle)): 0,4 mg/l
Expositionszeit: 96 h

Anmerkungen: Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.

Toxizität gegenüber Daphnien und anderen wirbellosen Wassertieren : EC50 (Daphnia magna (Großer Wasserfloh)): 0,36 mg/l
Expositionszeit: 48 h
Art des Testes: statischer Test

Toxizität gegenüber Algen : NOEC (Pseudokirchneriella subcapitata (Grünalge)): 0,25 mg/l
Expositionszeit: 96 h
Methode: OECD- Prüfrichtlinie 201

EL10 (Pseudokirchneriella subcapitata (Grünalge)): 0,25 mg/l
Expositionszeit: 96 h
Methode: OECD- Prüfrichtlinie 201

M-Faktor (Akute aquatische Toxizität) : 1

Toxizität bei Mikroorganismen : NOEC (Belebtschlamm): 100 mg/l
Expositionszeit: 28 h

Toxizität gegenüber Fischen (Chronische Toxizität) : NOEC: 0,037 mg/l
Expositionszeit: 30 d
Spezies: Oncorhynchus mykiss (Regenbogenforelle)

Toxizität gegenüber Daphnien und anderen wirbellosen Wassertieren (Chronische Toxizität) : NOEC: 0,254 mg/l
Expositionszeit: 21 d
Spezies: Daphnia magna (Großer Wasserfloh)
Methode: OECD- Prüfrichtlinie 211

M-Faktor (Chronische aquatische Toxizität) : 1

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe:	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	10.05.2017 Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

Bis(methylphenyl)phenylphosphat:

- Toxizität gegenüber Fischen : LC50 (Oryzias latipes (Roter Killifisch)): 1,3 mg/l
Expositionszeit: 96 h
- Toxizität gegenüber Algen : EC50 (Desmodesmus subspicatus (Grünalge)): 0,27 mg/l
Expositionszeit: 72 h
Art des Testes: Wachstumshemmung
- M-Faktor (Akute aquatische Toxizität) : 1
- Toxizität bei Mikroorganismen : EC50 (Bakterien): > 10.000 mg/l
Expositionszeit: 3 h
Art des Testes: Atmungshemmung
- Toxizität gegenüber Daphnien und anderen wirbellosen Wassertieren (Chronische Toxizität) : EC50: 0,31 mg/l
Expositionszeit: 21 d
Spezies: Daphnia magna (Großer Wasserfloh)
- NOEC: 0,12 mg/l
Expositionszeit: 21 d
Spezies: Daphnia magna (Großer Wasserfloh)
- M-Faktor (Chronische aquatische Toxizität) : 1

Beurteilung Ökotoxizität

- Akute aquatische Toxizität : Sehr giftig für Wasserorganismen.
- Chronische aquatische Toxizität : Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

Produkt:

- Biologische Abbaubarkeit : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar
- Physikalisch-chemische Beseitigung : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Inhaltsstoffe:

Diphenyltolylphosphat:

- Biologische Abbaubarkeit : Ergebnis: Leicht biologisch abbaubar

Triphenylphosphat:

- Biologische Abbaubarkeit : Art des Testes: aerob
Impfkultur: Belebtschlamm
Ergebnis: Leicht biologisch abbaubar.

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 10.05.2017	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

Biologischer Abbau: 83 - 94 %
Expositionszeit: 28 d
Methode: OECD 301 C

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Produkt:

Bioakkumulation : Anmerkungen: Diese Mischung enthält keine Substanzen, die persistent, bioakkumulierbar und toxisch sind (PBT). Diese Mischung enthält keine Substanzen, die sehr persistent und sehr bioakkumulierbar sind (vPvB).

Inhaltsstoffe:

Diphenyltolylphosphat:

Bioakkumulation : Biokonzentrationsfaktor (BCF): 220

Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser : log Pow: 4,5

Triphenylphosphat:

Bioakkumulation : Spezies: Oryzias latipes (Roter Killifisch)
Expositionszeit: 18 d
Konzentration: 0,01 mg/l
Biokonzentrationsfaktor (BCF): 144

Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser : log Pow: 4,59

12.4 Mobilität im Boden

Produkt:

Mobilität : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Verteilung zwischen den Umweltkompartimenten : Anmerkungen: Keine Daten verfügbar

Inhaltsstoffe:

Diphenyltolylphosphat:

Verteilung zwischen den Umweltkompartimenten : Adsorption/Boden
Medium: Wasser
Koc: 5560

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

Produkt:

Bewertung : Dieser Stoff/diese Mischung enthält keine Komponenten in Konzentrationen von 0,1 % oder höher, die entweder als per-

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 10.05.2017	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

sistent, bioakkumulierbar und toxisch (PBT) oder sehr persistent und sehr bioakkumulierbar (vPvB) eingestuft sind..

Inhaltsstoffe:

Diphenyltolylphosphat:

Bewertung : Diese Substanz ist nicht persistent, bioakkumulierbar und toxisch (PBT).. Diese Substanz ist nicht sehr persistent und sehr bioakkumulierbar (vPvB)..

12.6 Andere schädliche Wirkungen

Produkt:

Sonstige ökologische Hinweise : Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren der Abfallbehandlung

Produkt : Das Eindringen des Produkts in die Kanalisation, in Wasserläufe oder in den Erdboden soll verhindert werden.

Die Abfallschlüsselnummer soll vom Verbraucher, aufgrund des Verwendungszwecks des Produkts, festgelegt werden.

Verunreinigte Verpackungen : Leere Behälter können unter Beachtung der örtlichen behördlichen Vorschriften abgelagert werden.

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

14.1 UN-Nummer

Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung

Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.3 Transportgefahrenklassen

Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.4 Verpackungsgruppe

Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.5 Umweltgefahren

Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

Keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen erforderlich.

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe:	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	10.05.2017 Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens und gemäß IBC-Code

Anmerkungen : Auf Produkt im Lieferzustand nicht zutreffend.

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch

REACH - Liste der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe (Artikel 59). : Dieses Produkt enthält keine besonders besorgniserregenden Stoffe (REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, Artikel 57).

Verordnung (EG) Nr. 1005/2009 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen : Nicht anwendbar

Verordnung (EG) Nr. 850/2004 über persistente organische Schadstoffe : Nicht anwendbar

Verordnung (EG) Nr. 649/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien : Nicht anwendbar

Seveso II - Richtlinie 2003/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 96/82/EG des Rates zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen

Nicht anwendbar

Seveso III: Richtlinie 2012/18/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen.

Nicht anwendbar

Wassergefährdungsklasse : WGK 1 schwach wassergefährdend
Einstufung nach AwSV, Anlage 1 (5.2)

TA Luft : Gesamtstaub:
Sonstige: 1,54 %

Staubförmige anorganische Stoffe:

Nicht anwendbar

Dampf- oder gasförmige anorganische Stoffe:

Nicht anwendbar

Organische Stoffe:

Anteil Klasse 1: 0,1 %

Sonstige: 98,36 %

Krebserzeugende Stoffe:

Nicht anwendbar

Erbgutverändernd:

Nicht anwendbar

Reproduktionstoxisch:

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 10.05.2017	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

Nicht anwendbar

Flüchtige organische Verbindungen : Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)
Gehalt flüchtiger organischer Verbindungen (VOC): 0,05 %
Anmerkungen: VOC(flüchtige organische Verbindung)-Gehalt abzüglich Wasser

15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung

Keine Informationen verfügbar.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

Volltext der H-Sätze

H400 : Sehr giftig für Wasserorganismen.
H410 : Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H411 : Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Volltext anderer Abkürzungen

ADN - Europäisches Übereinkommens über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstrassen; ADR - Europäisches Übereinkommens über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße; AICS - Australisches Verzeichnis chemischer Substanzen; ASTM - Amerikanische Gesellschaft für Werkstoffprüfung; bw - Körpergewicht; CLP - Verordnung über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen, Verordnung (EG) Nr 1272/2008; CMR - Karzinogener, mutagener oder reproduktiver Giftstoff; DIN - Norm des Deutschen Instituts für Normung; DSL - Liste heimischer Substanzen (Kanada); ECHA - Europäische Chemikalienbehörde; EC-Number - Nummer der Europäischen Gemeinschaft; ECx - Konzentration verbunden mit x % Reaktion; ELx - Beladungsrate verbunden mit x % Reaktion; EmS - Notfallplan; ENCS - Vorhandene und neue chemische Substanzen (Japan); ErCx - Konzentration verbunden mit x % Wachstumsgeschwindigkeit; GHS - Global harmonisiertes System; GLP - Gute Laborpraxis; IARC - Internationale Krebsforschungsagentur; IATA - Internationale Luftverkehrs-Vereinigung; IBC - Internationaler Code für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen zur Beförderung gefährlicher Chemikalien als Massengut; IC50 - Halbmaximale Hemmstoffkonzentration; ICAO - Internationale Zivilluftfahrt-Organisation; IECSC - Verzeichnis der in China vorhandenen chemischen Substanzen; IMDG - Code – Internationaler Code für die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen; IMO - Internationale Seeschiffahrtsorganisation; ISHL - Gesetz über Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (Japan); ISO - Internationale Organisation für Normung; KECI - Verzeichnis der in Korea vorhandenen Chemikalien; LC50 - Lethale Konzentration für 50 % einer Versuchspopulation; LD50 - Lethale Dosis für 50 % einer Versuchspopulation (mittlere lethale Dosis); MARPOL - Internationales Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe; n.o.s. - nicht anderweitig genannt; NO(A)EC - Konzentration, bei der keine (schädliche) Wirkung erkennbar ist; NO(A)EL - Dosis, bei der keine (schädliche) Wirkung erkennbar ist; NOELR - Keine erkennbare Effektladung; NZIoC - Neuseeländisches Chemikalienverzeichnis; OECD - Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung; OPPTS - Büro für chemische Sicherheit und Verschmutzungsverhütung (OSCPP); PBT -

Klübersynth GH 6-220

Version	Überarbeitet am:	Datum der letzten Ausgabe: 10.05.2017	Druckdatum:
1.4	12.01.2018	Datum der ersten Ausgabe: 13.05.2014	13.01.2018

Persistente, bioakkumulierbare und toxische Substanzen; PICCS - Verzeichnis der auf den Philippinen vorhandenen Chemikalien und chemischen Substanzen; (Q)SAR - (Quantitative) Struktur-Wirkungsbeziehung; REACH - Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rats bezüglich der Registrierung, Bewertung, Genehmigung und Restriktion von Chemikalien; RID - Regelung zur internationalen Beförderung gefährlicher Güter im Schienenverkehr; SADT - Selbstbeschleunigende Zersetzungstemperatur; SDS - Sicherheitsdatenblatt; TCSI - Verzeichnis der in Taiwan vorhandenen chemischen Substanzen; TRGS - Technischen Regeln für Gefahrstoffe; TSCA - Gesetz zur Kontrolle giftiger Stoffe (Vereinigte Staaten); UN - Vereinte Nationen; vPvB - Sehr persistent und sehr bioakkumulierbar

Weitere Information

Einstufung des Gemisches:

Aquatic Chronic 3 H412

Einstufungsverfahren:

Rechenmethode

Dieses Sicherheitsdatenblatt gilt nur für von KLÜBER LUBRICATION original verpackte und bezeichnete Ware. Die enthaltenen Informationen unterliegen dem Urheberrecht und dürfen ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung der KLÜBER LUBRICATION nicht vervielfältigt oder verändert werden. Jegliche Weiterleitung dieses Dokuments ist nur in dem gesetzlich geforderten Ausmaß gestattet. Eine darüber hinausgehende, insbesondere öffentliche, Verbreitung unserer Sicherheitsdatenblätter (z.B. als Download im Internet) ist ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung nicht gestattet. KLÜBER LUBRICATION stellt seinen Kunden entsprechend den gesetzlichen Regelungen geänderte Sicherheitsdatenblätter zur Verfügung. Es liegt in der Verantwortung des Kunden, Sicherheitsdatenblätter und evtl. Änderungen daran gemäß den gesetzlichen Vorgaben an seine eigenen Kunden, Mitarbeiter und sonstige Verwender des Produktes weiterzugeben. Für die Aktualität der Sicherheitsdatenblätter, die Verwender von Dritten erhalten, übernimmt KLÜBER LUBRICATION keine Gewähr. Alle Informationen und Anweisungen in diesem Sicherheitsdatenblatt wurden nach bestem Wissen erstellt und basieren auf dem Stand der Technik am Tage der Herausgabe. Die gemachten Angaben sollen das Produkt im Hinblick auf die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen beschreiben; sie stellen keine Zusicherung von Eigenschaften oder Garantie der Eignung des Produktes für den Einzelfall dar und begründen kein vertragliches Rechtsverhältnis.

Liebherr-Lubricants

Page: 1/9

Safety data sheet

according to 1907/2006/EC, Article 31 and 830/2015/EC respectively

Printing date: 14.12.2017

**Version number 3

Revision: 14.12.2017

SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

1.1 Product identifier

Trade name: **Liebherr Spezialfett 1026 LS**

Application / Use: Lubricating grease

Article number:

Set-number MSDS:
18044

1.2 Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against:

Application of the substance / the preparation: Grease

Uses advised against: No further relevant information available.

1.3 Details of the supplier of the safety data sheet

Manufacturer/Supplier:

LIEBHERR-LOGISTICS GmbH
St. Vitus 1
D - 88457 Kirchdorf an der Iller

LIEBHERR-COMPONENTS BIBERACH GmbH
Hans-Liebherr-Strasse 45
D - 88400 Biberach an der Riß

LIEBHERR-WERK BIBERACH GmbH
Memminger Straße 120
D - 88400 Biberach an der Riß

LIEBHERR-WERK EHINGEN GmbH
Dr.-Hans-Liebherr-Strasse 1
D - 89584 Ehingen

LIEBHERR-MISCHTECHNIK GmbH
Im Elchgrund 12
D - 88427 Bad Schussenried

LIEBHERR-MINING EQUIPMENT COLMAR SAS
49 rue Frédéric Hartmann
CS 50038
F - 68025 Colmar Cedex

LIEBHERR-WERK NENZING GmbH
Dr.-Hans-Liebherr-Strasse 1
A - 6710 Nenzing

Further information obtainable from:

Liebherr-Lubricant-Hotline: +49 (0) 73 54 / 80-6060
email: lubricants@liebherr.com

1.4 Emergency telephone number:

In case of emergency ONLY:
During working hours (CET): + 49 (0) 73 54 / 80-6060
Emergency response (24 hours) CHEMTREC: +1-703-527-3887 / +1-703-741-5970

(Contd. on page 2)

GB

LIEBHERR

Liebherr-Lubricants

Page: 2/9

Safety data sheet

according to 1907/2006/EC, Article 31 and 830/2015/EC respectively

Printing date: 14.12.2017

**Version number 3

Revision: 14.12.2017

Trade name: **Liebherr Spezialfett 1026 LS**

(Contd. of page 1)

+ (44)-870-8200418 (United Kingdom)
+ (31)-858880596 (Netherlands)
+ (61)-290372994 (Australia)
0-800-983-611 (within South Africa)
1-800-424-9300 (within USA & Canada)

SECTION 2: Hazards identification

2.1 Classification of the substance or mixture

Classification according to Regulation (EC) No 1272/2008 The product is not classified according to the CLP regulation.

2.2 Label elements

Labelling according to Regulation (EC) No 1272/2008 Void

Hazard pictograms Void

Signal word Void

Hazard statements Void

Precautionary statements

P501 Dispose of contents/container in accordance with local regulations.

Additional information:

EUH208 Contains Amine phosphate. May produce an allergic reaction.

EUH210 Safety data sheet available on request.

2.3 Other hazards

Results of PBT and vPvB assessment

PBT: Not applicable.

vPvB: Not applicable.

SECTION 3: Composition/information on ingredients

3.2 Mixture

Description: Mixture of base oils with thickener and additives.

Dangerous components:

CAS: 64742-53-6 EINECS: 265-156-6 Reg.nr.: 01-2119480375-34	Distillates (petroleum), hydrotreated light naphthenic	Asp. Tox. 1, H304	25-50%
CAS: 64742-52-5 EINECS: 265-155-0 Reg.nr.: 01-2119467170-45	Distillates (petroleum), hydrotreated heavy naphthenic	Asp. Tox. 1, H304	25-50%

Additional information:

The wording of the hazard symbols and H-phrases is specified in section 16 if dangerous ingredients are mentioned.

(Contd. on page 3)

GB

LIEBHERR

Liebherr-Lubricants

Page: 3/9

Safety data sheet

according to 1907/2006/EC, Article 31 and 830/2015/EC respectively

Printing date: 14.12.2017

**Version number 3

Revision: 14.12.2017

Trade name: **Liebherr Spezialfett 1026 LS**

(Contd. of page 2)

Components with threshold limit values are mentioned at section 8.

SECTION 4: First aid measures

4.1 Description of first aid measures

General information: No special measures required.

After inhalation: Supply fresh air.

After skin contact: Immediately wash with water and soap and rinse thoroughly.

After eye contact: Rinse opened eye for several minutes under running water. If symptoms persist, consult a doctor.

After swallowing: Do not induce vomiting; call for medical help immediately.

4.2 Most important symptoms and effects, both acute and delayed: No further relevant information available.

Information for doctor: Treat symptomatically.

4.3 Indication of any immediate medical attention and special treatment needed: No further relevant information available.

SECTION 5: Firefighting measures

5.1 Extinguishing media

Suitable extinguishing agents:

CO₂, sand, extinguishing powder.

Use fire extinguishing methods suitable to surrounding conditions.

For safety reasons unsuitable extinguishing agents: Do not use water with full jet.

5.2 Special hazards arising from the substance or mixture:

In case of fire, the following can be released:

Nitrogen oxides (NO_x)

Carbon monoxide (CO)

Sulphur oxide (SO_x)

5.3 Advice for firefighters

Protective equipment:

Wear self-contained respiratory protective device.

Do not inhale explosion gases or combustion gases.

Wear fully protective suit.

Additional information: Dispose of fire debris and contaminated fire fighting water in accordance with official regulations.

SECTION 6: Accidental release measures

6.1 Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

Wear protective clothing.

Particular danger of slipping on leaked/spilled product.

(Contd. on page 4)

GB

LIEBHERR

Liebherr-Lubricants

Page: 4/9

Safety data sheet

according to 1907/2006/EC, Article 31 and 830/2015/EC respectively

Printing date: 14.12.2017

**Version number 3

Revision: 14.12.2017

Trade name: **Liebherr Spezialfett 1026 LS**

(Contd. of page 3)

6.2 Environmental precautions:

Do not allow to enter sewers, surface or ground water.
Prevent from spreading (e.g. by damming-in or oil barriers).

6.3 Methods and material for containment and cleaning up:

Absorb with liquid-binding material (sand, diatomite, acid binders, universal binders, sawdust).
Dispose of the material collected according to regulations.

6.4 Reference to other sections

See Section 7 for information on safe handling.
See Section 8 for information on personal protection equipment.
See Section 13 for disposal information.

SECTION 7: Handling and storage

7.1 Precautions for safe handling Store in cool, dry place in tightly closed receptacles.

Handling: When handling product in drums use safety footwear and suitable tools. At work please do not eat, drink or smoke.

Information about fire - and explosion protection: Fire class DIN EN 2: B

7.2 Conditions for safe storage, including any incompatibilities

Storage:

Requirements to be met by storerooms and receptacles:

Store only in the original receptacle.
Provide floor trough without outlet.
Prevent any seepage into the ground.

Information about storage in one common storage facility:

Store away from foodstuffs.
Store away from oxidising agents.
Store away from water.

Further information about storage conditions: Recommended storage temperature: 5 to 40 °C

Shelf life from date of dispatch: 3 years (at proper storage)

7.3 Specific end use(s): For more information see technical information.

SECTION 8: Exposure controls/personal protection

Additional information about design of technical facilities: No further data; see section 7.

8.1 Control parameters

Ingredients with limit values that require monitoring at the workplace:

Additional Occupational Exposure Limit Values for possible hazards during processing: TLV-TWA oil mist 5 mg/m³

Additional information:

The lists valid during the making were used as basis.
If formation of steam, mist or aerosols take place the concentration in the air has to be kept at the lowest possible level.

(Contd. on page 5)

GB

LIEBHERR

Safety data sheet

according to 1907/2006/EC, Article 31 and 830/2015/EC respectively

Printing date: 14.12.2017

**Version number 3

Revision: 14.12.2017

Trade name: **Liebherr Spezialfett 1026 LS**

(Contd. of page 4)

8.2 Exposure controls

Personal protective equipment:**General protective and hygienic measures:**

The usual precautionary measures are to be adhered to when handling chemicals.
Avoid close or long term contact with the skin.

Respiratory protection:

No respiratory protection is ordinarily required under normal conditions of use. Select a filter suitable for combined particulate/ gases and organic vapours (boiling point > 65 ° C, AP2, EN 14387), if exposure limit is exceeded or when aerosol or mist is formed.

Protection of hands:

Safety gloves of nitrile rubber or viton.

Preventive skin protection by use of skin-protecting agents is recommended.

Material of gloves

Fluorocarbon rubber (Viton)

Nitrile rubber, NBR

The selection of the suitable gloves does not only depend on the material, but also on further marks of quality and varies from manufacturer to manufacturer. As the product is a preparation of several substances, the resistance of the glove material can not be calculated in advance and has therefore to be checked prior to the application.

Penetration time of glove material:

The exact break through time has to be found out by the manufacturer of the protective gloves and has to be observed.

Value for the permeation: Level = 6 (480 min)

Eye protection: Safety glasses with side shields or chemical goggles are required.

Body protection: Protective work clothing.

SECTION 9: Physical and chemical properties

9.1 Information on basic physical and chemical properties

General Information**Appearance:**

Form:	Pasty
Colour:	Beige
Odour:	Characteristic
Odour threshold:	Not determined.

pH-value: Not determined.

Change in condition

Melting point/freezing point:	Not determined.
Initial boiling point and boiling range:	Not determined.
Drip point:	>145 °C

Flash point: >160 °C

Flammability (solid, gas): Not applicable.

(Contd. on page 6)

GB

LIEBHERR

Liebherr-Lubricants

Page: 6/9

Safety data sheet

according to 1907/2006/EC, Article 31 and 830/2015/EC respectively

Printing date: 14.12.2017

**Version number 3

Revision: 14.12.2017

Trade name: **Liebherr Spezialfett 1026 LS**

(Contd. of page 5)

Ignition temperature:	Not determined.
Decomposition temperature:	Not determined.
Auto-ignition temperature:	Product is not selfigniting.
Explosive properties:	The product shows no danger of explosion, but it may build explosive mixtures with air (by vaporisation, oil mist formation, heating above the flash point).
Explosion limits:	
Lower:	Not determined.
Upper:	Not determined.
Vapour pressure:	Not determined.
Density at 20 °C:	0,92 g/cm ³ (DIN 51 757)
Relative density	Not determined.
Vapour density	Not determined.
Evaporation rate	Not determined.
Solubility in / Miscibility with water:	Insoluble.
Partition coefficient: n-octanol/water:	Not determined.
Viscosity:	
Dynamic:	Not determined.
Kinematic:	Not determined.
9.2 Other information	No further relevant information available.

SECTION 10: Stability and reactivity

10.1 Reactivity See 10.2 to 10.6

10.2 Chemical stability: Stable at normal conditions.

Thermal decomposition / conditions to be avoided: Avoid contact with heat, sparks, flames and all other sources of ignition.

10.3 Possibility of hazardous reactions: Reacts with strong oxidising agents.

10.4 Conditions to avoid No specific data available.

10.5 Incompatible materials: No further relevant information available.

10.6 Hazardous decomposition products: Oxides of carbon, nitrogen, sulfur and metal oxides

Additional information: Product is not classified as inflammable but can burn.

SECTION 11: Toxicological information

11.1 Information on toxicological effects These statements are based on data for components of the material or for similar materials.

(Contd. on page 7)

GB

LIEBHERR

Liebherr-Lubricants

Page: 7/9

Safety data sheet

according to 1907/2006/EC, Article 31 and 830/2015/EC respectively

Printing date: 14.12.2017

**Version number 3

Revision: 14.12.2017

Trade name: **Liebherr Spezialfett 1026 LS**

(Contd. of page 6)

Acute toxicity Based on available data, the classification criteria are not met.

LD/LC50 values relevant for classification:

64742-53-6 Distillates (petroleum), hydrotreated light naphthenic

Oral	LD50	>5,000 mg/kg (rat)
Dermal	LD50	>5,000 mg/kg (rabbit)

64742-52-5 Distillates (petroleum), hydrotreated heavy naphthenic

Oral	LD50	>5,000 mg/kg (rat)
------	------	--------------------

Primary irritant effect:

Skin corrosion/irritation Based on available data, the classification criteria are not met.

Serious eye damage/irritation Based on available data, the classification criteria are not met.

by inhalation: No irritant effect expected.

Respiratory or skin sensitisation

There are no indications for a sensitising potential of the product. Contains substances with sensitising potential in low concentration.

Subacute to chronic toxicity:

Prolonged and/or repeated contact may cause defatting of the skin which can lead to dermatitis and may make the skin more susceptible to irritation and penetration by other materials.

Additional toxicological information:

The product is not subject to classification according to the calculation method of the General EU Classification Guidelines for Preparations as issued in the latest version.

When used and handled according to specifications, the product does not have any harmful effects to our experience and the information provided to us.

CMR effects (carcinogenicity, mutagenicity and toxicity for reproduction)

Germ cell mutagenicity Based on available data, the classification criteria are not met.

Carcinogenicity Based on available data, the classification criteria are not met.

Reproductive toxicity Based on available data, the classification criteria are not met.

STOT-single exposure Based on available data, the classification criteria are not met.

STOT-repeated exposure Based on available data, the classification criteria are not met.

Aspiration hazard Based on available data, the classification criteria are not met.

SECTION 12: Ecological information

12.1 Toxicity

Aquatic toxicity: No further relevant information available.

12.2 Persistence and degradability No further relevant information available.

12.3 Bioaccumulative potential No further relevant information available.

12.4 Mobility in soil The product is not soluble in water. If it enters soil, it will adsorb to soil particles and will not be mobile.

Additional ecological information:

General notes:

Water hazard class 1 (German Regulation) (Self-assessment): slightly hazardous for water

Do not allow product to reach ground water, water course or sewage system.

(Contd. on page 8)

GB

LIEBHERR

Liebherr-Lubricants

Page: 8/9

Safety data sheet

according to 1907/2006/EC, Article 31 and 830/2015/EC respectively

Printing date: 14.12.2017

**Version number 3

Revision: 14.12.2017

Trade name: **Liebherr Spezialfett 1026 LS**

(Contd. of page 7)

12.5 Results of PBT and vPvB assessment

PBT: Not applicable.

vPvB: Not applicable.

12.6 Other adverse effects: No further relevant information available.

SECTION 13: Disposal considerations

13.1 Waste treatment methods

Recommendation

Must not be disposed together with household garbage. Do not allow product to reach sewage system.

Contact waste processors for recycling information.

European waste catalogue

12 01 12*	spent waxes and fats
-----------	----------------------

Uncleaned packaging: Empty packing completely. Handover to authorized disposal company.

Recommendation:

Disposal must be made according to official regulations.

Empty contaminated packagings thoroughly. They may be recycled after thorough and proper cleaning.

SECTION 14: Transport information

14.1 UN-Number

ADR, ADN, IMDG, IATA

Void

14.2 UN proper shipping name

ADR, ADN, IMDG, IATA

Void

14.3 Transport hazard class(es)

ADR, ADN, IMDG, IATA

Class

Void

14.4 Packing group

ADR, IMDG, IATA

Void

14.5 Environmental hazards:

Marine pollutant:

No

14.6 Special precautions for user

Not applicable.

14.7 Transport in bulk according to Annex II of Marpol and the

IBC Code

Not applicable.

(Contd. on page 9)

GB

LIEBHERR

Liebherr-Lubricants

Page: 9/9

Safety data sheet

according to 1907/2006/EC, Article 31 and 830/2015/EC respectively

Printing date: 14.12.2017

**Version number 3

Revision: 14.12.2017

Trade name: **Liebherr Spezialfett 1026 LS**

(Contd. of page 8)

UN "Model Regulation":

Void

SECTION 15: Regulatory information

15.1 Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture

Directive 2012/18/EU

Named dangerous substances - ANNEX I None of the ingredients is listed.

National regulations:

Waterhazard class: Water hazard class 1 (German Regulation) (Self-assessment): slightly hazardous for water

15.2 Chemical safety assessment: A Chemical Safety Assessment has not been carried out.

SECTION 16: Other information

This information is based on our present knowledge. However, this shall not constitute a guarantee for any specific product features and shall not establish a legally valid contractual relationship.

Relevant phrases

H304 May be fatal if swallowed and enters airways.

Department issuing SDS: Liebherr Lubricants

Contact:

Liebherr-Lubricant-Hotline: +49 (0) 73 54 / 80-6060

E-mail: lubricants@liebherr.com

Abbreviations and acronyms:

PBT: Persistent, Bioaccumulative and Toxic

ADR: Accord européen sur le transport des marchandises dangereuses par Route (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)

IMDG: International Maritime Code for Dangerous Goods

IATA: International Air Transport Association

GHS: Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals

EINECS: European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances

ELINCS: European List of Notified Chemical Substances

CAS: Chemical Abstracts Service (division of the American Chemical Society)

LC50: Lethal concentration, 50 percent

LD50: Lethal dose, 50 percent

vPvB: very Persistent and very Bioaccumulative

Asp. Tox. 1: Aspiration hazard – Category 1

* Data compared to the previous version altered.

**Information about the version number: Replaces all previous versions.

GB

LIEBHERR

Sicherheitsdatenblatt

Mai 2018

Seite 1 von 5

1. Bezeichnung des Stoffes bzw. des Gemischs und Firmenbezeichnung

1.1 Bezeichnung des Stoffes

Materialname: MIDEL 7131.
EU REACH-Nr.: 01-2120104110-86-0000.

1.2 Identifizierte Verwendungen des Stoffes oder der Zubereitung und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Verwendung des Produkts: Dielektrische Isolierflüssigkeit
Verwendungen, von denen abgeraten wird: Keine

1.3 Angaben zum Hersteller des Stoffes bzw. des Gemischs

Hersteller/Händler: M&I Materials Ltd., Hibernia Way, Trafford Park, Manchester, M32 0ZD, GB.
Tel.: +44 (0)161 864 5411.
Notrufnummer: +44 (0)161 864 5439.
E-Mail: RussellMartin@mimaterials.com.

2. Mögliche Gefahren

Dieses Produkt ist nicht als gefährlich eingestuft und dieses Dokument wurde zu Informationszwecken in Übereinstimmung mit der Verordnung 1907 / EC / 2006, Anhang II, in der geänderten Fassung der Verordnung (EU) Nr. 453/2010, und der OSHA-Gefahrenkommunikationsrichtlinien erstellt.

2.1 Einstufung des Stoffes oder des Gemischs

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP): Nicht eingestuft.

2.2 Kennzeichnungselemente

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP): Kein Symbol oder Signalwort.

2.3 Sonstige Gefahren

Keine

3. Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3 Stoff

CAS-Nr.: 68424-31-7.

Beschreibung: Fettsäuren, C5-10 (linear und verzweigt-kettig), gemischte Ester mit Pentaerythritol.

Zusammensetzung:

Bestandteil	CAS-Nummer	Inhalt
Fettsäuretetraester	68424-31-7	>99.5%
Leistungssteigernde Additive	Proprietär	<0.5%

Alle Bestandteile sind im TSCA-Bestandsverzeichnis aufgelistet. Die in diesem Produkt verwendeten Additive sind ein Handelsgeheimnis, führen jedoch zu keiner Einstufung des Stoffes als gefährlich.

4. Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

Einatmen: Aufgrund des geringen Dampfdrucks des Stoffes nicht zu erwarten.

Haut: Mit Wasser und Seife abwaschen. Bei Reizungen einen Arzt aufsuchen.

Augen: Mit reichlich Wasser ausspülen. Bei Reizungen einen Arzt aufsuchen.

Verschlucken: Kein Erbrechen herbeiführen; einen Arzt aufsuchen.

4.2 Wichtigste akute und verzögert eintretende Symptome und Wirkungen,

Keine Nebenwirkungen zu erwarten.

Sicherheitsdatenblatt

Mai 2018

Seite 2 von 5

5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

Keine besondere Behandlung erforderlich.

5.1 Löschmittel

Kohlendioxid, Trockenpulver, ABF-Schaum oder Wasserdampf. Verwenden Sie keine Wasserstrahlen.

5.2 Besondere Gefährdung durch den Stoff oder das Gemisch selbst, seine Verbrennungsprodukte oder entstehende Gase

Keine

5.3 Empfehlungen zur Brandbekämpfung

Unter Umständen muss ein umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät getragen werden.

6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstung und Maßnahmen im Notfall

Verschüttetes Produkt stellt eine Rutschgefahr dar. Kontakt mit Augen und Haut vermeiden.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen

Keine Seen, fließende Gewässer, Teiche, Grundwasser oder Böden verunreinigen. Nicht in den Abfluss entleeren. Werden große Mengen des Stoffes verschüttet, das Produkt so weit wie möglich eindämmen und gemäß den örtlichen Vorschriften entsorgen.

6.3 Verfahren und Material zur Eindämmung und Reinigung

Verschüttetes Material mit hygroskopischem Granulat aufsaugen und entsorgen.

7. Handhabung und Lagerung

7.1 Hinweise zur sicheren Handhabung

Kontakt mit Augen und längeren Hautkontakt vermeiden.

7.2 Spezifische Anforderungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten

Keine besondere Behandlung erforderlich.

7.3 Spezifische Endnutzungen

Möglichst wenig der Luft aussetzen. Geöffnete Behälter müssen ordnungsgemäß wiederversiegelt werden.

8. Expositionsgrenzwerte/ Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Kontrollparameter

Keine relevanten Kontrollparameter.

8.2 Expositionsgrenzwerte

Für den Notfall sollten Augenspülungen vorhanden sein.

Atemschutz: Bei normalem Gebrauch nicht erforderlich.

Hautschutz: Overall tragen.

Handschutz: Hände nach dem Gebrauch waschen. Für längeren oder wiederholten Hautkontakt werden Handschuhe empfohlen.

Augenschutz: Wenn Spritzer auftreten könnten, eine Schutzbrille tragen.

Sicherheitsdatenblatt

Mai 2018

Seite 3 von 5

9. Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Informationen zu physikalischen und chemischen Haupteigenschaften

Aussehen: Blassgelbe Flüssigkeit.
Geruch: Leicht süßlich.
pH: Nicht zutreffend.
Gefrierpunkt: -56°C.
Siedepunkt/-bereich: >300°C.
Flammpunkt: 260°C (geschlossener Tiegel).
Entflammbarkeit (Feststoff, Gas): Nicht entflammbar.
Oberer/unterer Brennpunkt oder Explosionsgrenzen: Keine Angaben verfügbar.
Dampfdruck: <0,001Pa bei 20°C.
Dampfdichte: Nicht zutreffend.
Relative Dichte: 0,97 bei 20°C.
Wasserlöslichkeit: <1mg/l.
Löslichkeit: Nicht zutreffend.
Verteilungskoeffizient: log P_{ow}: >10.
Selbstentzündungstemperatur: Keine Selbstentzündung zu erwarten.
Zersetzungstemperatur: Keine Angaben verfügbar.
Viskosität: 29mm²/s bei 40°C.
Explosive Eigenschaften: Nicht explosiv.
Oxidierende Eigenschaften: Nicht oxidierend.

9.2 Sonstige Angaben

Nicht zutreffend.

10. Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität

Stabil unter normalen Gebrauchsbedingungen.

10.2 Chemische Stabilität

Stabil unter normalen Gebrauchsbedingungen.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Keine Angaben verfügbar.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Temperaturen >250°C.

10.5 Zu vermeidende Stoffe

Starke Oxidationsmittel.

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Keine.

11. Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Wahrscheinliche Expositionswege: Die Haut und Augen sind die wahrscheinlichsten Expositionswege. Versehentliches Verschlucken ist möglich. Einatmen ist nicht als wesentlicher Expositionsweg anzusehen.

Akute orale Toxizität: Geringe Toxizität: LD50 >2000mg/kg, OECD 401.

Akute dermale Toxizität: Geringe Toxizität zu erwarten: LD50 >2000mg/kg, OECD 402.

Akute Toxizität bei Einatmen: Aufgrund der geringen Flüchtigkeit ist ein Einatmen

Sicherheitsdatenblatt

Mai 2018

Seite 4 von 5

12. Umweltbezogene Angaben

unwahrscheinlich.

Hautätzende Wirkung/Reizung: Nicht hautreizend, OECD 404.

Augenkorrosion/Reizung: Keine Augenreizung, OECD 405.

Reizung oder Sensibilisierung der Haut: Nicht hautsensibilisierend, OECD 406.

Aspirationsgefahr: Nicht als Aspirationsgefahr anzusehen.

Krebserzeugende/erbgutverändernde Wirkung: Nicht als erbgutverändernd oder karzinogen anzusehen. Dieses Produkt wird gemäß IARC, ACGIH, NTP oder OSHA nicht als karzinogen angesehen.

Bei ordnungsgemäßigem Gebrauch und Entsorgung ist keine Umweltbelastung zu erwarten. Ökotoxikologische Wirkungen basieren auf der Kenntnis ähnlicher Stoffe.

12.1 Toxizität

Salmo Gairdneri LC50 (96h), OECD 203: >1000mg/l.

Daphnia Magna EI50 (48h), OECD 202: >1000mg/l.

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

Leicht biologisch abbaubar.

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Kein Bioakkumulationspotenzial.

12.4 Mobilität im Boden

Geringe Mobilität im Boden.

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

Dieses Produkt entspricht nicht den Toxizitätskriterien, dies muss ausführlicher geprüft werden. Es wird nicht als PBT- oder vPvB-Stoff angesehen.

12.6 Andere schädliche Wirkungen

Keine anderen schädlichen Wirkungen zu erwarten.

13. Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren zur Abfallbehandlung

Produkt und Verpackung müssen gemäß lokalen und nationalen Vorschriften entsorgt werden. Kann verbrannt werden. Nicht verbrauchtes Produkt kann zur Rückgewinnung zurückgegeben werden.

14. Angaben zum Transport

Nicht als gefährlich eingestuft gemäß Vorschriften für den Luft- (ICAO/IATA), See- (IMDG), Straßen- (ADR) oder Schienenverkehr (RID)

14.1 UN-Nummer

Nicht relevant.

14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung.

Nicht relevant.

14.3 Transportgefahrenklasse

Nicht relevant.

14.4 Verpackungsgruppe

Nicht relevant.

Sicherheitsdatenblatt

Mai 2018

Seite 5 von 5

15. Rechtsvorschriften

14.5 Umweltgefährdung

Nicht relevant.

14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

Nicht relevant.

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch

Das Produkt ist nicht genehmigungspflichtig gemäß REACH.

Alle Bestandteile werden im TSCA Inventory (TSCA-Bestandsverzeichnis) aufgeführt. Dieses Produkt ist als allgemein wassergefährdend (awg) bewertet, gemäß der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV), April 2017.

15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung

Für diesen Stoff wurde eine chemische Sicherheitsbeurteilung durchgeführt.

16. Sonstige Angaben

Erstellt nach Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 Anhang II, geändert durch Verordnung (EG) Nr. 453/2010 und den OSHA-Gefahrenkommunikationsnormen.

16.1 Änderungen seit der letzten Ausgabe:

Aktualisierung zum Abschnitt 5 und 15.

Die in diesem Sicherheitsdatenblatt enthaltenen Angaben sind nach unserem besten Wissen und Informationsstand bei Drucklegung korrekt. Das Sicherheitsdatenblatt soll das Produkt nur in Bezug auf die Arbeitsschutz- und Umweltaanforderungen beschreiben und sollte nicht als Gewährleistung spezifischer Produktmerkmale angesehen werden.

SAFETY DATA SHEET

SECTION 1 IDENTIFICATION

PRODUCT

Product Name: MOBIL SHC GREASE 460 WT
Product Description: Synthetic Base Stocks and Additives
SDS Number: 20401
Product Code: 2015A0209710
Intended Use: Grease

COMPANY IDENTIFICATION

Supplier:	Imperial Oil Downstream P.O. Box 2480, Station M Calgary, ALBERTA T2P 3M9	Canada
24 Hour Emergency Telephone		1-866-232-9563
Transportation Emergency Phone Number		1-866-232-9563
Product Technical Information		1-800-268-3183
Supplier General Contact		1-800-567-3776

SECTION 2 HAZARD IDENTIFICATION

This material is considered to be hazardous according to regulatory guidelines.

This product has been classified in accordance with hazard criteria of the Hazardous Products Regulations (HPR) SOR/2015-17 and the SDS contains all the information required by the HPR SOR/2015-17.

CLASSIFICATION:

Reproductive Toxicity (Developmental) — Category 1B
 Reproductive Toxicity (Fertility) — Category 1B

LABEL:

Pictogram:



Signal Word: Danger

Hazard Statements:

H360: May damage fertility or the unborn child.



Product Name: MOBIL SHC GREASE 460 WT
 Revision Date: 29 Nov 2018
 Page 2 of 10

Precautionary Statements:

P201: Obtain special instructions before use. P202: Do not handle until all safety precautions have been read and understood. P280: Wear protective gloves and protective clothing. P308 + P313: IF exposed or concerned: Get medical advice/attention. P405: Store locked up. P501: Dispose of contents and container in accordance with local regulations.

Contains: 5-NONYL-SALICYLALDOXIME

Other hazard information:

Health Hazards Not Otherwise Classified: None as defined under HPR SOR/2015-17.

Physical Hazards Not Otherwise Classified: None as defined under HPR SOR/2015-17.

PHYSICAL / CHEMICAL HAZARDS

No significant hazards.

HEALTH HAZARDS

High-pressure injection under skin may cause serious damage. Excessive exposure may result in eye, skin, or respiratory irritation.

ENVIRONMENTAL HAZARDS

No significant hazards.

NFPA Hazard ID: Health: 0 Flammability: 1 Reactivity: 0
HMIS Hazard ID: Health: 0* Flammability: 1 Reactivity: 0

NOTE: This material should not be used for any other purpose than the intended use in Section 1 without expert advice. Health studies have shown that chemical exposure may cause potential human health risks which may vary from person to person.

SECTION 3 COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS

This material is defined as a mixture.

Hazardous Substance(s) or Complex Substance(s) in Hazardous product

Name	CAS#	Concentration*	GHS Hazard Codes
5-NONYL-SALICYLALDOXIME**	50849-47-3	0.1 - 1%	H315, H318, H317, H360(1B)(D), H360(1B)(F), H400(M factor 10), H410(M factor 10)
ALKENYL SUCCINIC ANHYDRIDE**	19780-11-1	0.1 - 1%	H315, H319(2A), H317, H332
LITHIUM HYDROXIDE MONOHYDRATE**	1310-66-3	0.1 - 1%	H302, H314(1B)
LITHIUM SALT OF ALIPHATIC ACID**	18621-94-8	1 - 5%	H302, H402
METHYLENE BIS(DIBUTYLDITHIOCARBAMATE)**	10254-57-6	1 - 5%	H413

* All concentrations are percent by weight unless ingredient is a gas. Gas concentrations are in percent by volume.



Product Name: MOBIL SHC GREASE 460 WT
Revision Date: 29 Nov 2018
Page 3 of 10

**The exact ingredient concentration or range has been withheld as a trade secret.

SECTION 4 FIRST-AID MEASURES

INHALATION

Under normal conditions of intended use, this material is not expected to be an inhalation hazard.

SKIN CONTACT

Wash contact areas with soap and water. Remove contaminated clothing. Launder contaminated clothing before reuse. If product is injected into or under the skin, or into any part of the body, regardless of the appearance of the wound or its size, the individual should be evaluated immediately by a physician as a surgical emergency. Even though initial symptoms from high pressure injection may be minimal or absent, early surgical treatment within the first few hours may significantly reduce the ultimate extent of injury.

EYE CONTACT

Flush thoroughly with water. If irritation occurs, get medical assistance.

INGESTION

First aid is normally not required. Seek medical attention if discomfort occurs.

SECTION 5 FIRE-FIGHTING MEASURES

EXTINGUISHING MEDIA

Appropriate Extinguishing Media: Use water fog, foam, dry chemical or carbon dioxide (CO₂) to extinguish flames.

Inappropriate Extinguishing Media: Straight streams of water

FIRE FIGHTING

Fire Fighting Instructions: Evacuate area. Prevent run-off from fire control or dilution from entering streams, sewers or drinking water supply. Fire-fighters should use standard protective equipment and in enclosed spaces, self-contained breathing apparatus (SCBA). Use water spray to cool fire exposed surfaces and to protect personnel.

Hazardous Combustion Products: Aldehydes, Incomplete combustion products, Oxides of carbon, Smoke, Fume, Sulphur oxides

FLAMMABILITY PROPERTIES

Flash Point [Method]: >204°C (400°F) [EST. FOR OIL, ASTM D-92 (COC)]

Flammable Limits (Approximate volume % in air): LEL: N/D UEL: N/D

Autoignition Temperature: N/D

SECTION 6 ACCIDENTAL RELEASE MEASURES



Product Name: MOBIL SHC GREASE 460 WT
 Revision Date: 29 Nov 2018
 Page 4 of 10

NOTIFICATION PROCEDURES

In the event of a spill or accidental release, notify relevant authorities in accordance with all applicable regulations.

PROTECTIVE MEASURES

Avoid contact with spilled material. See Section 5 for fire fighting information. See the Hazard Identification Section for Significant Hazards. See Section 4 for First Aid Advice. See Section 8 for advice on the minimum requirements for personal protective equipment. Additional protective measures may be necessary, depending on the specific circumstances and/or the expert judgment of the emergency responders.

SPILL MANAGEMENT

Land Spill: Scrape up spilled material with shovels into a suitable container for recycle or disposal.

Water Spill: Stop leak if you can do so without risk. Confine the spill immediately with booms. Warn other shipping. Skim from surface

Water spill and land spill recommendations are based on the most likely spill scenario for this material; however, geographic conditions, wind, temperature, (and in the case of a water spill) wave and current direction and speed may greatly influence the appropriate action to be taken. For this reason, local experts should be consulted. Note: Local regulations may prescribe or limit action to be taken.

ENVIRONMENTAL PRECAUTIONS

Prevent entry into waterways, sewers, basements or confined areas.

SECTION 7 HANDLING AND STORAGE

HANDLING

Avoid all personal contact. Prevent small spills and leakage to avoid slip hazard.

Static Accumulator: This material is not a static accumulator.

STORAGE

Do not store in open or unlabelled containers.

SECTION 8 EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION

EXPOSURE LIMIT VALUES

Substance Name	Form	Limit/Standard		Note	Source
LITHIUM HYDROXIDE MONOHYDRATE**		Ceiling	1 mg/m3		OARS WEEL

NOTE: Limits/standards shown for guidance only. Follow applicable regulations.

ENGINEERING CONTROLS



The level of protection and types of controls necessary will vary depending upon potential exposure conditions. Control measures to consider:

No special requirements under ordinary conditions of use and with adequate ventilation.

PERSONAL PROTECTION

Personal protective equipment selections vary based on potential exposure conditions such as applications, handling practices, concentration and ventilation. Information on the selection of protective equipment for use with this material, as provided below, is based upon intended, normal usage.

Respiratory Protection: If engineering controls do not maintain airborne contaminant concentrations at a level which is adequate to protect worker health, an approved respirator may be appropriate. Respirator selection, use, and maintenance must be in accordance with regulatory requirements, if applicable. Types of respirators to be considered for this material include:

No protection is ordinarily required under normal conditions of use and with adequate ventilation.

For high airborne concentrations, use an approved supplied-air respirator, operated in positive pressure mode. Supplied air respirators with an escape bottle may be appropriate when oxygen levels are inadequate, gas/vapour warning properties are poor, or if air purifying filter capacity/rating may be exceeded.

Hand Protection: Any specific glove information provided is based on published literature and glove manufacturer data. Glove suitability and breakthrough time will differ depending on the specific use conditions. Contact the glove manufacturer for specific advice on glove selection and breakthrough times for your use conditions. Inspect and replace worn or damaged gloves. The types of gloves to be considered for this material include:

Chemical resistant gloves are recommended.

Eye Protection: If contact is likely, safety glasses with side shields are recommended.

Skin and Body Protection: Any specific clothing information provided is based on published literature or manufacturer data. The types of clothing to be considered for this material include:

Chemical/oil resistant clothing is recommended.

Specific Hygiene Measures: Always observe good personal hygiene measures, such as washing after handling the material and before eating, drinking, and/or smoking. Routinely wash work clothing and protective equipment to remove contaminants. Discard contaminated clothing and footwear that cannot be cleaned. Practise good housekeeping.

ENVIRONMENTAL CONTROLS

Comply with applicable environmental regulations limiting discharge to air, water and soil. Protect the environment by applying appropriate control measures to prevent or limit emissions.

SECTION 9 PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Note: Physical and chemical properties are provided for safety, health and environmental considerations only and may not fully represent product specifications. Contact the Supplier for additional information.

GENERAL INFORMATION



Product Name: MOBIL SHC GREASE 460 WT
 Revision Date: 29 Nov 2018
 Page 6 of 10

Physical State: Solid
Form: Semi-fluid
Colour: Red
Odour: Characteristic
Odour Threshold: N/D

IMPORTANT HEALTH, SAFETY, AND ENVIRONMENTAL INFORMATION

Relative Density (at 15 °C): 0.9
Flammability (Solid, Gas): N/A
Flash Point [Method]: >204°C (400°F) [EST. FOR OIL, ASTM D-92 (COC)]
Flammable Limits (Approximate volume % in air): LEL: N/D UEL: N/D
Autoignition Temperature: N/D
Boiling Point / Range: > 316°C (600°F) [Estimated]
Decomposition Temperature: N/D
Vapour Density (Air = 1): N/D
Vapour Pressure: < 0.013 kPa (0.1 mm Hg) at 20°C [Estimated]
Evaporation Rate (n-butyl acetate = 1): N/D
pH: N/A
Log Pow (n-Octanol/Water Partition Coefficient): N/A
Solubility in Water: Negligible
Viscosity: 460 cSt (460 mm²/sec) at 40°C | >16 cSt (16 mm²/sec) at 100°C
Oxidizing Properties: See Hazards Identification Section.

OTHER INFORMATION

Freezing Point: N/D
Melting Point: N/D

NOTE: Most physical properties above are for the oil component in the material.

SECTION 10 STABILITY AND REACTIVITY

STABILITY: Material is stable under normal conditions.

CONDITIONS TO AVOID: Excessive heat. High energy sources of ignition.

MATERIALS TO AVOID: Strong oxidizers

HAZARDOUS DECOMPOSITION PRODUCTS: Material does not decompose at ambient temperatures.

POSSIBILITY OF HAZARDOUS REACTIONS: Hazardous polymerization will not occur.

SECTION 11 TOXICOLOGICAL INFORMATION

INFORMATION ON TOXICOLOGICAL EFFECTS

Hazard Class	Conclusion / Remarks
Inhalation	
Acute Toxicity: No end point data for	Minimally Toxic. Based on assessment of the components.



Product Name: MOBIL SHC GREASE 460 WT
 Revision Date: 29 Nov 2018
 Page 7 of 10

material.	
Irritation: No end point data for material.	Negligible hazard at ambient/normal handling temperatures.
Ingestion	
Acute Toxicity: No end point data for material.	Minimally Toxic. Based on assessment of the components.
Skin	
Acute Toxicity: No end point data for material.	Minimally Toxic. Based on assessment of the components.
Skin Corrosion/Irritation: No end point data for material.	Negligible irritation to skin at ambient temperatures. Based on assessment of the components.
Eye	
Serious Eye Damage/Irritation: No end point data for material.	May cause mild, short-lasting discomfort to eyes. Based on assessment of the components.
Sensitisation	
Respiratory Sensitization: No end point data for material.	Not expected to be a respiratory sensitizer.
Skin Sensitization: Data available.	Not expected to be a skin sensitizer. Based on test data for the material. Test(s) equivalent or similar to OECD Guideline 406 429
Aspiration: Data available.	Not expected to be an aspiration hazard. Based on physico-chemical properties of the material.
Germ Cell Mutagenicity: No end point data for material.	Not expected to be a germ cell mutagen. Based on assessment of the components.
Carcinogenicity: No end point data for material.	Not expected to cause cancer. Based on assessment of the components.
Reproductive Toxicity: No end point data for material.	Contains a substance that may be a reproductive toxicant. Based on assessment of the components.
Lactation: No end point data for material.	Not expected to cause harm to breast-fed children.
Specific Target Organ Toxicity (STOT)	
Single Exposure: No end point data for material.	Not expected to cause organ damage from a single exposure.
Repeated Exposure: No end point data for material.	Not expected to cause organ damage from prolonged or repeated exposure. Based on assessment of the components.

TOXICITY FOR SUBSTANCES

NAME	ACUTE TOXICITY
LITHIUM SALT OF ALIPHATIC ACID**	Oral Lethality: LD 50 1098 mg/kg (Rat)

OTHER INFORMATION

For the product itself:

Component concentrations in this formulation would not be expected to cause skin sensitization, based on tests of the components, this formulation, or similar formulations.

Contains:

Synthetic base oils: Not expected to cause significant health effects under conditions of normal use, based on laboratory studies with the same or similar materials. Not mutagenic or genotoxic. Not sensitising in test animals and humans.



Product Name: MOBIL SHC GREASE 460 WT
 Revision Date: 29 Nov 2018
 Page 8 of 10

CMR Status: None.

--REGULATORY LISTS SEARCHED--

- | | | |
|-------------|---------------|--------------|
| 1 = IARC 1 | 3 = IARC 2B | 5 = ACGIH A1 |
| 2 = IARC 2A | 4 = ACGIH ALL | 6 = ACGIH A2 |

SECTION 12 ECOLOGICAL INFORMATION

The information given is based on data for the material, components of the material, or for similar materials, through the application of bridging principals.

ECOTOXICITY

Material -- Not expected to be harmful to aquatic organisms.

MOBILITY

Base oil component -- Low solubility and floats and is expected to migrate from water to the land. Expected to partition to sediment and wastewater solids.

ECOLOGICAL DATA

Ecotoxicity

Test	Duration	Organism Type	Test Results
Aquatic - Acute Toxicity	96 hour(s)	Brachydanio rerio	NOELR 103 mg/l: data for the material
Aquatic - Acute Toxicity	48 hour(s)	Ceriodaphnia dubia	EL50 105 mg/l: data for the material
Aquatic - Acute Toxicity	72 hour(s)	Pseudokirchneriella subcapitata	ErL50 105 mg/l: data for the material
Aquatic - Chronic Toxicity	28 day(s)	Brachydanio rerio	NOELR 1.2 mg/l: data for the material
Aquatic - Chronic Toxicity	6 day(s)	Ceriodaphnia dubia	NOELR 1.1 mg/l: data for the material
Aquatic - Chronic Toxicity	72 hour(s)	Pseudokirchneriella subcapitata	NOELR 105 mg/l: data for the material

SECTION 13 DISPOSAL CONSIDERATIONS

Disposal recommendations based on material as supplied. Disposal must be in accordance with current applicable laws and regulations, and material characteristics at time of disposal.

DISPOSAL RECOMMENDATIONS

Product is suitable for burning in an enclosed controlled burner for fuel value or disposal by supervised incineration at very high temperatures to prevent formation of undesirable combustion products.



Product Name: MOBIL SHC GREASE 460 WT
 Revision Date: 29 Nov 2018
 Page 9 of 10

REGULATORY DISPOSAL INFORMATION

Empty Container Warning Empty Container Warning (where applicable): Empty containers may contain residue and can be dangerous. Do not attempt to refill or clean containers without proper instructions. Empty drums should be completely drained and safely stored until appropriately reconditioned or disposed. Empty containers should be taken for recycling, recovery, or disposal through suitably qualified or licensed contractor and in accordance with governmental regulations. DO NOT PRESSURISE, CUT, WELD, BRAZE, SOLDER, DRILL, GRIND, OR EXPOSE SUCH CONTAINERS TO HEAT, FLAME, SPARKS, STATIC ELECTRICITY, OR OTHER SOURCES OF IGNITION. THEY MAY EXPLODE AND CAUSE INJURY OR DEATH.

SECTION 14 TRANSPORT INFORMATION

LAND (TDG): Not Regulated for Land Transport

LAND (DOT): Not Regulated for Land Transport

SEA (IMDG): Not Regulated for Sea Transport according to IMDG-Code

Marine Pollutant: No

AIR (IATA): Not Regulated for Air Transport

SECTION 15 REGULATORY INFORMATION

CEPA: Contains one or more components that are on the NDSL and have been notified under CEPA.

Listed or exempt from listing/notification on the following chemical inventories (May contain substance(s) subject to notification to the EPA Active TSCA inventory prior to import to USA): IECSC, TCSI, TSCA

Special Cases:

Inventory	Status
AICS	Restrictions Apply
ENCS	Restrictions Apply
KECI	Restrictions Apply
NDSL	Restrictions Apply

The Following Ingredients are Cited on the Lists Below: None.



Product Name: MOBIL SHC GREASE 460 WT
Revision Date: 29 Nov 2018
Page 10 of 10

--REGULATORY LISTS SEARCHED--

1 = TSCA 4
2 = TSCA 5a2
3 = TSCA 5e
4 = TSCA 6
5 = TSCA 12b
6 = NPRI

SECTION 16 OTHER INFORMATION

N/D = Not determined, N/A = Not applicable

KEY TO THE H-CODES CONTAINED IN SECTION 3 OF THIS DOCUMENT (for information only):

H302: Harmful if swallowed; Acute Tox Oral, Cat 4
H314(1B): Causes severe skin burns and eye damage; Skin Corr/Irritation, Cat 1B
H315: Causes skin irritation; Skin Corr/Irritation, Cat 2
H317: May cause allergic skin reaction; Skin Sensitization, Cat 1
H318: Causes serious eye damage; Serious Eye Damage/Irr, Cat 1
H319(2A): Causes serious eye irritation; Serious Eye Damage/Irr, Cat 2A
H332: Harmful if inhaled; Acute Tox Inh, Cat 4
H360(1B)(D): May damage the unborn child; Repro Tox, Cat 1B (Develop)
H360(1B)(F): May damage fertility; Repro Tox, Cat 1B (Fertility)
H400: Very toxic to aquatic life; Acute Env Tox, Cat 1
H402: Harmful to aquatic life; Acute Env Tox, Cat 3
H410: Very toxic to aquatic life with long lasting effects; Chronic Env Tox, Cat 1
H413: May cause long lasting harmful effects to aquatic life; Chronic Env Tox, Cat 4

THIS SAFETY DATA SHEET CONTAINS THE FOLLOWING REVISIONS:

Updates made in accordance with implementation of GHS requirements.

The information and recommendations contained herein are, to the best of ExxonMobil's knowledge and belief, accurate and reliable as of the date issued. You can contact ExxonMobil to insure that this document is the most current available from ExxonMobil. The information and recommendations are offered for the user's consideration and examination. It is the user's responsibility to satisfy itself that the product is suitable for the intended use. If buyer repackages this product, it is the user's responsibility to insure proper health, safety and other necessary information is included with and/or on the container. Appropriate warnings and safe-handling procedures should be provided to handlers and users. Alteration of this document is strictly prohibited. Except to the extent required by law, re-publication or retransmission of this document, in whole or in part, is not permitted. The term, "ExxonMobil" is used for convenience, and may include any one or more of ExxonMobil Chemical Company, Exxon Mobil Corporation, or any affiliates in which they directly or indirectly hold any interest.

DGN: 7090485 (1028390)

Copyright 2002 ExxonMobil Corporation, All rights reserved



ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs bzw. des Gemischs und des Unternehmens

Produktidentifikatoren

MOUSSEAL®-CF F-30 #2044

Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Verwendung des Stoffs/Gemischs
 Feuerlöschmittel

Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Hersteller	Fabrik chemischer Präparate von Dr. R. Sthamer GmbH & Co. KG
Straße	Liebigstraße 5
Postleitzahl/Ort	D-22113 Hamburg
Land	Deutschland
Telefon	+49 (0)40/736168-0
Telefax	+49 (0)40/736168-60
E-Mail (fachkundige Person)	labor@sthamer.com
Webseite	http://sthamer.com
Auskunft gebender Bereich	Dr. Prall, +49 (0)40/736168-31
Notrufnummer	+49 (0)40/736168-0

Notrufnummer

Giftinformationszentrum-Nord der Universität Göttingen
 Telefon +49 (0)551/19240

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Einstufung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [CLP]
 Das Gemisch ist als nicht gefährlich eingestuft im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [CLP].

Kennzeichnungselemente

Kennzeichnung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [CLP]
 Gefahrenpiktogramme



Das Gemisch ist als nicht gefährlich eingestuft im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [CLP].

Gefahrenhinweise	---	---
Sicherheitshinweise	P262 P280 P301+P330+P331 P303+P361+P353 P305+P351+P338	Nicht in die Augen, auf die Haut oder auf die Kleidung gelangen lassen. Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen. BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen. BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar): Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen/duschen. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.

Sonstige Gefahren

Das Produkt enthält biologisch nicht abbaubare Fluortenside.
 Kann bei Eintritt in Oberflächengewässer die aquatische Fauna schädigen.
 Kann bei Eintritt in die Kanalisation die Bakterienpopulation im Klärwerk schädigen.
 Beim Ansprühen von Personen beachten, dass im Schaum keine Atmungsmöglichkeit besteht.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung / Angaben zu Bestandteilen



Stoffe

--

Gemische

1,2-ETHANDIOL

CAS-Nr.: 107-21-1

EG-Nr.: 203-473-3

REACH-Nr.: 01-2119456816-28-XXXX

Konzentration: < 10%

Einstufung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [CLP]: GHS07-GHS08; Acute Tox. 4-STOT RE 2; H302-H373.8

2-(2-BUTOXYETHOXY)ETHANOL

CAS-Nr.: 112-34-5

EG-Nr.: 203-961-6

REACH-Nr.: 01-2119475104-44-XXXX

Konzentration: < 5%

Einstufung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [CLP]: GHS07; Eye Irrit. 2; H319

FLUROSURFACTANT

Konzentration: < 1%

Das Gemisch ist als nicht gefährlich eingestuft im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [CLP].

Wortlaut der R-, H- und EUH-Sätze: siehe Abschnitt 16.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

Allgemeine Hinweise

Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen.

Gründliche Körperreinigung vornehmen (Dusch- oder Vollbad).

Bei Erbrechen Aspirationsgefahr beachten.

In allen Zweifelsfällen oder wenn Symptome vorhanden sind, ärztlichen Rat einholen.

Nach Einatmen

Für Frischluft sorgen.

Bei Einatmen von Sprühnebeln einen Arzt konsultieren und Verpackung oder Etikett vorzeigen.

Bei Hautkontakt

Sofort abwaschen mit: Wasser

Nach Augenkontakt

Bei Berührung mit den Augen sofort bei geöffnetem Lidspalt 10 bis 15 Minuten mit fließendem Wasser spülen und Augenarzt aufsuchen.

Nach Verschlucken

KEIN Erbrechen herbeiführen.

Nach Verschlucken den Mund mit reichlich Wasser ausspülen (nur wenn die Person bei Bewusstsein ist) und sofort medizinische Hilfe holen.

Wichtigste akute oder verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

Benommenheit

Übelkeit

Magen-Darm-Beschwerden

Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

Bei Bewusstlosigkeit in stabile Seitenlage bringen und ärztlichen Rat einholen.

BEI VERSCHLUCKEN: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.



ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

Löschmittel

Das Produkt selbst brennt nicht.
Löschmaßnahmen auf die Umgebung abstimmen.

Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

Das Produkt selbst brennt nicht.

Hinweise für die Brandbekämpfung

Kontaminiertes Löschwasser getrennt sammeln. Nicht in die Kanalisation oder Gewässer gelangen lassen.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren

Für ausreichende Lüftung sorgen.

Umweltschutzmaßnahmen

Kanalisation abdecken.
Nicht in den Untergrund/Erdreich gelangen lassen.
Nicht in die Kanalisation oder Gewässer gelangen lassen.

Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

Mechanisch aufnehmen und in geeigneten Behältern zur Entsorgung bringen.
Das aufgenommene Material gemäß Abschnitt Entsorgung behandeln.
Geeignetes Material zum Aufnehmen
Sand
Sägemehl
Chemiebinder, säurehaltig

Verweis auf andere Abschnitte

Sichere Handhabung: siehe Abschnitt 7
Persönliche Schutzausrüstung: siehe Abschnitt 8

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung

Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

Vermeiden von
Hautkontakt
Augenkontakt
Persönliche Schutzausrüstung tragen (siehe Kapitel 8).

Brandschutzmaßnahmen

Das Produkt ist nicht
Brandfördernd
Brennbar
Entzündlich
Explosionsgefährlich
Leichtentzündlich



Keine besonderen Brandschutzmaßnahmen erforderlich.

Umweltschutzmaßnahmen

Schächte und Kanäle sind gegen das Eindringen des Produktes zu schützen.

Siehe Kapitel 8.

Hinweise zur allgemeinen Industriehygiene

Am Arbeitsplatz nicht essen, trinken, rauchen, schnupfen.

Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten**Technische Maßnahmen und Lagerbedingungen**

Nicht aufbewahren bei Temperaturen über: +50°C

Anforderungen an Lagerräume und Behälter

Geeignetes Material für Behälter/Anlagen

Edelstahl

Polyethylen

Ungeeignetes Material für Behälter/Anlagen

Aluminium

Leichtmetall

Kupfer

Zink

Legierung, kupferhaltig

Legierung, leichtmetallhaltig

Eisen.

Stahl

Zusammenlagerungshinweise

Lagerklasse

12: Nicht brennbare Flüssigkeiten

Spezifische Endanwendungen

Schaum-Feuerlöschmittel auf Basis synthetischer Tenside

Nicht zu Reinigungszwecken verwenden.

Empfehlung

Technisches Merkblatt beachten.

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen**Zu überwachende Parameter**

Arbeitsstoff: 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol

CAS-Nr.: 112-34-5

EG-Nr.: 203-961-6

Deutschland

Langzeit-Arbeitsplatzgrenzwert: 10 ppm; Grenzwerttyp (Herkunftsland) AGW (DE)

Kurzzeit-Arbeitsplatzgrenzwert: 15 ppm; Grenzwerttyp (Herkunftsland) Peak (DE)

Spitzenbegrenzung: ---; Grenzwerttyp (Herkunftsland) Ceil (DE)

Europäische Union

Langzeit-Arbeitsplatzgrenzwert: 10 ppm; Grenzwerttyp (Herkunftsland) TWA (EC)

Kurzzeit-Arbeitsplatzgrenzwert: 15 ppm; Grenzwerttyp (Herkunftsland) STEL (EC)

Spitzenbegrenzung: ---; Grenzwerttyp (Herkunftsland) Ceil (EC)



MOUSSEAL® -CF F-30 #2044

Arbeitsstoff: 1,2-Ethandiol

CAS-Nr.: 107-21-1

EG-Nr.: 203-473-3

Deutschland

Langzeit-Arbeitsplatzgrenzwert: 10 ppm; Grenzwerttyp (Herkunftsland) AGW (DE)

Kurzzeit-Arbeitsplatzgrenzwert: 20 ppm; Grenzwerttyp (Herkunftsland) Peak (DE)

Spitzenbegrenzung: ---; Grenzwerttyp (Herkunftsland) Ceil (DE)

Europäische Union

Langzeit-Arbeitsplatzgrenzwert: 20 ppm; Grenzwerttyp (Herkunftsland) TWA (EC)

Kurzzeit-Arbeitsplatzgrenzwert: 40 ppm; Grenzwerttyp (Herkunftsland) STEL (EC)

Spitzenbegrenzung: ---; Grenzwerttyp (Herkunftsland) Ceil (EC)

Begrenzung und Überwachung der Exposition

Hinweise zur allgemeinen Industriehygiene

Mindeststandards für Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Arbeitsstoffen sind in der TRGS 500 aufgeführt.

Kontakt mit Haut, Augen und Kleidung vermeiden.

Beschmutzte, getränkte Kleidung ausziehen.

Verschmutzte Kleidungsstücke sind vor der Wiederverwendung zu waschen.

Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen.

Hautpflegeprodukte nach der Arbeit verwenden.

Augen-/Gesichtsschutz

Geeigneter Augenschutz

Gestellbrille mit Seitenschutz

Korbbrille

Gesichtsschutzschild

Empfohlene Augenschutzfabrikate

DIN EN 166

Handschutz

Geeigneter Handschuhtyp

Stulpenhandschuhe

Geeignetes Material

NBR (Nitrilkautschuk)

Butylkautschuk

Durchdringungszeit (maximale Tragedauer)

120 min.

Empfohlene Handschuhfabrikate

DIN EN 374

Durchbruchzeiten und Quelleigenschaften des Materials sind zu berücksichtigen.

Körperschutz

Körperschutz: nicht erforderlich.

Atemschutz

Normalerweise kein persönlicher Atemschutz notwendig.

Begrenzung und Überwachung der Umweltexposition

Konzentrat den Vorschriften entsprechend (VAwS) lagern.

Konzentrat nicht in die Umwelt gelangen lassen.

Anwendungslösung wenn möglich zurückhalten und nach Verwendung entsorgen.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften



MOUSSEAL® -CF F-30 #2044

Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

Aggregatzustand	:	flüssig		
Farbe	:	gelb	/	braun
pH-Wert	bei °C 20	:	7,5 - 8,5	DIN 19268
Dichte	bei °C 20	:	1,070 - 1,110 g/ml	DIN 12791
Viskosität, kinematisch	bei °C 20	:	< 10 mm ² /s	DIN 51562 Newton
Viskosität, kinematisch	bei °C -30	:	< 80 mm ² /s	DIN 51562 Newton
Stockpunkt	:	-30°C		DIN ISO 3016
Siedebeginn und Siedebereich	:	> 100°C		DIN 51751
Wasserlöslichkeit (g/L)	:	vollständig mischbar		OECD 105
Flammpunkt	:	Kein Flammpunkt bis 100 °C.		

Physikalische Gefahren

Beim Ansprühen von Personen beachten, dass im Schaum keine Atmungsmöglichkeit besteht.

Sonstige Angaben

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

Reaktivität

Zu vermeidende Stoffe

- Alkalien (Laugen), konzentriert
- Alkalimetalle
- Säure, konzentriert
- Oxidationsmittel, stark
- Reduktionsmittel, stark
- Säurehalogenide

Chemische Stabilität

Es sind keine besonderen Maßnahmen erforderlich.

Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Es sind keine besonderen Maßnahmen erforderlich.

Zu vermeidende Bedingungen

Nicht aufbewahren bei Temperaturen über: +50°C

Unverträgliche Materialien

Siehe Abschnitt 7. Es sind keine darüber hinausgehenden Maßnahmen erforderlich.

Gefährliche Zersetzungsprodukte

- Pyrolyseprodukte, fluorhaltig
- Fluorierte Kohlenwasserstoffe
- Fluorwasserstoffsäure

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

Angaben zum Gemisch

Test wurde mit einer ähnlichen Zubereitung/Mischung durchgeführt.

Nicht humantoxikologische Daten



MOUSSEAL® -CF F-30 #2044

Akute orale Toxizität

LD50	> 2000 mg/kg	Die orale akute Toxizität entspricht der GHS-Kategorie 5.
Spezies	Ratte	
Methode	OECD 420	Test wurde mit einer ähnlichen Formulierung durchgeführt.

Akute dermale Toxizität

Das Produkt wurde nicht geprüft.

Akute inhalative Toxizität

Das Produkt wurde nicht geprüft.

Reizung und Ätzwirkung

Ätz-/Reizwirkung auf die Haut

nicht reizend.

Spezies	---
Methode	Das Produkt wurde nicht geprüft. Test wurde mit einer ähnlichen Zubereitung/Mischung durchgeführt.

Augenschädigung/-reizung

nicht reizend.

Spezies	---
Methode	Das Produkt wurde nicht geprüft. Test wurde mit einer ähnlichen Zubereitung/Mischung durchgeführt.

Reizung der Atemwege

Das Produkt wurde nicht geprüft.

Sensibilisierung der Atemwege/Haut

Das Produkt wurde nicht geprüft.

Toxizität bei wiederholter Verabreichung

Das Produkt wurde nicht geprüft.

Karzinogenität

Das Produkt wurde nicht geprüft.

In-vivo-Mutagenität/Genotoxizität

Das Produkt wurde nicht geprüft.

Reproduktionstoxizität

Das Produkt wurde nicht geprüft.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

Toxizität

Akute (kurzfristige) Fischtoxizität

Wirkdosis	LC50	> 100 < 1000* mg/L
Expositionsdauer		: 96 h
Spezies		: Leuciscus idus (Goldorfe)
Methode		: OECD 203

Akute (kurzfristige) Toxizität für Krebstiere

Wirkdosis	EC50	> 1000* mg/L
Expositionsdauer		: 48 h



MOUSSEAL®-CF F-30 #2044

Spezies : Daphnia magna (Großer Wasserfloh)
 Methode : OECD 202

Akute (kurzfristige) Toxizität für Algen und Cyanobakterien

Wirkdosis EC50 : > 10 < 100* mg/L
 Expositionsdauer : 72 h
 Spezies : Scenedesmus subspicatus
 Methode : OECD 201

Verhalten in Kläranlagen

Methode : Atmungshemmung von kommunalem Belebtschlamm.
 5000* mg/L ► Konzentration : 100% Verdünnung : > 200*
 Das Produkt enthält biologisch nicht abbaubare Fluortenside.
 Ein Teil der Komponenten ist schwer biologisch abbaubar.

Bemerkung

Lokale Entwässerungsbestimmungen beachten.
 Spezielle Vorbehandlungen sind erforderlich.

* Die Aussage wurde von Produkten ähnlicher Struktur oder Zusammensetzung abgeleitet.

Persistenz und Abbaubarkeit

Biologischer Abbau

Leicht biologisch abbaubar (nach OECD-Kriterien).
 Zusätzliche Hinweise : Das Produkt enthält biologisch nicht abbaubare Fluortenside.
 Abbaurrate (%) : > 70%*
 Testdauer : 28 d
 Analysemethode : BSB (% des CSB).
 Methode : OECD 302B/ ISO 9888/ EEC 92/69/V, C.9
 Art : Aerobische biologische Behandlung

Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)

< 500000* mg*O2/L ► Konzentration : 100% Methode DIN EN 38409-H41-1

Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB)

< 400000* mg*O2/L ► Konzentration : 100% Methode DIN EN 1899-1 Testdauer 5 d

BSB5/CSB-Quotient

80%

* Die Aussage wurde von Produkten ähnlicher Struktur oder Zusammensetzung abgeleitet.

Bioakkumulationspotenzial

1,2-ETHANDIOL: Kein Hinweis auf Bioakkumulationspotential.
 2-(2-BUTOXYETHOXY)ETHANOL: Kein Hinweis auf Bioakkumulationspotential.
 FLUROSURFACTANT: Kein Hinweis auf Bioakkumulationspotential.

Mobilität im Boden

Bei einem Eindringen in den Erdboden ist das Produkt mobil und kann das Grundwasser verunreinigen.

Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

1,2-ETHANDIOL: Dieser Stoff erfüllt nicht die PBT-/vPvB-Kriterien der REACH-Verordnung, Annex XIII.
 2-(2-BUTOXYETHOXY)ETHANOL: Dieser Stoff erfüllt nicht die PBT-/vPvB-Kriterien der REACH-Verordnung, Annex XIII.
 FLUROSURFACTANT: Dieser Stoff erfüllt nicht die PBT-/vPvB-Kriterien der REACH-Verordnung, Annex XIII.



Andere schädliche Wirkungen

Das Produkt enthält biologisch nicht abbaubare Fluortenside.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

Verfahren der Abfallbehandlung

Entsorgung gemäß Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG).
Entsorgung gemäß den behördlichen Vorschriften.

Vorschlagsliste für Abfallschlüssel/Abfallbezeichnungen gemäß EAKV

Abfallschlüssel Produkt

- 16 ABFÄLLE, DIE NICHT ANDERSWO IM VERZEICHNIS AUFGEFÜHRT SIND
- 1610 Wässrige flüssige Abfälle zur externen Behandlung
- 161001* wässrige flüssige Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten

Abfallschlüssel Verpackung

- 15 VERPACKUNGSABFALL, AUFSAUGMASSEN, WISCHTÜCHER, FILTERMATERIALIEN UND SCHUTZKLEIDUNG (a. n. g.)
- 1501 Verpackungen (einschließlich getrennt gesammelter kommunaler Verpackungsabfälle)
- 150110* Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind

Bemerkung

Übergabe an zugelassenes Entsorgungsunternehmen.
Unter Beachtung behördlicher Vorschriften einer Sonderabfallverbrennung zuführen.
Unter Beachtung der behördlichen Vorschriften beseitigen.

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

UN-Nummer

keine/keiner

Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung

nicht anwendbar

Transportgefahrenklassen

Landtransport (ADR/RID)
Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
Binnenschifftransport (ADN)
Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
Seeschifftransport (IMDG)
Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
Lufttransport (ICAO-TI / IATA-DGR)
Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

Verpackungsgruppe

nicht anwendbar

Umweltgefahren

keine/keiner
Marine pollutant : No

Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

keine/keiner



Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens 73/78 und gemäß IBC-Code

nicht anwendbar

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch

EU-Vorschriften

Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen.
nicht anwendbar

Verordnung (EG) Nr. 304/2003 des europäischen Parlamentes und des Rates über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien
nicht anwendbar

PCB-Richtlinie (96/59/EG)
nicht anwendbar

Verordnung (EG) Nr. 648/2004 über Detergenzien
Die in dieser Zubereitung enthaltenen Tenside erfüllen die Bedingungen der biologischen Abbaubarkeit wie sie in der Verordnung (EG) Nr. 648/2004 über Detergenzien festgelegt sind.

Angaben zur Richtlinie 1999/13/EG über die Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC-RL)
Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) in Gewichtsprozent: max. 5

Verordnung (EG) Nr. 842/2006 über bestimmte fluorierte Treibhausgase (Chemikalien-Ozonschichtverordnung)
nicht anwendbar

Nationale Vorschriften

Störfallverordnung
Unterliegt nicht der StörfallVO.

Wassergefährdungsklasse (WGK)
schwach wassergefährdend (WGK 1)
Selbsteinstufung gemäß AwSV (Gemisch).

Anhang Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV)
nicht anwendbar

Stoffsicherheitsbeurteilung

Stoffsicherheitsbeurteilungen für Stoffe in dieser Mischung wurden nicht durchgeführt.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

Das im Sicherheitsdatenblatt beschriebene Produkt darf nur zum vorgesehenen Zweck verwendet werden. Bei Übungen sind die Empfehlungen des BMU/LAWA Fachausschusses zu beachten. Die Angaben stützen sich auf den heutigen Stand unserer Kenntnisse und dienen dazu, das Produkt im Hinblick auf die zu treffenden Sicherheitsvorkehrungen zu beschreiben. Sie stellen jedoch keine Zusicherung von Produkteigenschaften dar und begründen kein vertragliches Rechtsverhältnis.

Für weitere Informationen bitte auch unsere Internetseiten zu Rate ziehen: www.sthamer.com

Die Angaben in diesem Sicherheitsdatenblatt entsprechen nach bestem Wissen unseren Erkenntnissen bei Drucklegung. Die Informationen sollen Ihnen Anhaltspunkte für den sicheren Umgang mit dem in diesem Sicherheitsdatenblatt genannten Produkt bei Lagerung, Verarbeitung, Transport und Entsorgung geben. Die Angaben sind nicht übertragbar auf andere Produkte. Soweit das Produkt mit anderen Materialien vermengt, vermischt oder



MOUSSEAL® -CF F-30 #2044

verarbeitet wird, oder einer Bearbeitung unterzogen wird, können die Angaben in diesem Sicherheitsdatenblatt, soweit sich hieraus nicht ausdrücklich etwas anderes ergibt, nicht auf das so gefertigte neue Material übertragen werden.

Wortlaut der R-, H- und EUH-Sätze (Nummer und Volltext)

- | | |
|--------|---|
| H302 | Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. |
| H319 | Verursacht schwere Augenreizung. |
| H373.8 | Kann die Nieren bei längerer oder wiederholter Exposition durch Verschlucken schädigen. |

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) und Verordnung (EU) Nr. 2015/830



NYROSTEN N 113 (AEROSOL)

Materialnummer N113

Überarbeitet am: 5.2.2016
Version: 5

Sprache: de-DE

Gedruckt: 22.2.2016
Seite: 1 von 10

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs beziehungsweise des Gemischs und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Handelsname: NYROSTEN N 113 (AEROSOL)
Druckgaspackungen 500 ml

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Allgemeine Verwendung: Drahtseilpflegemittel

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Firmenbezeichnung: NYROSTEN Korrosionsschutzmittel GmbH + Co.
Straße/Postfach: Marktweg 71
PLZ, Ort: 47608 Geldern
Deutschland
WWW: www.nyrosten.de
E-Mail: info@nyrosten.de
Telefon: +49 (0) 2831 9245-6
Telefax: +49 (0) 2831 89793

Auskunft gebender Bereich:
Dr. Edgar Schöps,
Telefon: +49 (0) 2831 9245-6, E-Mail: msds@nyrosten.de

1.4 Notrufnummer

Telefon: +49 (0) 2831 9245-6
Diese Nummer ist nur zu Bürozeiten besetzt.

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Einstufung gemäß EG-Verordnung 1272/2008 (CLP)

Aerosol 1; H222; H229 Extrem entzündbares Aerosol.
STOT RE 1; H372 Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition.
(EUH066) Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.
Aquatic Chronic 3; H412 Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

2.2 Kennzeichnungselemente

Kennzeichnung (CLP)



Signalwort: **Gefahr**

Gefahrenhinweise: H222 Extrem entzündbares Aerosol.
H229 Behälter steht unter Druck: Kann bei Erwärmung bersten.
H372 Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition.
H412 Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
EUH066 Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) und Verordnung (EU) Nr. 2015/830



NYROSTEN N 113 (AEROSOL)

Materialnummer N113

Überarbeitet am: 5.2.2016
Version: 5

Sprache: de-DE

Gedruckt: 22.2.2016
Seite: 2 von 10

- Sicherheitshinweise:
- P102 Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.
 - P210 Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellenarten fernhalten. Nicht rauchen.
 - P211 Nicht gegen offene Flamme oder andere Zündquelle sprühen.
 - P251 Nicht durchstechen oder verbrennen, auch nicht nach Gebrauch.
 - P260 Aerosol nicht einatmen.
 - P304+P340 BEI EINATMEN: Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen.
 - P410+P412 Vor Sonnenbestrahlung schützen. Nicht Temperaturen über 50 °C/122 °F aussetzen.
 - P501 Inhalt/Behälter der Problemabfallentsorgung zuführen.

Besondere Kennzeichnung

Hinweistext für Etiketten: Enthält: Kohlenwasserstoffe, C10-C13, n-Alkane, Isoalkane, Cyclene, Aromaten (2-25%)

2.3 Sonstige Gefahren

Es können narkotische Effekte entstehen. Erstickend in hohen Konzentrationen.
Erhitzen über 50 °C führt zu Drucksteigerung: Berst- und Explosionsgefahr.
Dämpfe bilden mit Luft explosionsfähige Gemische, die schwerer als Luft sind.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung / Angaben zu Bestandteilen

3.1 Stoffe: nicht anwendbar

3.2 Gemische

Chemische Charakterisierung:

Gemisch aus nachfolgend angeführten Stoffen mit ungefährlichen Beimengungen.

Gefährliche Inhaltsstoffe:

Inhaltsstoff	Bezeichnung	Gehalt	Einstufung
REACH 01-2119472128-37-xxxx EG-Nr. 204-065-8 CAS 115-10-6	Dimethylether	10 - 30 %	Flam. Gas 1; H220. Liquef. Gas; H280.
REACH 01-2119473977-17-xxxx EG-Nr. 919-164-8 CAS -	Kohlenwasserstoffe, C10-C13, n-Alkane, Isoalkane, Cyclene, Aromaten (2-25%) (Benzol-Gehalt < 0,1%)	40 - 70 %	STOT RE 1; H372. Asp. Tox. 1; H304. Aquatic Chronic 3; H412. (EUH066).

Wortlaut der H- und EUH-Gefahrenhinweise: siehe unter Abschnitt 16.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

- Allgemeine Hinweise: Ersthelfer: Auf Selbstschutz achten!
- Nach Einatmen: Betroffenen an die frische Luft bringen; falls erforderlich, Gerätebeatmung bzw. Sauerstoffzufuhr. Arzt hinzuziehen.
- Nach Hautkontakt: Bei Berührung mit der Haut sofort mit viel Wasser und Seife abspülen.
Bei Hautreaktionen Arzt aufsuchen.
- Nach Augenkontakt: Sofort bei geöffnetem Lidspalt 10 bis 15 Minuten mit fließendem Wasser spülen. Bei auftretenden oder anhaltenden Beschwerden Augenarzt aufsuchen.
- Nach Verschlucken: Mund ausspülen. Niemals darf einem Bewusstlosen etwas über den Mund verabreicht werden. Kein Erbrechen herbeiführen. Sofort Arzt hinzuziehen.

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) und Verordnung (EU) Nr. 2015/830

NYROSTEN N 113 (AEROSOL)

Materialnummer N113



Überarbeitet am: 5.2.2016
Version: 5

Sprache: de-DE

Gedruckt: 22.2.2016
Seite: 3 von 10

4.2 Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition.
Dämpfe in hoher Konzentration haben betäubende Wirkung.
Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

Symptomatische Behandlung.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

Geeignete Löschmittel: Wassersprühstrahl, alkoholbeständiger Schaum, Trockenlöschpulver, Kohlendioxid.
Bei größeren Bränden: Wassersprühstrahl oder alkoholbeständiger Schaum.

Aus Sicherheitsgründen ungeeignete Löschmittel:
Wasservollstrahl.

5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

Extrem entzündbares Aerosol. Dämpfe können mit Luft explosionsfähige Gemische bilden. Im Brandfall können gefährliche Brandgase und Dämpfe entstehen.
Ferner können entstehen: Kohlenmonoxid und Kohlendioxid.

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung

Besondere Schutzausrüstung bei der Brandbekämpfung:

Umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät und Feuerschutzkleidung tragen.

Zusätzliche Hinweise:

Erhitzen führt zu Druckerhöhung und Berstgefahr.
Gefährdete Behälter mit Sprühwasser kühlen und nach Möglichkeit aus der Gefahrenzone ziehen.
Kontaminiertes Löschwasser getrennt sammeln. Löschwasser nicht in Kanalisation, Erdreich oder Gewässer gelangen lassen.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren

Ungeschützte Personen fernhalten. Alle Zündquellen entfernen, wenn gefahrlos möglich.
Geeignete Schutzausrüstung tragen.
Für ausreichende Lüftung sorgen. Substanzkontakt vermeiden. Dampf/Aerosol nicht einatmen.
Bei Einwirkungen von Dämpfen, Stäuben und Aerosolen ist Atemschutz zu verwenden.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen

Eindringen in Erdreich, Gewässer oder Kanalisation verhindern.

6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

Ausgetretenes Material mit unbrennbarem Aufsaugmittel (z.B. Sand, Erde, Vermiculite, Kieselgur) eingrenzen und zur Entsorgung nach den örtlichen Bestimmungen in den dafür vorgesehenen Behältern sammeln (siehe Abschnitt 13).

Zusätzliche Hinweise:

Explosionssgeschützte Geräte und funkenfreie Werkzeuge verwenden.
Dämpfe bilden mit Luft explosionsfähige Gemische, die schwerer als Luft sind. Sie wälzen sich am Boden entlang und können bei Zündung über weite Strecken zurückschlagen.

Besondere Rutschgefahr durch auslaufendes/verschüttetes Produkt.

6.4 Verweis auf andere Abschnitte

Siehe ergänzend Abschnitt 8 und 13.

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) und Verordnung (EU) Nr. 2015/830



NYROSTEN N 113 (AEROSOL)

Materialnummer N113

Überarbeitet am: 5.2.2016
Version: 5

Sprache: de-DE

Gedruckt: 22.2.2016
Seite: 4 von 10

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung

7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

Hinweise zum sicheren Umgang:

Für gute Be- und Entlüftung von Lager und Arbeitsplatz sorgen. Bei unzureichender Belüftung Atemschutz.
Aerosole und/oder Dämpfe in höheren Konzentrationen an der Arbeitsstätte absaugen. Die Luftbewegung muss von den Personen weg erfolgen.
Die Wirksamkeit der Anlagen muss in regelmäßigen Abständen überprüft werden.
Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden. Geeignete Schutzausrüstung tragen.
Dampf/Aerosol nicht einatmen.

Hinweise zum Brand- und Explosionsschutz:

Behälter steht unter Druck. Vor Sonnenbestrahlung und Temperaturen über 50 °C schützen. Auch nach Gebrauch nicht gewaltsam öffnen oder verbrennen. Nur funkenfreies Werkzeug verwenden. Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen.
Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen. Dämpfe können mit Luft explosionsfähige Gemische bilden.

7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten

Anforderungen an Lagerräume und Behälter:

Vor Hitze und direkter Sonneneinstrahlung schützen. Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren. Vor Frost schützen. Nur im Originalbehälter aufbewahren.

Zusammenlagerungshinweise:

Von Oxidationsmitteln fernhalten. (Siehe TRbF 110)
Nicht mit brandfördernden und selbstentzündlichen Stoffen sowie leichtentzündlichen Feststoffen zusammen lagern.

Lagerklasse: 2B = Aerosole

7.3 Spezifische Endanwendungen

Es liegen keine Informationen vor.

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Arbeitsplatzgrenzwerte:

CAS-Nr.	Bezeichnung	Art	Grenzwert
115-10-6	Dimethylether	Deutschland: AGW Kurzzeit Deutschland: AGW Langzeit Europa: IOELV: TWA	15200 mg/m ³ ; 8000 ppm 1900 mg/m ³ ; 1000 ppm 1920 mg/m ³ ; 1000 ppm
-	Kohlenwasserstoffe, C10-C13, n-Alkane, Isoalkane, Cyclene, Aromaten (2-25%) (Benzol-Gehalt < 0,1%)	Deutschland: AGW Kurzzeit Deutschland: AGW Langzeit	200 mg/m ³ (C9-C15 Aromaten) 100 mg/m ³ (C9-C15 Aromaten)

DNEL/DMEL:

Angabe zu Dimethylether:
DNEL Langzeit, Arbeiter, inhalativ, systemisch: 1894 mg/m³
DNEL Langzeit, Verbraucher, inhalativ, systemisch: 471 mg/m³

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) und Verordnung (EU) Nr. 2015/830



NYROSTEN N 113 (AEROSOL)

Materialnummer N113

Überarbeitet am: 5.2.2016
Version: 5

Sprache: de-DE

Gedruckt: 22.2.2016
Seite: 5 von 10

PNEC: Angabe zu Dimethylether:
PNEC Wasser (Süßwasser): 0,155 mg/L
PNEC Wasser (Meerwasser): 0,016 mg/L
PNEC Wasser (periodische Freisetzung): 1,549 mg/L
PNEC Kläranlage: 160 mg/L
PNEC Sediment (Süßwasser): 0,681 mg/kg dw
PNEC Sediment (Meerwasser): 0,069 mg/kg dw
PNEC Boden: 0,045 mg/kg dwt

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Für gute Belüftung des Arbeitsraumes und/oder Absaugeinrichtung am Arbeitsplatz sorgen.

Persönliche Schutzausrüstung

Begrenzung und Überwachung der Exposition am Arbeitsplatz

Atemschutz: Bei Überschreitung der Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) ist ein Atemschutzgerät zu tragen. Filter Typ A (= gegen Dämpfe von organischen Verbindungen) gemäß EN 14387 benutzen. Bei Auftreten höherer Konzentrationen: Umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen.

Handschutz: Schutzhandschuhe gemäß EN 374.
Die Angaben des Herstellers der Schutzhandschuhe zu Durchlässigkeiten und Durchbruchzeiten sind zu beachten.

Augenschutz: Dicht schließende Schutzbrille gemäß EN 166.

Körperschutz: Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen.

Schutz- und Hygienemaßnahmen:

Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen. Kontaminierte Kleidung ausziehen und vor erneutem Tragen waschen.
Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten.
Dampf/Aerosol nicht einatmen. Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden.
Nur funkenfreies Werkzeug verwenden. Von Wärmequellen fernhalten (z.B. heiße Oberflächen), Funken und offenen Flammen.
Arbeitsstätte mit einer Augendusche und einer Körperdusche (Notdusche) versehen.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

Aussehen: Form: Aerosol, flüssig
Farbe: grün-braun

Geruch: produktspezifisch
Geruchsschwelle: keine Daten verfügbar

pH-Wert: keine Daten verfügbar

Schmelzpunkt/Gefrierpunkt: keine Daten verfügbar

Siedebeginn und Siedebereich: nicht anwendbar

Flammpunkt/Flammbereich: nicht anwendbar

Verdampfungsgeschwindigkeit: keine Daten verfügbar

Entzündbarkeit: Extrem entzündbares Aerosol.

Explosionsgrenzen: keine Daten verfügbar

Dampfdruck: keine Daten verfügbar

Dampfdichte: keine Daten verfügbar

Dichte: bei 20 °C: 0,818 g/cm³

Wasserlöslichkeit: unlöslich

Verteilungskoeffizient n-Octanol/Wasser: keine Daten verfügbar

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) und Verordnung (EU) Nr. 2015/830



NYROSTEN N 113 (AEROSOL)

Materialnummer N113

Überarbeitet am: 5.2.2016
Version: 5

Sprache: de-DE

Gedruckt: 22.2.2016
Seite: 6 von 10

Selbstentzündungstemperatur: keine Daten verfügbar
Thermische Zersetzung: keine Daten verfügbar
Viskosität, kinematisch: keine Daten verfügbar
Explosive Eigenschaften: Behälter steht unter Druck. Bildung explosionsgefährlicher Dampf-/Luftgemische möglich.
Brandfördernde Eigenschaften: keine Daten verfügbar

9.2 Sonstige Angaben

Zündtemperatur: nicht anwendbar
Weitere Angaben: Doseninnendruck bei 50 °C: Maximum 2/3 Prüfdruck.

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität

Extrem entzündbares Aerosol.
Dämpfe können mit Luft explosionsfähige Gemische bilden.

10.2 Chemische Stabilität

Stabil unter angegebenen Lagerungsbedingungen.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Behälter steht unter Druck. Erhitzen führt zu Drucksteigerung: Berst- und Explosionsgefahr.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Von Hitzequellen, Funken und offenen Flammen fernhalten.
Vor Sonnenbestrahlung und Temperaturen über 50 °C schützen.

10.5 Unverträgliche Materialien

Starke Oxidationsmittel

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Im Brandfall können entstehen: Kohlenmonoxid und Kohlendioxid.
Thermische Zersetzung: keine Daten verfügbar

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) und Verordnung (EU) Nr. 2015/830



NYROSTEN N 113 (AEROSOL)

Materialnummer N113

Überarbeitet am: 5.2.2016
Version: 5

Sprache: de-DE

Gedruckt: 22.2.2016
Seite: 7 von 10

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Toxikologische Wirkungen: Die Aussagen sind von den Eigenschaften der Einzelkomponenten abgeleitet. Für das Produkt als solches liegen keine toxikologischen Daten vor.

Akute Toxizität (oral): Fehlende Daten.

Akute Toxizität (dermal): Fehlende Daten.

Akute Toxizität (inhalativ): Fehlende Daten. Dämpfe in hoher Konzentration haben betäubende Wirkung.

Ätz-/Reizwirkung auf die Haut: Fehlende Daten.

Augenschädigung/-reizung: Fehlende Daten.

Sensibilisierung der Atemwege: Fehlende Daten.

Sensibilisierung der Haut: Fehlende Daten.

Keimzellmutagenität/Genotoxizität: Fehlende Daten.

Karzinogenität: Fehlende Daten.

Reproduktionstoxizität: Fehlende Daten.

Wirkungen auf und über die Muttermilch: Fehlende Daten.

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition): Fehlende Daten.

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition): STOT RE 1; H372 = Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition.

Aspirationsgefahr: Fehlende Daten.

Sonstige Angaben: Angabe zu Kohlenwasserstoffe, C10-C13, n-Alkane, Isoalkane, Cyclene, Aromaten (2-25%) (Benzol-Gehalt < 0,1%):

Akute Toxizität oral, Ratte, LD50: > 6300 mg/kg

Akute Toxizität dermal, Kaninchen, LD50: > 3150 mg/kg

Akute Toxizität inhalativ, Ratte, LC50: > 6,5 mg/L/4h

Angabe zu Dimethylether:

Akute Toxizität inhalativ, Ratte, LC50: 16,4 Vol-%

Symptome

Nach Hautkontakt: Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität

Aquatische Toxizität: Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Angabe zu: Kohlenwasserstoffe, C10-C13, n-Alkane, Isoalkane, Cyclene, Aromaten (2-25%) (Benzol-Gehalt < 0,1%):

Akute (kurzfristige) Fischtoxizität:

LL50 Oncorhynchus mykiss (Regenbogenforelle): 10-100 mg/L/96h (OECD 203)

Chronische (langfristige) Fischtoxizität:

NOELR Oncorhynchus mykiss (Regenbogenforelle): 0,091 mg/L/28d (QSAR)

Toxizität gegenüber Daphnien und anderen wirbellosen Wassertieren:

EL50 Daphnia magna (Großer Wasserfloh): 100-200 mg/L/48h (OECD 202)

Langzeit-Toxizität bei wirbellosen Organismen:

NOELR Daphnia magna (Großer Wasserfloh): 0,28 mg/L/21d (OECD 211)

Algentoxizität:

EL50 Pseudokirchneriella subcapitata (Grünalge): 10-100 mg/L/24h (OECD 201)

Wassergefährdungsklasse: 2 = wassergefährdend

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) und Verordnung (EU) Nr. 2015/830



NYROSTEN N 113 (AEROSOL)

Materialnummer N113

Überarbeitet am: 5.2.2016
Version: 5

Sprache: de-DE

Gedruckt: 22.2.2016
Seite: 8 von 10

12.2. Persistenz und Abbaubarkeit

Sonstige Hinweise: keine Daten verfügbar

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Verteilungskoeffizient n-Octanol/Wasser:
keine Daten verfügbar

12.4 Mobilität im Boden

keine Daten verfügbar

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

keine Daten verfügbar

12.6 Andere schädliche Wirkungen

Allgemeine Hinweise: Nicht in das Grundwasser, in Gewässer oder in die Kanalisation gelangen lassen.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren der Abfallbehandlung

Produkt

Abfallschlüsselnummer: 16 05 04* = Gefährliche Stoffe enthaltende Gase in Druckbehältern (einschließlich Halonen)

* = Die Entsorgung ist nachweispflichtig.

Empfehlung: Auch nach Gebrauch nicht gewaltsam öffnen oder verbrennen.
Entsorgung gemäß den behördlichen Vorschriften. Darf nicht zusammen mit Hausmüll entsorgt werden.

Verpackung

Abfallschlüsselnummer: 15 01 04 = Verpackungen aus Metall

Empfehlung: Sorgfältig und möglichst vollständig entleeren.
Entsorgung gemäß den behördlichen Vorschriften.

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

14.1 UN-Nummer

UN 1950

14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung

ADR/RID, ADN: UN 1950, DRUCKGASPACKUNGEN

IMDG: UN 1950, AEROSOLS

IATA-DGR: UN 1950, AEROSOLS, flammable

14.3 Transportgefahrenklassen

ADR/RID, ADN: Klasse 2, Code: 5F

IMDG: Class 2, Subrisk -, see SP63

IATA-DGR: Class 2.1

14.4 Verpackungsgruppe

ADR/RID, ADN, IATA-DGR: entfällt

IMDG: -



SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) und Verordnung (EU) Nr. 2015/830



NYROSTEN N 113 (AEROSOL)

Materialnummer N113

Überarbeitet am: 5.2.2016
Version: 5

Sprache: de-DE

Gedruckt: 22.2.2016
Seite: 9 von 10

14.5 Umweltgefahren

Meeresschadstoff - IMDG: nein

14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

Landtransport (ADR/RID)

Warntafel: ADR: UN-Nummer UN 1950
RID: Gefahrnummer 23, UN-Nummer UN 1950
Gefahrzettel: 2.1
Sondervorschriften: 190 327 344 625
Begrenzte Mengen: 1 L
EQ: E0
Verpackung - Anweisungen: P207 LP02
Verpackung - Sondervorschriften: PP87 RR6 L2
Sondervorschriften für die Zusammenpackung: MP9
Tunnelbeschränkungscode: D

Binnenschifftransport (ADN)

Gefahrzettel: 2.1
Sondervorschriften: 190 327 344 625
Begrenzte Mengen: 1 L
EQ: E0
Ausrüstung erforderlich: PP - EP - A
Lüftung: VE01,VE04

Seeschifftransport (IMDG)

EmS: F-D, S-U
Sondervorschriften: 63, 190, 277, 327, 344, 959
Begrenzte Mengen: See SP277
EQ: E0
Verpackung - Anweisungen: P207, LP02
Verpackung - Vorschriften: PP87, L2
IBC - Anweisungen: -
IBC - Vorschriften: -
Tankanweisungen - IMO: -
Tankanweisungen - UN: -
Tankanweisungen - Vorschriften: -
Stauung und Handhabung: SW1 SW22
Trennung: SG69
Eigenschaften und Bemerkung: -
Trenngruppe: none

Lufttransport (IATA)

Hazard: Flamm. gas
EQ: E0
Passenger Ltd.Qty.: Pack.Instr. Y203 - Max. Net Qty/Pkg. 30 kg G
Passenger: Pack.Instr. 203 - Max. Net Qty/Pkg. 75 kg
Cargo: Pack.Instr. 203 - Max. Net Qty/Pkg. 150 kg
Special Provisioning: A145 A167 A802
ERG: 10L

14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens 73/78 und gemäß IBC-Code

keine Daten verfügbar

SICHERHEITSDATENBLATT

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) und Verordnung (EU) Nr. 2015/830



NYROSTEN N 113 (AEROSOL)

Materialnummer N113

Überarbeitet am: 5.2.2016
Version: 5

Sprache: de-DE

Gedruckt: 22.2.2016
Seite: 10 von 10

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch

Nationale Vorschriften - Deutschland

Lagerklasse: 2B = Aerosole

Wassergefährdungsklasse: 2 = wassergefährdend

Störfallverordnung: Nr. 8

Hinweise zur Beschäftigungsbeschränkung:

Beschäftigungsbeschränkungen für Jugendliche beachten.

Beschäftigungsbeschränkungen für werdende und stillende Mütter beachten.

Nationale Vorschriften - EG-Mitgliedstaaten

Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC):

Maximum 70 Gew.-%

15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung

Für dieses Gemisch ist keine Stoffsicherheitsbeurteilung erforderlich.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

Weitere Informationen

Wortlaut der H-Sätze unter Abschnitt 2 und 3:

H220 = Extrem entzündbares Gas.

H222 = Extrem entzündbares Aerosol.

H229 = Behälter steht unter Druck: Kann bei Erwärmung bersten.

H280 = Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.

H372 = Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition.

H412 = Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

EUH066 = Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.

Literatur:

BG RCI:

- Merkblatt M050 'Umgang mit Gefahrstoffen'

- Merkblatt M053 'Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen'

Grund der letzten Änderungen:

Änderung in Abschnitt 2: Kennzeichnung

Allgemeine Überarbeitung

Erstausgabedatum: 31.10.2012

Datenblatt ausstellender Bereich

Ansprechpartner: siehe Abschnitt 1: Auskunft gebender Bereich

Für Abkürzungen und Akronyme siehe ECHA: Leitlinien zu den Informationsanforderungen und zur Stoffsicherheitsbeurteilung, Kapitel R.20 (Verzeichnis von Begriffen und Abkürzungen).

Die Angaben in diesem Datenblatt sind nach bestem Wissen zusammengestellt und entsprechen dem Stand der Kenntnis zum Überarbeitungsdatum. Sie sichern jedoch nicht die Einhaltung bestimmter Eigenschaften im Sinne der Rechtsverbindlichkeit zu.

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der geänderten Fassung Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) Artikel 31 Anhang II.

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffes bzw. des Gemisches und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Produktname: RENOLIN ZAF 32 LT

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Identifizierte Verwendungen: Hydraulik-Fluid

Verwendungen, von denen abgeraten wird: Keine Verwendungen, von denen abgeraten wird, identifiziert.

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Hersteller / Lieferant

Fuchs Schmierstoffe GmbH
Friesenheimer Str. 19
68169 Mannheim

Telefon:

+49 621 3701-0 (ZENTRALE)

Fax:

+49 621 3701-570

Kontaktperson:

Fuchs Schmierstoffe GmbH Abteilung Produktsicherheit

Telefon:

+49 621 3701-1333

Fax:

+49 621 3701-7303

E-Mail:

produktsicherheit@fuchs-schmierstoffe.de

1.4 Notrufnummer:

+49 621 3701-1333 / +49 621 3701-0 (Mo-Do 8-17, Fr 8-16)

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Das Produkt wurde gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP) nicht als gefährlich eingestuft, ist aber kennzeichnungspflichtig.

Gefahrenübersicht

Physikalische Gefahren: Es liegen keine Daten vor.

2.2 Kennzeichnungselemente

EUH208: Enthält Alkylmethacrylat. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.

EUH210: Sicherheitsdatenblatt auf Anfrage erhältlich.

Produktname: RENOLIN ZAF 32 LT

2.3 Sonstige Gefahren: Bei Beachtung der beim Umgang mit Mineralölprodukten und Chemieprodukten üblichen Vorsichtsmaßnahmen sowie der Hinweise zur Handhabung (Pkt 7) und zur persönlichen Schutzausrüstung (Pkt 8) sind keine besonderen Gefahren bekannt. Produkt nicht unkontrolliert in die Umwelt gelangen lassen.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.2 Gemische

Allgemeine Information: Zubereitung aus hochraffinierten Mineralölen mit Additiven.

Chemische Bezeichnung	Identifikator	Konzentration *	REACH Registrierungs-Nr	Hinweise
Basisöl naphthenisch	EINECS: 265-156-6	50,00 - <100,00%	01-2119480375-34	

* Alle Konzentrationen sind als Gewichtsprozente angegeben, wenn der Inhaltstoff kein Gas ist. Gaskonzentrationen werden in Volumenprozenten angegeben.

PBT: Persistenter, bioakkumulierbarer und toxischer Stoff.

vPvB: Sehr persistente und sehr bioakkumulierbare Substanz.

Klassifizierung

Chemische Bezeichnung	Identifikator	Klassifizierung
Basisöl naphthenisch	EINECS: 265-156-6	CLP: Asp. Tox. 1;H304

CLP: Verordnung Nr. 1272/2008.

Der Wortlaut der angeführten Gefahrenhinweise ist dem Abschnitt 16 zu entnehmen.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

Allgemeines: Mit Produkt verunreinigte Kleidungsstücke unverzüglich entfernen.

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

Einatmen: Frischluftzufuhr, bei Beschwerden Arzt aufsuchen.

Augenkontakt: Augen sofort mit viel Wasser spülen, Augenlider dabei hochziehen.

Hautkontakt: Mit Wasser und Seife waschen.

Verschlucken: Mund gründlich spülen.

4.2 Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen: Kann Haut- und Augenreizungen bewirken.

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung: Ärztliche Hilfe hinzuziehen, wenn Symptome auftreten.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

Produktname: RENOLIN ZAF 32 LT

5.1 Löschmittel

Geeignete Löschmittel: CO₂, Löschpulver oder nebelartiger Wassersprühstrahl. Größeren Brand mit alkoholbeständigem Schaum oder Wassersprühstrahl mit geeignetem Tensidzusatz bekämpfen.

Ungeeignete Löschmittel: Wasser im Vollstrahl.

5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren: Im Brandfall können sich gesundheitsschädliche Gase entwickeln.

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung

Hinweise zur Brandbekämpfung: Behälter aus dem Brandbereich entfernen, soweit dies ohne Gefahr möglich ist. Brandrückstände und kontaminiertes Löschwasser müssen entsprechend den behördlichen Vorschriften entsorgt werden. Kontaminiertes Löschwasser getrennt sammeln, darf nicht in die Kanalisation gelangen.

Besondere Schutzausrüstungen für die Brandbekämpfung: Im Brandfall umluftunabhängiges Atemschutzgerät und komplette Schutzausrüstung tragen.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren: Vorsicht! Im Fall eines Austretens des Materials können Fußböden und Oberflächen rutschig werden.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen: Flächenmäßige Ausdehnung verhindern (z.B. durch Eindämmen oder Ölsperren). Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Beim Austritt großer Mengen muss immer der Umweltschutzbeauftragte benachrichtigt werden. Weiteres Auslaufen oder Verschütten vermeiden, wenn dies ohne Gefahr möglich ist. Nicht in die Kanalisation/Oberflächenwasser/Grundwasser gelangen lassen.

6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung: Mit flüssigkeitsbindendem Material wie Sand, Kieselgur, Säurebinder, Universalbinder oder Sägemehl aufnehmen. Das aufgenommene Material vorschriftsmäßig entsorgen. Materialfluss stoppen, falls ohne Gefahr möglich

6.4 Verweis auf andere Abschnitte: Für persönliche Schutzausrüstung siehe Abschnitt 8 des SDB. Informationen zur sicheren Handhabung siehe Abschnitt 7. Informationen zur Entsorgung siehe Abschnitt 13.

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung:

7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung: Aerosolbildung vermeiden. Bei der Arbeit nicht essen, trinken oder rauchen. Die beim Umgang mit Mineralölprodukten bzw. Chemieprodukten üblichen Vorsichtsmaßnahmen sind zu beachten. Anerkannte industrielle Hygienemaßnahmen beachten. Für ausreichende Belüftung sorgen.

Produktname: RENOLIN ZAF 32 LT

- 7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten:** Die Vorschriften des WHG, der Landeswassergesetze und der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (VAwS in der jeweiligen Länderfassung) sind zu beachten. Nicht auf Temperaturen in der Nähe des Flammpunktes erwärmen.
- 7.3 Spezifische Endanwendungen:** Es liegen keine Daten vor.
- Lagerungshinweise:** 10, Brennbare Flüssigkeiten

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Grenzwerte Berufsbedingter Exposition

Für keinen der Bestandteile gelten Arbeitsplatzgrenzwerte.

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

- Geeignete technische Steuerungseinrichtungen:** Für ausreichende Lüftung sorgen. Lüftungsgrad muss an die Bedingungen angepasst werden. Gegebenenfalls Prozesskammern, örtliche Abluftsysteme oder andere technische Schutzmaßnahmen zur Kontrolle der Konzentrationen in der Luft einsetzen, um diese unterhalb der empfohlenen Belastungsgrenzen zu halten. Wenn keine Expositionsgrenzen festgesetzt wurden, die Konzentrationen in der Luft auf einem akzeptierbaren Niveau halten.

Individuelle Schutzmaßnahmen, zum Beispiel persönliche Schutzausrüstung

- Allgemeine Information:** Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen. Vorgeschriebene persönliche Schutzausrüstung verwenden. Persönliche Schutzausrüstung muss in Übereinstimmung mit den geltenden CEN-Normen und nach Absprache mit dem Lieferanten für persönliche Schutzausrüstung gewählt werden. Die üblichen Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Mineralölprodukten oder Chemikalien sind in jedem Fall zubeachten.

- Augen-/Gesichtsschutz:** Beim Umfüllen Schutzbrille (EN 166) empfehlenswert.

Hautschutz

Handschutz:

Material: Nitrilbutylkautschuk (NBR).
Mind. Durchbruchzeit: ≥ 480 min
Empfohlene Materialstärke: $\geq 0,38$ mm

Langandauernden oder wiederholten Hautkontakt vermeiden. Geeignete Schutzhandschuhe werden vom Handschuhlieferanten empfohlen. Vorbeugender Hautschutz durch Hautschutzsalbe. Schutzhandschuhe, wo sicherheitstechnisch erlaubt. Die genaue Durchbruchzeit ist beim Schutzhandschuhhersteller zu erfahren und einzuhalten, da sie nicht nur vom Handschuhmaterial, sondern auch von arbeitsplatzspezifischen Faktoren abhängig ist.

- Andere:** Keine produktgetränkten Putzlappen in den Hosentaschen mitführen. Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen.

Produktname: RENOLIN ZAF 32 LT

Atemschutz:	Für gute Belüftung/Absaugung am Arbeitsplatz sorgen. Einatmen von Dampf/ Aerosol vermeiden.
Thermische Gefahren:	Nicht bekannt.
Hygienemaßnahmen:	Immer gute persönliche Hygiene einhalten, z.B. Waschen nach der Handhabung des Materials und vor dem Essen, Trinken und/oder Rauchen. Arbeitskleidung regelmäßig waschen, um Kontaminationen zu entfernen. Kontaminierte Fußbekleidung, die nicht gesäubert werden kann, entsorgen.
Umweltschutzmaßnahmen:	Es liegen keine Daten vor.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

Aussehen

Aggregatzustand:	flüssig
Form:	flüssig
Farbe:	Hellgelb
Geruch:	Charakteristisch
Geruchsschwelle:	Auf Gemische nicht anwendbar
pH-Wert:	Nicht anwendbar
Erstarrungspunkt:	Auf Gemische nicht anwendbar
Siedepunkt:	Wert für Einstufung nicht relevant
Flammpunkt:	154 °C (DIN EN ISO 2592)
Verdampfungsgeschwindigkeit:	Auf Gemische nicht anwendbar
Entzündbarkeit (fest, gasförmig):	Wert für Einstufung nicht relevant
Explosionsgrenze - obere (%)-:	Auf Gemische nicht anwendbar
Explosionsgrenze - untere (%)-:	Auf Gemische nicht anwendbar
Dampfdruck:	Auf Gemische nicht anwendbar
Dampfdichte (Luft=1):	Auf Gemische nicht anwendbar
Dichte:	0,86 g/cm ³ (15,00 °C) (DIN 51757)
Löslichkeit(en)	
Löslichkeit in Wasser:	Nicht wasserlöslich
Löslichkeit (andere):	Es liegen keine Daten vor.
Verteilungskoeffizient (n-Octanol/Wasser) - log Pow:	Auf Gemische nicht anwendbar
Selbstentzündungstemperatur:	Wert für Einstufung nicht relevant
Zersetzungstemperatur:	Wert für Einstufung nicht relevant
Viskosität, kinematisch:	31 mm ² /s (40,00 °C, DIN 51562-1)
Explosive Eigenschaften:	Wert für Einstufung nicht relevant
Oxidierende Eigenschaften:	Wert für Einstufung nicht relevant
9.2 Sonstige Angaben	Es liegen keine Daten vor.

Produktname: RENOLIN ZAF 32 LT

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

- 10.1 Reaktivität:** Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
- 10.2 Chemische Stabilität:** Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
- 10.3 Möglichkeit Gefährlicher Reaktionen:** Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
- 10.4 Zu Vermeidende Bedingungen:** Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
- 10.5 Unverträgliche Materialien:** Stark oxidierende Stoffe. Starke Säuren. Starke Basen.
- 10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte:** Bei thermischem Zerfall oder Verbrennung können Kohlenstoffoxide sowie andere giftige Gase und Dämpfe freigesetzt werden.

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Akute Toxizität

Verschlucken Produkt:

Spezifische(r) Stoff(e)
Basisöl naphthenisch

Auf Basis der vorliegenden Daten nicht eingestuft für akute Toxizität.

LD 50 (Ratte): > 2.001 mg/kg

Hautkontakt Produkt:

Spezifische(r) Stoff(e)
Basisöl naphthenisch

Auf Basis der vorliegenden Daten nicht eingestuft für akute Toxizität.

LD 50 (Kaninchen): > 2.001 mg/kg

Einatmen Produkt:

Spezifische(r) Stoff(e)
Basisöl naphthenisch

Auf Basis der vorliegenden Daten nicht eingestuft für akute Toxizität.

LC 50 (Ratte, 4 h): > 5,53 mg/l
Staub, Nebel und Rauch

Ätz/Reizwirkung auf die Haut:

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Schwere Augenschädigung/-Reizung:

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Produktname: RENOLIN ZAF 32 LT

Atemwegs- oder Hautsensibilisierung:

Produkt: Sensibilisierung der Haut: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.
Atemwegssensibilisator: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Keimzellmutagenität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Karzinogenität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Reproduktionstoxizität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität - bei Einmaliger Exposition

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität - bei Wiederholter Exposition

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Aspirationsgefahr

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Andere Schädliche Wirkungen:

Es liegen keine Daten vor.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität

Akute Toxizität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Fisch

Spezifische(r) Stoff(e)

Basisöl naphthenisch LC 50 (Fisch, 96 h): > 101 mg/l

Chronische

ToxizitätProdukt:

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

Biologischer Abbau

Produkt: Auf Gemische nicht anwendbar

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Produkt: Auf Gemische nicht anwendbar

12.4 Mobilität im Boden:

Produkt: Auf Gemische nicht anwendbar

Produktname: RENOLIN ZAF 32 LT

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung:	Das Produkt enthält keine Stoffe, die die PBT/vPvB Kriterien erfüllen.
12.6 Andere Schädliche Wirkungen:	Es liegen keine Daten vor.
Wassergefährdungsklasse (WGK):	WGK 1: schwach wassergefährdend.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren der Abfallbehandlung

Allgemeine Information:	Entsorgung von Abfall und Rückständen in Übereinstimmung mit den jeweiligen lokalen Bestimmungen.
Entsorgungsmethoden:	Nicht in die Kanalisation gelangen lassen; Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden. Bei Lagerung gebrauchter Produkte Vermischungsverbot beachten.

Europäische Abfallcodes

13 01 10*: nichtchlorierte Hydrauliköle auf Mineralölbasis

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

ADR/RID

14.1 UN-Nummer:	—
14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung:	—
14.3 Transportgefahrenklassen	
Klasse:	Kein Gefahrgut
Etikett(en):	—
Gefahr Nr. (ADR):	—
Tunnelbeschränkungscode:	—
14.4 Verpackungsgruppe:	—
14.5 Umweltgefahren:	—
14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender:	—

Produktname: RENOLIN ZAF 32 LT

ADN

- 14.1 UN-Nummer: –
- 14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung: –
- 14.3 Transportgefahrenklassen
 - Klasse: Kein Gefahrgut
 - Etikett(en): –
- 14.3 Verpackungsgruppe: –
- 14.5 Umweltgefahren: –
- 14.6 Besondere
 - Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender: –

IMDG

- 14.1 UN-Nummer: –
- 14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung: –
- 14.3 Transportgefahrenklassen
 - Klasse: Kein Gefahrgut
 - Etikett(en): –
 - EmS-Nr.: –
- 14.3 Verpackungsgruppe: –
- 14.5 Umweltgefahren: –
- 14.6 Besondere
 - Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender: –

IATA

- 14.1 UN-Nummer: –
- 14.2 Ordnungsgemäße Versandbezeichnung: –
- 14.3 Transportgefahrenklassen:
 - Klasse: Kein Gefahrgut
 - Etikett(en): –
- 14.4 Verpackungsgruppe: –
- 14.5 Umweltgefahren: –
- 14.6 Besondere
 - Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender: –

14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens 73/78 und gemäß IBC-Code: Nicht anwendbar.

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch:

EU-Verordnungen

Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen: keine

Produktname: RENOLIN ZAF 32 LT

VERORDNUNG (EG) Nr. 850/2004 über persistente organische Schadstoffe: keine

Nationale Verordnungen

**Wassergefährdungs-
klasse (WGK):** WGK 1: schwach wassergefährdend.

**15.2 Stoffsicherheits-
beurteilung:** Es wurde keine Stoffsicherheitsbeurteilung durchgeführt.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

**Informationen zur
Überarbeitung:** Änderungen sind seitlich mit einem Doppelstrich markiert.

Wortlaut der H-Sätze in Kapitel 2 und 3
H304 Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.

Sonstige Angaben: Die Klassifizierung entspricht den aktuellen EG-Listen, ist jedoch ergänzt durch Angaben aus der Fachliteratur und durch Firmenangaben. Sie ergibt sich aus der Anwendung der sog. Konventionellen Methode nach Verordnung (EU) 1272/2008 (CLP).

Überarbeitet Am: 31.05.2016
Haftungsausschluss: Die vorstehenden Angaben im Sicherheitsdatenblatt entsprechen nach bestem Wissen dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse und Erfahrungen und dienen nur dazu, das Produkt bei Umgang, Transport und Entsorgung sicherheitstechnisch zu beschreiben. Die Angaben stellen in keiner Weise eine (technische) Beschreibung der Beschaffenheit der Ware (Produktspezifikation) dar. Eine Eignung des Produktes für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben im Sicherheitsdatenblatt nicht abgeleitet werden. Änderungen an diesem Dokument sind nicht zulässig. Die Angaben sind nicht übertragbar auf andere Produkte. Soweit das Produkt mit anderen Materialien vermischt, vermischt oder verarbeitet wird, oder einer Bearbeitung unterzogen wird, können die Angaben in diesem Sicherheitsdatenblatt nicht auf das gefertigte neue Material übertragen werden. Es liegt in der Verantwortlichkeit des Empfängers unseres Produktes, bei seinen Tätigkeiten die geltenden Gesetze auf Bundes-, Landes- und lokaler Ebene zu befolgen. Bitte nehmen Sie mit uns Kontakt auf, wenn Sie aktuelle Sicherheitsdatenblätter benötigen.

Dieses Datenblatt ist ein Sicherheitsdatenblatt nach §5 GefStoffV. Es wurde elektronisch erstellt und trägt keine Unterschrift.

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der geänderten Fassung Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) Artikel 31 Anhang II.

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffes bzw. des Gemisches und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Produktname: RENOLIN UNISYN CLP 220

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Identifizierte Verwendungen: Schmierstoff

Verwendungen, von denen abgeraten wird: Keine Verwendungen, von denen abgeraten wird, identifiziert.

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Hersteller / Lieferant

Fuchs Schmierstoffe GmbH
Friesenheimer Str. 19
68169 Mannheim

Telefon:

+49 621 3701-0 (ZENTRALE)

Fax:

+49 621 3701-570

Kontaktperson:

Fuchs Schmierstoffe GmbH Abteilung Produktsicherheit

Telefon:

+49 621 3701-1333

Fax:

+49 621 3701-7303

E-Mail:

produktsicherheit-FS@fuchs.com

1.4 Notrufnummer:

+49 621 3701-1333 / +49 621 3701-0 (Mo-Do 8-17, Fr 8-16)

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Das Produkt wurde gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP) als gefährlich eingestuft und gekennzeichnet.

Einstufung gemäß der (EG) Verordnung 1272/2008 in der geänderten Fassung.

Umweltgefahren

Chronische aquatische Toxizität

Kategorie 3

H412: Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Gefahrenübersicht

Physikalische Gefahren: Es liegen keine Daten vor.

2.2 Kennzeichnungselemente

Produktname: RENOLIN UNISYN CLP 220

Gefahrenhinweis(e): H412: Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Sicherheitshinweise

Prävention: P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden.

Entsorgung: P501: Inhalt/Behälter gemäß entsprechenden Gesetzen und Vorschriften sowie Produkteigenschaften zum Zeitpunkt der Entsorgung einer geeigneten Behandlung und Entsorgungseinrichtung zuführen.

Zusätzliche Angaben auf dem Etikett

EUH208: Enthält: organ. Polysulfid. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.

2.3 Sonstige Gefahren: Bei Beachtung der beim Umgang mit Mineralölprodukten und Chemieprodukten üblichen Vorsichtsmaßnahmen sowie der Hinweise zur Handhabung (Pkt 7) und zur persönlichen Schutzausrüstung (Pkt 8) sind keine besonderen Gefahren bekannt. Produkt nicht unkontrolliert in die Umwelt gelangen lassen.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.2 Gemische

Allgemeine Information: Zubereitung aus Syntheseölen mit Additiven.

Chemische Bezeichnung	Identifikator	Konzentration *	REACH Registrierungs-Nr	Hinweise
organ. Polysulfid	EINECS: 273-103-3	0,25 - <1,00%	01-2119540515-43	

* Alle Konzentrationen sind als Gewichtsprozent angegeben, wenn der Inhaltstoff kein Gas ist. Gaskonzentrationen werden in Volumenprozent angegeben.

PBT: Persistenter, bioakkumulierbarer und toxischer Stoff.

vPvB: Sehr persistente und sehr bioakkumulierbare Substanz.

Klassifizierung

Chemische Bezeichnung	Identifikator	Klassifizierung
organ. Polysulfid	EINECS: 273-103-3	CLP: Aquatic Acute 1;H400, Aquatic Chronic 1;H410, Skin Sens. 1B;H317; M-Faktor (aquatic acute): 1; M-Faktor (aquatic chronic): 1

CLP: Verordnung Nr. 1272/2008.

Der Wortlaut der angeführten Gefahrenhinweise ist dem Abschnitt 16 zu entnehmen.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

Allgemeines: Mit Produkt verunreinigte Kleidungsstücke unverzüglich entfernen.

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

Produktname: RENOLIN UNISYN CLP 220

Einatmen:	Frischluftezufuhr, bei Beschwerden Arzt aufsuchen.
Augenkontakt:	Augen sofort mit viel Wasser spülen, Augenlider dabei hochziehen.
Hautkontakt:	Mit Wasser und Seife waschen.
Verschlucken:	Mund gründlich spülen.
4.2 Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen:	Kann Haut- und Augenreizungen bewirken.
4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung	Ärztliche Hilfe hinzuziehen, wenn Symptome auftreten.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

Geeignete Löschmittel: CO₂, Löschpulver oder nebelartiger Wassersprühstrahl. Größeren Brand mit alkoholbeständigem Schaum oder Wassersprühstrahl mit geeignetem Tensidzusatz bekämpfen.

Ungeeignete Löschmittel: Wasser im Vollstrahl.

5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren: Im Brandfall können sich gesundheitsschädliche Gase entwickeln.

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung

Hinweise zur Brandbekämpfung: Behälter aus dem Brandbereich entfernen, soweit dies ohne Gefahr möglich ist. Brandrückstände und kontaminiertes Löschwasser müssen entsprechend den behördlichen Vorschriften entsorgt werden. Kontaminiertes Löschwasser getrennt sammeln, darf nicht in die Kanalisation gelangen.

Besondere Schutzausrüstungen für die Brandbekämpfung: Im Brandfall umluftunabhängiges Atemschutzgerät und komplette Schutzausrüstung tragen.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren: Vorsicht! Im Fall eines Austretens des Materials können Fußböden und Oberflächen rutschig werden.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen: Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Weiteres Auslaufen oder Verschütten vermeiden, wenn dies ohne Gefahr möglich ist. Flächenmäßige Ausdehnung verhindern (z.B. durch Eindämmen oder Ölsperren). Beim Austritt großer Mengen muss immer der Umweltschutzbeauftragte benachrichtigt werden. Nicht in die Kanalisation/Oberflächenwasser/Grundwasser gelangen lassen.

Produktname: RENOLIN UNISYN CLP 220

- 6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung:** Mit flüssigkeitsbindendem Material wie Sand, Kieselgur, Säurebinder, Universalbinder oder Sägemehl aufnehmen. Das aufgenommene Material vorschriftsmäßig entsorgen. Materialfluss stoppen, falls ohne Gefahr möglich
- 6.4 Verweis auf andere Abschnitte:** Für persönliche Schutzausrüstung siehe Abschnitt 8 des SDB. Informationen zur sicheren Handhabung siehe Abschnitt 7. Informationen zur Entsorgung siehe Abschnitt 13.

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung:

- 7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung:** Aerosolbildung vermeiden. Bei der Arbeit nicht essen, trinken oder rauchen. Die beim Umgang mit Mineralölprodukten bzw. Chemieprodukten üblichen Vorsichtsmaßnahmen sind zu beachten. Anerkannte industrielle Hygienemaßnahmen beachten. Für ausreichende Lüftung sorgen.
- 7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten:** Die Vorschriften des WHG, der Landeswassergesetze und der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) sind zu beachten. Nicht auf Temperaturen in der Nähe des Flammpunktes erwärmen.
- 7.3 Spezifische Endanwendungen:** Nicht anwendbar
- Lagerklasse:** 10, Brennbare Flüssigkeiten die keiner der vorgenannten LGK zuzuordnen sind

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Grenzwerte Berufsbedingter Exposition

Für keinen der Bestandteile gelten Arbeitsplatzgrenzwerte.

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Geeignete technische Steuerungseinrichtungen:

Für ausreichende Lüftung sorgen. Lüftungsgrad muss an die Bedingungen angepasst werden. Gegebenenfalls Prozesskammern, örtliche Abluftsysteme oder andere technische Schutzmaßnahmen zur Kontrolle der Konzentrationen in der Luft einsetzen, um diese unterhalb der empfohlenen Belastungsgrenzen zu halten. Wenn keine Expositionsgrenzen festgesetzt wurden, die Konzentrationen in der Luft auf einem akzeptierbaren Niveau halten.

Individuelle Schutzmaßnahmen, zum Beispiel persönliche Schutzausrüstung

Allgemeine Information:

Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen. Vorgeschriebene persönliche Schutzausrüstung verwenden. Persönliche Schutzausrüstung muss in Übereinstimmung mit den geltenden CEN-Normen und nach Absprache mit dem Lieferanten für persönliche Schutzausrüstung gewählt werden. Die üblichen Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Mineralölprodukten oder Chemikalien sind in jedem Fall zubeachten.

Produktname: RENOLIN UNISYN CLP 220

- Augen-/Gesichtsschutz:** Beim Umfüllen Schutzbrille (EN 166) empfehlenswert. Berührung mit der Haut und den Augen vermeiden. Schutzbrille/Gesichtsschutz wird empfohlen. Bei Spritzgefahr Schutzbrille oder Gesichtsschutz tragen.
- Hautschutz**
Handschutz: Material: Nitrilbutylkautschuk (NBR).
Mind. Durchbruchzeit: ≥ 480 min
Empfohlene Materialstärke: $\geq 0,38$ mm
- Langandauernden oder wiederholten Hautkontakt vermeiden. Geeignete Schutzhandschuhe werden vom Handschuhlieferanten empfohlen. Vorbeugender Hautschutz durch Hautschutzsalbe. Schutzhandschuhe, wo sicherheitstechnisch erlaubt. Die genaue Durchbruchzeit ist beim Schutzhandschuhhersteller zu erfahren und einzuhalten, da sie nicht nur vom Handschuhmaterial, sondern auch von arbeitsplatzspezifischen Faktoren abhängig ist.
- Andere:** Keine produktgetränkten Putzlappen in den Hosentaschen mitführen. Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen.
- Atemschutz:** Für gute Belüftung/Absaugung am Arbeitsplatz sorgen. Einatmen von Dampf/ Aerosol vermeiden.
- Thermische Gefahren:** Nicht bekannt.
- Hygienemaßnahmen:** Immer gute persönliche Hygiene einhalten, z.B. Waschen nach der Handhabung des Materials und vor dem Essen, Trinken und/oder Rauchen. Arbeitskleidung regelmäßig waschen, um Kontaminationen zu entfernen. Kontaminierte Fußbekleidung, die nicht gesäubert werden kann, entsorgen.
- Umweltschutzmaßnahmen:** Es liegen keine Daten vor.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

Aussehen

Aggregatzustand:	flüssig
Form:	flüssig
Farbe:	Hellgelb
Geruch:	Charakteristisch
Geruchsschwelle:	Auf Gemische nicht anwendbar
pH-Wert:	Nicht anwendbar
Gefrierpunkt:	Auf Gemische nicht anwendbar
Siedepunkt:	Wert für Einstufung nicht relevant
Flammpunkt:	> 260 °C
Verdampfungsgeschwindigkeit:	Auf Gemische nicht anwendbar
Entzündbarkeit (fest, gasförmig):	Wert für Einstufung nicht relevant
Explosionsgrenze - obere (%)-:	Wert für Einstufung nicht relevant
Explosionsgrenze - untere (%)-:	Wert für Einstufung nicht relevant
Dampfdruck:	Auf Gemische nicht anwendbar
Dampfdichte (Luft=1):	Auf Gemische nicht anwendbar

Produktname: RENOLIN UNISYN CLP 220

Dichte:	0,85 g/ml (15,00 °C)
Löslichkeit(en)	
Löslichkeit in Wasser:	Nicht wasserlöslich
Löslichkeit (andere):	Es liegen keine Daten vor.
Verteilungskoeffizient (n-Octanol/Wasser)	Auf Gemische nicht anwendbar
- log Pow:	
Selbstentzündungstemperatur:	Wert für Einstufung nicht relevant
Zersetzungstemperatur:	Wert für Einstufung nicht relevant
Viskosität, kinematisch:	220 mm ² /s (40 °C)
Explosive Eigenschaften:	Wert für Einstufung nicht relevant
Oxidierende Eigenschaften:	Wert für Einstufung nicht relevant
9.2 Sonstige Angaben	Es liegen keine Daten vor.

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität:	Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
10.2 Chemische Stabilität:	Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
10.3 Möglichkeit Gefährlicher Reaktionen:	Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
10.4 Zu Vermeidende Bedingungen:	Bei bestimmungsgemäßer Verwendung stabil.
10.5 Unverträgliche Materialien:	Stark oxidierende Stoffe. Starke Säuren. Starke Basen.
10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte:	Bei thermischem Zerfall oder Verbrennung können Kohlenoxide sowie andere giftige Gase und Dämpfe freigesetzt werden.

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Akute Toxizität

Verschlucken

Produkt:

Auf Basis der vorliegenden Daten nicht eingestuft für akute Toxizität.

Hautkontakt

Produkt:

Auf Basis der vorliegenden Daten nicht eingestuft für akute Toxizität.

Einatmen

Produkt:

Auf Basis der vorliegenden Daten nicht eingestuft für akute Toxizität.

Ätz/Reizwirkung auf die Haut:

Produkt:

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Produktname: RENOLIN UNISYN CLP 220

Schwere Augenschädigung/-Reizung:

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Atemwegs- oder Hautsensibilisierung:

Produkt: Sensibilisierung der Haut: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.
Atemwegssensibilisator: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Keimzellmutagenität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Karzinogenität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Reproduktionstoxizität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität - bei Einmaliger Exposition

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität - bei Wiederholter Exposition

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Aspirationsgefahr

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Andere Schädliche Wirkungen:

Es liegen keine Daten vor.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität

Akute Toxizität

Produkt: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Wirbellose Wassertiere

Spezifische(r) Stoff(e)

organ. Polysulfid

EC50 (Wasserfloh, 48 h): 0,24 mg/l (OECD 202)

Chronische Toxizität-

Produkt:

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien erfüllt.

Toxizität bei Wasserpflanzen

Spezifische(r) Stoff(e)

organ. Polysulfid

LC 50 (Alge, 72 h): 0,838 mg/l (OECD 201)

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

Biologischer Abbau

Produkt: Auf Gemische nicht anwendbar

Produktname: RENOLIN UNISYN CLP 220

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Produkt: Auf Gemische nicht anwendbar

12.4 Mobilität im Boden:

Produkt: Auf Gemische nicht anwendbar

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung:

Das Produkt enthält keine Stoffe, die die PBT/vPvB Kriterien erfüllen.

12.6 Andere Schädliche Wirkungen:

Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Wassergefährdungsklasse (WGK):

WGK 1: schwach wassergefährdend.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren der Abfallbehandlung

Allgemeine Information:

Entsorgung von Abfall und Rückständen in Übereinstimmung mit den jeweiligen lokalen Bestimmungen.

Entsorgungsmethoden:

Bei Einleitung, Behandlung und Entsorgung alle zutreffenden abfallrechtlichen Vorschriften einhalten.

Europäische Abfallcodes

13 02 06*: synthetische Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

ADR/RID

- | | |
|--|----------------|
| 14.1 UN-Nummer: | — |
| 14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung: | — |
| 14.3 Transportgefahrenklassen | |
| Klasse: | Kein Gefahrgut |
| Etikett(en): | — |
| Gefahr Nr. (ADR): | — |
| Tunnelbeschränkungscode: | — |
| 14.4 Verpackungsgruppe: | — |
| 14.5 Umweltgefahren: | — |
| 14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender: | — |

Produktname: RENOLIN UNISYN CLP 220

ADN

- | | |
|--|----------------|
| 14.1 UN-Nummer: | – |
| 14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung: | – |
| 14.3 Transportgefahrenklassen | |
| Klasse: | Kein Gefahrgut |
| Etikett(en): | – |
| 14.3 Verpackungsgruppe: | – |
| 14.5 Umweltgefahren: | – |
| 14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender: | – |

IMDG

- | | |
|--|----------------|
| 14.1 UN-Nummer: | – |
| 14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung: | – |
| 14.3 Transportgefahrenklassen | |
| Klasse: | Kein Gefahrgut |
| Etikett(en): | – |
| EmS-Nr.: | – |
| 14.3 Verpackungsgruppe: | – |
| 14.5 Umweltgefahren: | – |
| 14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender: | – |

IATA

- | | |
|--|----------------|
| 14.1 UN-Nummer: | – |
| 14.2 Ordnungsgemäße Versandbezeichnung: | – |
| 14.3 Transportgefahrenklassen: | |
| Klasse: | Kein Gefahrgut |
| Etikett(en): | – |
| 14.4 Verpackungsgruppe: | – |
| 14.5 Umweltgefahren: | – |
| 14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender: | – |

14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens und gemäß IBC-Code:
Nicht anwendbar.

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch:

EU-Verordnungen

Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen: keine

VERORDNUNG (EG) Nr. 850/2004 über persistente organische Schadstoffe: keine

Nationale Verordnungen

Produktname: RENOLIN UNISYN CLP 220

**Wassergefährdungs-
klasse (WGK):** WGK 1: schwach wassergefährdend.

**15.2 Stoffsicherheits-
beurteilung:** Es wurde keine Stoffsicherheitsbeurteilung durchgeführt.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

**Informationen zur Überarbei-
tung:** Änderungen sind seitlich mit einem Doppelstrich markiert.

Wortlaut der H-Sätze in Kapitel 2 und 3

H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
H400	Sehr giftig für Wasserorganismen.
H410	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.
H412	Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Sonstige Angaben: Die Klassifizierung entspricht den aktuellen EG-Listen, ist jedoch ergänzt durch Angaben aus der Fachliteratur und durch Firmenangaben. Sie ergibt sich aus Prüfdaten bzw. der Anwendung der sog. konventionellen Methode.

Überarbeitet Am: 02.12.2019

Haftungsausschluss: Die vorstehenden Angaben im Sicherheitsdatenblatt entsprechen nach bestem Wissen dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse und Erfahrungen und dienen nur dazu, das Produkt bei Umgang, Transport und Entsorgung sicherheitstechnisch zu beschreiben. Die Angaben stellen in keiner Weise eine (technische) Beschreibung der Beschaffenheit der Ware (Produktspezifikation) dar. Eine Eignung des Produktes für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben im Sicherheitsdatenblatt nicht abgeleitet werden. Änderungen an diesem Dokument sind nicht zulässig. Die Angaben sind nicht übertragbar auf andere Produkte. Soweit das Produkt mit anderen Materialien vermischt, vermischt oder verarbeitet wird, oder einer Bearbeitung unterzogen wird, können die Angaben in diesem Sicherheitsdatenblatt nicht auf das gefertigte neue Material übertragen werden. Es liegt in der Verantwortung des Empfängers unseres Produktes, bei seinen Tätigkeiten die geltenden Gesetze auf Bundes-, Landes- und lokaler Ebene zu befolgen. Bitte nehmen Sie mit uns Kontakt auf, wenn Sie aktuelle Sicherheitsdatenblätter benötigen.

Dieses Datenblatt ist ein Sicherheitsdatenblatt nach §5 GefStoffV. Es wurde elektronisch erstellt und trägt keine Unterschrift.

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs beziehungsweise des Gemischs und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Handelsname : Shell Gadus S5 T460 1.5
Produktnummer : 001D8547

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Verwendung des Stoffs/des Gemisches : Fett für Industrie und Kraftfahrzeug.
Verwendungen, von denen abgeraten wird : Dieses Produkt darf ohne vorherige Befragung des Lieferanten nicht für andere als die in Abschnitt 1 empfohlenen Anwendungen verwendet werden.

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Hersteller/Lieferant : **Shell Deutschland Oil GmbH**
Suhrenkamp 71-77
D-22335 Hamburg
Telefon : (+49) 40 6324-6255
Telefax : (+49) 40 6321-051
E-Mail-Kontakt für Sicherheitsdatenblatt : Bei Fragen zum Inhalt dieses Sicherheitsdatenblatt senden Sie bitte eine E-Mail an lubricantSDS@shell.com

1.4 Notrufnummer : (+49) 30 3068 6790 (Giftnotruf Berlin)

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Einstufung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

Auf Basis der vorliegenden Daten erfüllt dieser Stoff / dieses Gemisch nicht die Einstufungskriterien.

2.2 Kennzeichnungselemente

Kennzeichnung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

Gefahrenpiktogramme : Kein Gefahrensymbol erforderlich

Signalwort : Kein Signalwort

Gefahrenhinweise : **PHYSIKALISCHE GEFAHREN:**

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

- Nicht als physikalische Gefahr nach den CLP-Kriterien eingestuft.
- **GESUNDHEITSGEFAHREN:** Nicht als Gesundheitsgefahr nach den CLP-Kriterien eingestuft.
- **UMWELTGEFAHREN:** Laut CLP-Kriterien nicht als umweltgefährdender Stoff klassifiziert.

Sicherheitshinweise : **Prävention:**
- Keine Sicherheitshinweise (P-Sätze).
Reaktion:
- Keine Sicherheitshinweise (P-Sätze).
Lagerung:
- Keine Sicherheitshinweise (P-Sätze).
Entsorgung:
- Keine Sicherheitshinweise (P-Sätze).

Sicherheitsdatenblatt auf Anfrage erhältlich.

Sensibilisierende Komponenten : Enthält Aminphosphat.
Enthält Mercaptothiadiazolverbindungen.
Kann allergische Reaktionen hervorrufen.

2.3 Sonstige Gefahren

Diese Mischung enthält keine REACH-registrierten Stoffe, die als PBT oder vPvB klassifiziert sind. Eine längere oder wiederholte Berührung mit der Haut ohne ordnungsgemäße Reinigung kann die Hautporen verstopfen und zu Störungen wie Ölakne/Follikulitis führen. Alt fett kann schädliche Verunreinigungen enthalten. Hochdruckeinspritzung unter die Haut kann zu schweren Schäden einschließlich örtlicher Nekrosen führen. Nicht als entzündlich eingestuft, aber brennbar.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.2 Gemische

Chemische Charakterisierung : Ein Schmierfett, das Polyolefine, synthetische Ester und Additive enthält.

Gefährliche Inhaltsstoffe

Chemische Bezeichnung	CAS-Nr. EG-Nr. Registrierungsnummer	Einstufung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)	Konzentration [%]
Aminphosphat	931-384-6 01-2119493620-38	Acute Tox.4; H302 Skin Sens.1; H317 Eye Dam.1; H318	0,1 - 0,9

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

		Aquatic Chronic2; H411	
Mercaptothiadiazolverbindungen	72676-55-2 276-763-0	Skin Sens.1; H317	0,1 - 0,9

Die Erklärung der Abkürzungen finden Sie unter Abschnitt 16.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

Schutz der Ersthelfer : Ersthelfer müssen unbedingt geeignete persönliche Schutzausrüstung tragen, die für den Vorfall, die Verletzung und die Umgebung angemessen ist.

Nach Einatmen : Bei normalen Gebrauchsbedingungen keine Behandlung notwendig.
Bei anhaltenden Beschwerden bitte einen Arzt aufsuchen.

Nach Hautkontakt : Verschmutzte Kleidung entfernen. Den exponierten Bereich mit Wasser spülen und dann mit Seife waschen, falls diese vorhanden.
Bei anhaltender Reizung Arzt aufsuchen.

Bei Verwendung von Hochdruckwerkzeugen kann es vorkommen, dass das Produkt unter die Haut injiziert wird. Sobald sich Verletzungen durch Hochdruckanwendungen ereignen, soll der Verunfallte sofort ein Krankenhaus aufsuchen. Nicht erst das Auftreten von Symptomen abwarten.
Auch wenn keine sichtbaren Verletzungen vorliegen, Arzt aufsuchen.

Nach Augenkontakt : Auge mit reichlich Wasser ausspülen.
Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen.
Bei anhaltender Reizung Arzt aufsuchen.

Nach Verschlucken : Im Allgemeinen ist keine Behandlung erforderlich, außer es werden große Mengen geschluckt. Dann holen Sie jedoch medizinische Beratung ein.

4.2 Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

Symptome : Zu den Anzeichen und Symptomen der Ölakne/Follikulitis kann die Entstehung von Mitessern und Pickeln in den exponierten Hautpartien zählen.
Das Verschlucken kann zu Übelkeit, Erbrechen und/oder Durchfall führen.

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

Örtliche Nekrosen zeigen sich an einem verzögerten Schmerzempfinden und Gewebeschädigungen wenige Stunden nach der Einspritzung.

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

Behandlung

: Ärztliche Hinweise:
Symptomatische Behandlung.

Hochdruckeinspritzverletzungen machen, um Gewebeschäden und Funktionsverlust zu minimieren, einen unverzüglichen chirurgischen Eingriff und evtl. eine Steroidtherapie notwendig.

Da die Eintrittswunden klein sind und die Schwere der eigentlichen Schädigung nicht widerspiegeln, ist unter Umständen eine chirurgische Untersuchung zur Ermittlung des Ausmaßes der Schädigung notwendig. Lokalanästhetika oder heiße Umschläge vermeiden, da sie zu Schwellungen, Gefäßkrämpfen und Blutleere führen können. Eine sofortige chirurgische Dekompression, Entfernung von nekrotischem Gewebe und Beseitigung von Fremdstoffen muss unter Vollnarkose geschehen, eine umfassende Untersuchung ist erforderlich.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

Geeignete Löschmittel : Schaum, Sprühwasser oder Wasserdampf. Trockenlöschpulver, Kohlendioxid, Sand oder Erde sind nur bei kleinen Bränden einsetzbar.

Ungeeignete Löschmittel : Keinen scharfen Wasserstrahl verwenden.

5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

Besondere Gefahren bei der Brandbekämpfung : Als gefährliche Verbrennungsprodukte können entstehen: Komplexe Mischung aus festen und flüssigen Partikeln und Gasen, einschließlich Bei unvollständiger Verbrennung kann Kohlenmonoxid freigesetzt werden. Nicht identifizierte organische und anorganische Verbindungen.

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung

Besondere Schutzausrüstung für die Brandbekämpfung : Personen müssen angemessene persönliche Schutzausrüstung einschließlich Chemieschutzhandschuhen tragen. Wenn die Gefahr großflächigen Kontakts durch verschüttetes Material besteht, muss ein Chemieschutzanzug getragen werden. In der Nähe von Feuer in engen Räumen muss ein umluftunabhängiges Atemschutzgerät getragen werden. Wählen Sie Brandschutzkleidung, die entsprechenden Normen entspricht (z. B. in Europa: EN 469).

Spezifische Löschmethoden : Löschmaßnahmen auf die Umgebung abstimmen.

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren

- Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen : 6.1.1 Für nicht für Notfälle geschultes Personal Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden.
6.1.2 Für Notfallpersonal: Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen

- Umweltschutzmaßnahmen : Angemessene Rückhaltemaßnahmen ergreifen, um eine Umweltverschmutzung zu vermeiden. Eindringen in das Abwassersystem, in Flüsse oder Oberflächengewässer durch Errichten von Sperren aus Sand bzw. Erde oder durch andere geeignete Abspermaßnahmen verhindern.

6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

- Reinigungsverfahren : Eindringen in das Abwassersystem, in Flüsse oder Oberflächengewässer durch Errichten von Sperren aus Sand bzw. Erde oder durch andere geeignete Abspermaßnahmen verhindern.

6.4 Verweis auf andere Abschnitte

Für Hinweise zur Auswahl der persönlichen Schutzausrüstung siehe Abschnitt 8 dieses Sicherheitsdatenblattes., Für Hinweise zur Entsorgung siehe Abschnitt 13 dieses Sicherheitsdatenblattes.

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung

- Allgemeine Sicherheitsvorkehrungen : Vorhandene Abluftanlagen verwenden, wenn Gefahr des Einatmens von Dämpfen, Nebeln oder Aerosolen besteht. Informationen in diesem Datenblatt als Grundlage zur Risikobeurteilung der Bedingungen vor Ort verwenden, um angemessene Maßnahmen für die sichere Handhabung, Lagerung und Entsorgung dieses Produkts festzulegen.

7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

- Hinweise zum sicheren Umgang : Längeren oder wiederholten Hautkontakt vermeiden. Einatmen von Dampf und/oder Nebel vermeiden. Beim Umgang mit dem Produkt in Fässern Sicherheitsschuhe tragen und geeignete Arbeitsgeräte verwenden. Ordnungsgemäße Entsorgung von kontaminierten Lappen

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

oder Reinigungsutensilien, um Feuer zu verhindern.

Brandklasse : Brände von flüssigen und flüssig werdenden Stoffen. Dazu zählen auch Stoffe, die durch die Temperaturerhöhung flüssig werden.

7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten

Lagerklasse (TRGS 510) : 10, Brennbare Flüssigkeiten

Sonstige Angaben : Behälter dicht verschlossen halten und an kühlem, gut gelüfteten Ort lagern. Ordnungsgemäß gekennzeichnete und verschließbare Behälter verwenden.

Bei Raumtemperatur lagern.

In Abschnitt 15 finden Sie weitere Informationen über die gesetzlich geregelten Verpackungs- und Lagervorschriften für dieses Produkt.

Verpackungsmaterial : Geeignetes Material: Für Behälter oder Behälterbeschichtung Weichstahl oder High-Density Polyethylen (HDPE) verwenden.
Ungeeignetes Material: PVC.

Behälterhinweise : Polyethylenbehälter dürfen höheren Temperaturen aufgrund der Gefahr einer möglichen Verformung nicht ausgesetzt werden.

7.3 Spezifische Endanwendungen

Bestimmte Verwendung(en) : Entfällt

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Arbeitsplatzgrenzwerte

Biologischer Arbeitsplatzgrenzwert

Keine biologische Grenze zugewiesen.

Überwachungs- bzw. Beobachtungsverfahren

Überwachung der Konzentration der Stoffe im Atemschutzbereich von Beschäftigten oder allgemein am Arbeitsplatz kann erforderlich sein, um die Einhaltung eines Arbeitsplatzgrenzwertes und die Eignung von Expositionsbegrenzungen zu bestätigen. Bei einigen Stoffen kann auch biologische Überwachung geeignet sein.

Validierte Methoden zur Expositionsmessung müssen durch eine qualifizierte Person durchgeführt

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

werden und die Proben müssen in einem zugelassenen Labor analysiert werden.
Einige Quellen für empfohlene Verfahren zur Überwachung der Luftkonzentration sind nachfolgend angegeben - gegebenenfalls auch mit dem Lieferanten in Verbindung setzen. Es sind möglicherweise weitere nationale Verfahren verfügbar.
National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), USA: Manual of Analytical Methods <http://www.cdc.gov/niosh/>
Occupational Safety and Health Administration (OSHA), USA: Sampling and Analytical Methods <http://www.osha.gov/>
Health and Safety Executive (HSE), UK: Methods for the Determination of Hazardous Substances <http://www.hse.gov.uk/>
Institut für Arbeitsschutz Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Germany. <http://www.dguv.de/inhalt/index.jsp>
L'Institut National de Recherche et de Sécurité, (INRS), France <http://www.inrs.fr/accueil>

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Technische Schutzmaßnahmen Der Umfang des Schutzes und die Arten der notwendigen Maßnahmen variieren in Abhängigkeit von den potenziellen Expositionsbedingungen. Arbeitsplatzüberwachung auf Basis einer Gefährdungsbeurteilung der örtlichen Gegebenheiten auswählen. Geeignete Maßnahmen beinhalten:
Angemessene Belüftung zur Steuerung der Konzentration in der Luft.

Wenn Material erhitzt oder versprüht wird oder sich Nebel bilden, kann eine höhere Konzentration in der Luft auftreten.

Allgemeine Angaben:

Verfahren zur sicheren Handhabung und Aufrechterhaltung der Schutzmaßnahmen festlegen. Mitarbeiter in Theorie und Praxis zu den Gefahren und Schutzmaßnahmen schulen, die für die routinemäßigen Arbeiten mit diesem Produkt relevant sind.
Ordnungsgemäße Auswahl, Tests und Wartung für Ausrüstung, die für Schutzmaßnahmen verwendet wird, sicherstellen, z. B. persönliche Schutzausrüstung, lokales Abluftsystem. Systeme vor Öffnen oder Wartung der Ausrüstung herunterfahren.
Abläufe dicht verschlossen aufbewahren bis zur Entsorgung oder zur späteren Wiederverwertung. Stets die bewährten Verfahren für persönliche Hygiene beachten, wie Händewaschen nach Umgang mit dem Material und vor den Essen, Trinken und/oder Rauchen. Arbeitskleidung und Schutzausrüstung regelmäßig waschen bzw. reinigen, um Kontaminanten zu entfernen. Kontaminierte Kleidungsstücke und Schuhe, die sich nicht reinigen lassen, entsorgen. Auf Ordnung und Sauberkeit achten.
Aufgrund der halbfesten Konsistenz des Produkts ist die Entstehung von Nebeln und Stäuben unwahrscheinlich.

Persönliche Schutzausrüstung

Diese Informationen werden in Übereinstimmung mit der PSA-Richtlinie (Richtlinie 89/686/EWG) und den Normen des Europäischen Komitees für Normung (CEN) bereitgestellt.

Persönliche Schutzausrüstung (PSA) entsprechend den nationalen Standards verwenden.

Augenschutz : Wenn das Material in der Weise gehandhabt wird, dass es in die Augen spritzen kann, wird ein entsprechender Augenschutz empfohlen.
gemäß EU-Standard EN 166.

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

Handschutz

Anmerkungen

: Bei möglichem Hautkontakt mit dem Produkt bietet die Verwendung von Handschuhen (gemäß z.B. EN374, Europa oder F739, USA) aus folgenden Materialien ausreichenden Schutz: Handschuhe aus PVC, Neopren oder Nitrilkautschuk. Eignung und Haltbarkeit eines Handschuhs sind abhängig von der Verwendung, z. B. Häufigkeit und Dauer des Kontakts sowie der chemischen Beständigkeit des Handschuhmaterials. Stets Handschuhlieferanten konsultieren. Verschmutzte Handschuhe ersetzen. Persönliche Hautpflege ist Voraussetzung für einen effektiven Hautschutz. Schutzhandschuhe auf sauberen Händen tragen. Nach dem Gebrauch die Hände waschen und gründlich abtrocknen. Es wird empfohlen, eine nicht parfümierte Feuchtigkeitscreme zu verwenden.

Bei dauerhafter Exposition raten wir zu Handschuhen mit einer Durchbruchzeit von über 240 Minuten, ideal mit > 480 Minuten, sofern vorhanden. Als Schutz gegen kurzzeitige Exposition / Spritzschutz bleibt die Empfehlung dieselbe, jedoch kann es sein, dass Handschuhe dieser Schutzklasse nicht verfügbar sind. In diesem Fall sind auch Handschuhe mit kürzerer Durchbruchzeit ausreichend, sofern alle Pflege- und Ersatzhinweise beachtet werden. Die Dicke der Handschuhe lässt keinen zuverlässigen Rückschluss auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen eine bestimmte Chemikalie zu, da diese von der genauen Zusammensetzung des Handschuhmaterials abhängt. Abhängig von Hersteller und Modell der Handschuhe sollte deren Dicke normalerweise 0,35 mm übersteigen.

Haut- und Körperschutz

: Hautschutz, der über die übliche Arbeitskleidung hinausgeht, ist normalerweise nicht erforderlich. Es hat sich bewährt, chemikalien-resistente Handschuhe zu tragen.

Atemschutz

: Bei normalem Umgang ist normalerweise kein Atemschutz notwendig. Im Sinne einer guten Industriehygiene-Praxis Vorkehrungen gegen das Einatmen des Materials treffen. Wenn technische Maßnahmen die Luftschadstoff-Konzentration nicht unter dem für den Arbeitsschutz kritischen Wert halten können, geeigneten Atemschutz unter Berücksichtigung der speziellen Arbeitsbedingungen und der jeweiligen gesetzlichen Vorschriften auswählen. Mit Herstellern von Atemschutzgeräten abklären. Wenn normale Filtersysteme geeignet sind, unbedingt die geeignete Kombination von Filter und Maske auswählen.

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

Einen Kombinationsfilter für Partikel, Gase und Dämpfe (Siedepunkt > 65°C, 149°F; nach EN14387) verwenden.

Thermische Gefahren : Entfällt

Begrenzung und Überwachung der Umweltexposition

Allgemeine Hinweise : Geeignete Maßnahmen zur Erfüllung der Anforderungen aus den relevanten Umweltschutzgesetzen ergreifen. Hinweise in Abschnitt 6 zur Vermeidung einer Umwelt- Kontamination beachten. Nicht gelöstes Material nicht ins Abwasser gelangen lassen. Abwasser in einer kommunalen oder industriellen Kläranlage behandeln bevor es in Oberflächengewässer eingeleitet wird. Behördliche Vorschriften für Abluft beachten.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

Aussehen : Halbfest bei Umgebungstemperatur.

Farbe : hellbraun

Geruch : Leichter Kohlenwasserstoffgeruch

Geruchsschwelle : Keine Angaben verfügbar.

pH-Wert : Entfällt

Tropfpunkt : 250 °C Methode: IP 396

Siedebeginn und Siedebereich : Keine Angaben verfügbar.

Flammpunkt :
Anmerkungen: Nicht anwendbar

Verdampfungsgeschwindigkeit : Keine Angaben verfügbar.

Entzündbarkeit (fest, gasförmig) : Keine Angaben verfügbar.

Obere Explosionsgrenze : Typisch 10 %(V)

Untere Explosionsgrenze : Typisch 1 %(V)

Dampfdruck : < 0,5 Pa (20 °C)

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

	geschätzt
Relative Dampfdichte	: > 1 geschätzt
Relative Dichte	: 1,000 (15,0 °C)
Dichte	: 1.000 kg/m ³ (15,0 °C) Methode: Unspezifiziert
Löslichkeit(en)	
Wasserlöslichkeit	: vernachlässigbar
Löslichkeit in anderen Lösungsmitteln	: Keine Angaben verfügbar.
Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser	: log Pow: > 6 (bezogen auf Informationen über vergleichbare Produkte)
Selbstentzündungstemperatur	: > 320 °C
Zersetzungstemperatur	: Keine Angaben verfügbar.
Viskosität	
Viskosität, dynamisch	: Keine Angaben verfügbar.
Viskosität, kinematisch	: Entfällt
Explosive Eigenschaften	: nicht klassifiziert
Oxidierende Eigenschaften	: Keine Angaben verfügbar.

9.2 Sonstige Angaben

Leitfähigkeit	: Es wird nicht erwartet, dass es sich bei diesem Material um einen statischen Akkumulator handelt.
---------------	---

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität

Neben den in folgendem Unterabsatz aufgelisteten Gefahren durch Reaktivität gehen keine weiteren derartigen Gefahren vom Produkt aus.

10.2 Chemische Stabilität

Stabil.

Wenn Material vorschriftsgemäß gehandhabt und gelagert wird, ist keine gefährliche Reaktion zu erwarten.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

10 / 21

800001016038
DE

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

Gefährliche Reaktionen : Reagiert mit starken Oxidationsmitteln.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Zu vermeidende Bedingungen : Extreme Temperaturen und extremes Sonnenlicht.

10.5 Unverträgliche Materialien

Zu vermeidende Stoffe : Starke Oxidationsmittel.

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Gefährliche Zersetzungsprodukte : Keine Zersetzung bei bestimmungsgemäßer Lagerung und Anwendung.

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Grundlagen der Bewertung : Die Bewertung wurde aus toxikologischen Daten von Einzelkomponenten oder ähnlichen Produkten abgeleitet. Sofern nicht anders angegeben, gelten die vorliegenden Daten für das Produkt als Ganzes und nicht für einzelne Bestandteile.

Angaben zu wahrscheinlichen Expositionswegen : Haut- und Augenkontakt sind die Hauptwege einer Exposition, auch wenn es zu einer Exposition durch zufällige Aufnahme kommen kann.

Akute Toxizität

Produkt:

Akute orale Toxizität : LD50 Ratte: > 5.000 mg/kg
Anmerkungen: Geringe Toxizität:
Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Akute inhalative Toxizität : Anmerkungen: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Akute dermale Toxizität : LD50 Kaninchen: > 5.000 mg/kg
Anmerkungen: Geringe Toxizität:
Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Ätz-/Reizwirkung auf die Haut

Produkt:

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

Anmerkungen: Leicht hautreizend., Eine längere oder wiederholte Berührung mit der Haut ohne ordnungsgemäße Reinigung kann die Hautporen verstopfen und zu Störungen wie Ölakne/Folikulitis führen., Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Schwere Augenschädigung/-reizung

Produkt:

Anmerkungen: Leicht augenreizend., Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Inhaltsstoffe:

Aminphosphat:

Anmerkungen: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Sensibilisierung der Atemwege/Haut

Produkt:

Anmerkungen: Bei Atemwegs- oder Hautsensibilisierung: Kein Sensibilisator., Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Inhaltsstoffe:

Aminphosphat:

Anmerkungen: Versuchsdaten haben gezeigt, dass die Konzentration an potenziell allergisierenden Bestandteilen bei diesem Produkt keine Hautallergisierung hervorruft., Kann eine allergische Hautreaktion bei empfindlichen Personen verursachen.

Mercaptothiadiazolverbindungen:

Anmerkungen: Kann eine allergische Hautreaktion bei empfindlichen Personen verursachen.

Keimzell-Mutagenität

Produkt:

: Anmerkungen: Nicht mutagen, Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Karzinogenität

Produkt:

Anmerkungen: Nicht karzinogen., Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Material	GHS/CLP Karzinogenität Einstufung
Aminphosphat	Als nicht karzinogen klassifiziert

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

Mercaptothiadiazolverbindungen	Als nicht karzinogen klassifiziert
--------------------------------	------------------------------------

Reproduktionstoxizität

Produkt:

:
Anmerkungen: Verursacht keine Entwicklungsstörungen., Beeinträchtigt nicht die Fertilität., Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition

Produkt:

Anmerkungen: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition

Produkt:

Anmerkungen: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Aspirationstoxizität

Produkt:

Kein Aspirationsrisiko.

Weitere Information

Produkt:

Anmerkungen: Altfett kann schädliche Verunreinigungen enthalten, die sich während des Gebrauchs angesammelt haben. Die Konzentration dieser schädlichen Verunreinigungen ist abhängig vom Gebrauch, und sie können bei der Entsorgung zu Gefahren für die Gesundheit und die Umwelt führen., Das GESAMTE Altfett ist vorsichtig zu handhaben, eine Berührung mit der Haut ist möglichst zu vermeiden.

Anmerkungen: Hochdruckeinspritzung des Produkts in die Haut kann zu örtlichen Nekrosen führen, wenn Produkt nicht chirurgisch entfernt wird.

Anmerkungen: Leicht reizend für die Atmungsorgane.

Anmerkungen: Klassifizierungen anderer Behörden unter verschiedenen Regelungsrahmen können existieren.

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

Übersicht über die Bewertung der CMR-Eigenschaften

- Keimzell-Mutagenität-Bewertung : Dieses Produkt erfüllt nicht die Kriterien für eine Klassifizierung in den Kategorien 1A/1B.
- Karzinogenität - Bewertung : Dieses Produkt erfüllt nicht die Kriterien für eine Klassifizierung in den Kategorien 1A/1B.
- Reproduktionstoxizität - Bewertung : Dieses Produkt erfüllt nicht die Kriterien für eine Klassifizierung in den Kategorien 1A/1B.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität

- Grundlagen der Bewertung : Ökotoxikologische Daten wurden speziell für dieses Produkt nicht ermittelt.
Die bereitgestellten Informationen basieren auf dem Wissen über die Komponenten und der Ökotoxikologie ähnlicher Erzeugnisse.
Sofern nicht anders angegeben, gelten die vorliegenden Daten für das Produkt als Ganzes und nicht für einzelne Bestandteile. (LL/EL/IL50 ausgedrückt als die nominale Menge des Produkts, die zur Zubereitung eines wässrigen Versuchsextrakts benötigt wird).

Produkt:

- Toxizität gegenüber Fischen (Akute Toxizität) : Anmerkungen: LL/EL/IL50 >100 mg/l
Praktisch nicht giftig:
Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.
- Giftig für Krebstiere (Akute Toxizität) : Anmerkungen: LL/EL/IL50 >100 mg/l
Praktisch nicht giftig:
Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.
- Giftig für Algen/Wasserpflanzen (Akute Toxizität) : Anmerkungen: LL/EL/IL50 >100 mg/l
Praktisch nicht giftig:
Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.
- Toxizität gegenüber Fischen (Chronische Toxizität) : Anmerkungen: Keine Angaben verfügbar.
- Giftig für Krebstiere (Chronische Toxizität) : Anmerkungen: Keine Angaben verfügbar.
- Giftig für Mikroorganismen :

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

(Akute Toxizität)

Anmerkungen: Keine Angaben verfügbar.

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

Produkt:

Biologische Abbaubarkeit : Anmerkungen: Nicht leicht biologisch abbaubar., Die Hauptinhaltsstoffe sind natürlich biologisch abbaubar, es auch Bestandteile enthalten, die in der Umwelt verbleiben können.

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Produkt:

Bioakkumulation : Anmerkungen: Enthält Bestandteile mit potentieller Bioakkumulation.

Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser : log Pow: > 6Anmerkungen: (bezogen auf Informationen über vergleichbare Produkte)

12.4 Mobilität im Boden

Produkt:

Mobilität : Anmerkungen: Halbfest bei Raumtemperatur., Wird durch Adsorption an Erdbodenpartikeln immobilisiert.
Anmerkungen: Schwimmt auf der Wasseroberfläche auf.

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

Produkt:

Bewertung : Diese Mischung enthält keine REACH-registrierten Stoffe, die als PBT oder vPvB klassifiziert sind.

12.6 Andere schädliche Wirkungen

Produkt:

Sonstige ökologische Hinweise : Hat kein Ozonabbaupotential, kein photochemisches Ozonbildungspotential oder ein Potential zur globalen Erwärmung beizutragen., Produkt ist eine Mischung aus nicht flüchtigen Bestandteilen, die bei normaler Anwendung nicht in signifikanten Mengen in die Luft abgegeben werden.
Schwerlösliches Gemisch., Kann physische Ablagerungen an Wasserorganismen verursachen.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren der Abfallbehandlung

Produkt : Rückgewinnung oder Recycling, wenn möglich.
Es liegt in der Verantwortung des Abfallerzeugers, die

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

Toxizität und die physikalischen Eigenschaften des erzeugten Materials zu bestimmen, um die richtige Klassifizierung des Abfalls und die Entsorgungsmethoden unter Einhaltung der anzuwendenden Vorschriften festzulegen.

Nicht in die Umwelt, Kanalisation oder Wasserläufe gelangen lassen.

Es darf nicht zugelassen werden, dass das Abfallprodukt den Boden oder das Grundwasser kontaminiert oder in der Umwelt entsorgt wird.

Abfälle, Verschüttungen und das gebrauchte Produkt sind gefährliche Abfälle.

Verunreinigte Verpackungen : In Übereinstimmung mit den bestehenden behördlichen Vorschriften durch einen zugelassenen Abfallsammler oder -Verwerter entsorgen, von dessen Eignung man sich vorher überzeugt hat.
Entsorgung entsprechend der regionalen, nationalen und lokalen Gesetze und Vorschriften.

Örtliche Gesetze

Abfallkatalog :

EU-Abfallschlüssel:

Abfallschlüssel-Nr. :

12 01 12*

Anmerkungen : Entsorgung entsprechend der regionalen, nationalen und lokalen Gesetze und Vorschriften.

Die Einstufung der Abfälle liegt immer in der Verantwortung des Endverwenders.

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

14.1 UN-Nummer

ADN : Nicht als Gefahrgut eingestuft
ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft
RID : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IATA : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung

ADN : Nicht als Gefahrgut eingestuft
ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft
RID : Nicht als Gefahrgut eingestuft

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft

IATA : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.3 Transportgefahrenklassen

ADN : Nicht als Gefahrgut eingestuft

ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft

RID : Nicht als Gefahrgut eingestuft

IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft

IATA : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.4 Verpackungsgruppe

ADN : Nicht als Gefahrgut eingestuft

CDNI Abfallübereinkommen : NST 3411 Schmierfette

ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft

RID : Nicht als Gefahrgut eingestuft

IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft

IATA : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.5 Umweltgefahren

ADN : Nicht als Gefahrgut eingestuft

ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft

RID : Nicht als Gefahrgut eingestuft

IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

Anmerkungen : Siehe auch Abschnitt 7, Handhabung und Lagerung, für spezielle Vorsichtsmaßnahmen, welche Anwender wissen, bzw. im Rahmen von Transportvorschriften erfüllen müssen.

14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens 73/78 und gemäß IBC-Code

Auf Produkt im Lieferzustand nicht zutreffend. Für Bulk-Transporte auf Seewegen sind die MARPOL Anhang 1 Regeln zu beachten.

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch

REACH - Verzeichnis der zulassungspflichtigen Stoffe (Anhang XIV) : Produkt unterliegt keiner Zulassung laut REACH.

Wassergefährdungsklasse : WGK 1 schwach wassergefährdend
Anmerkungen: Einstufung nach AwSV, Anlage 1 (5.2)

Flüchtige organische Verbindungen : 0 %

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

Sonstige Vorschriften : Die Informationen zu gesetzlichen Regelungen erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Es können darüber hinaus auch andere Vorschriften für das Produkt gelten.

Technische Anleitung Luft: Produkt ist nicht namentlich aufgeführt. Abschnitt 5.2.5 zusammen mit Abschnitt 5.4.9 beachten.

Vorgaben der Betriebs-Sicherheits-Verordnung (BetrSichV) beachten.

Jugendarbeitsschutzgesetz (JArbSchG) - Nicht anwendbar.

Verordnung zum Schutz der Mütter am Arbeitsplatz (MuSchArbV) - Nicht anwendbar

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), Anhang XIV.
Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), Anhang XVII.
Richtlinie 2012/18/EU zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen (Seveso III).
Richtlinie 2004/37/EG über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit und ihre Änderungen.
Richtlinie 1994/33/EG über den Jugendarbeitsschutz, einschließlich Änderungen.
Richtlinie 92/85/EWG des Rates über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes von schwangeren Arbeitnehmerinnen, Wöchnerinnen und stillenden Arbeitnehmerinnen am Arbeitsplatz, einschließlich Änderungen.

Die Komponenten dieses Produktes sind in folgenden Verzeichnissen aufgeführt:

EINECS/ELINCS/EC : Alle Bestandteile verzeichnet oder ausgenommen (Polymer).
TSCA : Alle Bestandteile verzeichnet.

15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung

Der Hersteller hat für diesen Stoff/diese Mischung keine chemische Sicherheitsbewertung durchgeführt.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

Volltext der H-Sätze

H302	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
H318	Verursacht schwere Augenschäden.
H411	Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Volltext anderer Abkürzungen

Acute Tox.	Akute Toxizität
Aquatic Chronic	Langfristig (chronisch) gewässergefährdend
Eye Dam.	Schwere Augenschädigung
Skin Sens.	Sensibilisierung durch Hautkontakt

Legende zu Abkürzungen in diesem Sicherheitsdatenblatt : Die in diesem Dokument verwendeten Standard-Abkürzungen und -Akronyme können in einschlägiger Referenzliteratur (z. B. wissenschaftlichen Wörterbüchern) bzw. auf Webseiten nachgeschlagen werden.

ACGIH = Amerikanische Konferenz der staatlich-industriellen Hygieniker
ADR = Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
AICS = Australisches Verzeichnis chemischer Substanzen
ASTM = Amerikanische Gesellschaft für Werkstoffprüfung
BEL = Biologische Expositionsgrenze
BTEX = Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole
CAS = Chemical Abstracts Service
CEFIC = Wirtschaftsverband der europäischen chemischen Industrie
CLP = Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung
COC = Flammpunktprüfer nach Cleveland
DIN = Deutsches Institut für Normung
DMEL = Abgeleitetes Minimal-Effekt Niveau
DNEL = Expositionskonzentration ohne Auswirkungen
DSL = Kanadisches Verzeichnis inländischer Substanzen
EC = Europäische Kommission
EC50 = Effektive Konzentration 50
ECETOC = Europäisches Zentrum für Ökotoxikologie und Toxikologie von Chemikalien
ECHA = Europäische Chemikalien Agentur
EINECS = Europäisches Altstoffverzeichnis
EL50 = Effektives Niveau 50
ENCS = Japanisches Verzeichnis bestehender und neuer Chemikalien
EWC = Europäischer Abfall-Code
GHS = Global Harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien
IARC = Internationales Krebsforschungszentrum
IATA = Internationale Flug-Transport-Vereinigung
IC50 = Hemmkonzentration 50
IL50 = Hemmniveau 50
IMDG = Internationale Maritime Gefahrgüter

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

INV = Chinesisches Chemikalien-Verzeichnis
IP346 = "Institute of Petroleum" (IP) Testmethode Nr. 346 zur Bestimmung von polyzyklischen Aromaten DMSO-extrahierbar
KECI = Koreanisches Verzeichnis bestehender Chemikalien
LC50 = Letale Konzentration 50
LD50 = Letale Dosis 50
LL/EL/IL = Letale Belastung / Expositionsgrenze / Inhibitions-grenze
LL50 = Letales Niveau 50
MARPOL = Übereinkommen zur Verhütung der Meeres-Verschmutzung durch Schiffe
NOEC/NOEL = Höchste Dosis oder Expositionskonzentration einer Substanz ohne beobachtete Auswirkungen
OE_HP V = Occupational Exposure – High Production Volume (Berufliche Exposition – hohes Produktionsvolumen)
PBT = Persistent, bioakkumulierbar, toxisch
PICCS = Philippinisches Verzeichnis von Chemikalien und chemischen Substanzen
PNEC = Abgeschätzte Nicht-Effekt Konzentration
REACH = Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien
RID = Regulations Relating to International Carriage of Dangerous Goods by Rail (Regelung zur internationalen Beförderung gefährlicher Güter im Schienenverkehr)
SKIN_DES = Skin Designation (Kennzeichnung, dass Hautabsorption vermieden werden soll)
STEL = Kurzzeit Expositionsgrenze
TRA = Gezielte Risiko-Bewertung
TSCA = US-Amerikanisches Gesetz zur Chemikalienkontrolle
TWA = Zeitgewichteter Durchschnitt
vPvB = Sehr persistent und sehr bioakkumulierbar

Weitere Information

Sonstige Angaben

: Dieses Sicherheitsdatenblatt verfügt über keinen Anhang zu Expositionsszenarien. Es handelt sich um ein nicht klassifiziertes Gemisch, das gefährliche Stoffe gemäß Abschnitt 3 enthält. Relevante Informationen aus den Expositionsszenarios für die gefährlichen Bestandteile wurden in die Hauptabschnitte 1–16 dieses SDBs eingefügt.

Senkrechte Striche (|) am linken Rand weisen auf Änderungen gegenüber der vorangehenden Version hin.

Die Angaben stützen sich auf den heutigen Stand unserer Kenntnisse, sie stellen jedoch keine Zusicherung von Produkteigenschaften dar und begründen kein vertragliches Rechtsverhältnis. Das Produkt ist nur zur gewerblichen Verwendung/Verarbeitung bestimmt, wenn diese in Abschnitt 16 nicht anderweitig spezifiziert sind.

SICHERHEITSDATENBLATT

Gemäß der EG Nr. 1907/2006 in der zum Datum dieses
Sicherheitsdatenblatts geänderten Fassung

Shell Gadus S5 T460 1.5

Version 4.4

Überarbeitet am 19.12.2018

Druckdatum 21.12.2018

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs beziehungsweise des Gemischs und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Handelsname : Shell Spirax S4 TXM
Produktnummer : 001D8246

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Verwendung des Stoffs/des Gemisches : Getriebeöl.
Verwendungen, von denen abgeraten wird : Dieses Produkt darf ohne vorherige Befragung des Lieferanten nicht für andere als die in Abschnitt 1 empfohlenen Anwendungen verwendet werden.

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Hersteller/Lieferant : **Shell Luxembourgeoise Sàrl**
7 Rue de l' Industrie
L-8069 Bertrange
Telefon : (+352) 031114 1715
Telefax :
E-Mail-Kontakt für Sicherheitsdatenblatt : Bei Fragen zum Inhalt dieses Sicherheitsdatenblatt senden Sie bitte eine E-Mail an lubricantSDS@shell.com

1.4 Notrufnummer : +32 2 2167469

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Einstufung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

Auf Basis der vorliegenden Daten erfüllt dieser Stoff / dieses Gemisch nicht die Einstufungskriterien.

2.2 Kennzeichnungselemente

Kennzeichnung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

Gefahrenpiktogramme : Kein Gefahrensymbol erforderlich
Signalwort : Kein Signalwort
Gefahrenhinweise :
- PHYSIKALISCHE GEFAHREN:
Nicht als physikalische Gefahr nach den

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

CLP-Kriterien eingestuft.
GESUNDHEITSGEFAHREN:
- Nicht als Gesundheitsgefahr nach den CLP-Kriterien eingestuft.
UMWELTGEFAHREN:
- Laut CLP-Kriterien nicht als umweltgefährdender Stoff klassifiziert.

Sicherheitshinweise : **Prävention:**
- Keine Sicherheitshinweise (P-Sätze).
Reaktion:
- Keine Sicherheitshinweise (P-Sätze).
Lagerung:
- Keine Sicherheitshinweise (P-Sätze).
Entsorgung:
- Keine Sicherheitshinweise (P-Sätze).

Sicherheitsdatenblatt auf Anfrage erhältlich.

Sensibilisierende Komponenten : Enthält borierte Ester.
Kann allergische Reaktionen hervorrufen.

2.3 Sonstige Gefahren

Diese Mischung enthält keine REACH-registrierten Stoffe, die als PBT oder vPvB klassifiziert sind. Eine längere oder wiederholte Berührung mit der Haut ohne ordnungsgemäße Reinigung kann die Hautporen verstopfen und zu Störungen wie Ölakne/Folikulitis führen. Altöl kann schädliche Verunreinigungen enthalten. Nicht als entzündlich eingestuft, aber brennbar.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.2 Gemische

Chemische Charakterisierung : Hochraffinierte Mineralöle und Zusätze.
Das hochraffinierte Mineralöl enthält nach IP 346 einen Dimethylsulfoxid (DMSO)-extrahierbaren Anteil von weniger als 3 % (w/w).
: * umfasst eine oder mehrere der folgenden CAS-Nummern (REACH-Registrierungsnummern): 64742-53-6 (01-2119480375-34), 64742-54-7 (01-2119484627-25), 64742-55-8 (01-2119487077-29), 64742-56-9 (01-2119480132-48), 64742-65-0 (01-2119471299-27), 68037-01-4 (01-2119486452-34), 72623-86-0 (01-2119474878-16), 72623-87-1 (01-2119474889-13), 8042-47-5 (01-2119487078-27), 848301-69-9 (01-0000020163-82).

Gefährliche Inhaltsstoffe

Chemische	CAS-Nr.	Einstufung	Konzentration
-----------	---------	------------	---------------

2 / 20

800001005108
LU

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

Bezeichnung	EG-Nr. Registrierungsnummer	(VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)	[%]
Zinkdialkyldithiophosphate	Zinkdialkyldithiophosphat 224-235-5	Eye Dam.1; H318 Aquatic Chronic2; H411	1 - 2,4
borierte Ester	939-580-3	Skin Sens.1B; H317	0,1 - 0,9
Vergleichbare niederviskose Grundöle (<20,5 mm ² /s bei 40 °C) *		Asp. Tox.1; H304	0 - 90

Die Erklärung der Abkürzungen finden Sie unter Abschnitt 16.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

- Schutz der Ersthelfer : Ersthelfer müssen unbedingt geeignete persönliche Schutzausrüstung tragen, die für den Vorfall, die Verletzung und die Umgebung angemessen ist.
- Nach Einatmen : Bei normalen Gebrauchsbedingungen keine Behandlung notwendig.
Bei anhaltenden Beschwerden bitte einen Arzt aufsuchen.
- Nach Hautkontakt : Verschmutzte Kleidung entfernen. Den exponierten Bereich mit Wasser spülen und dann mit Seife waschen, falls diese vorhanden.
Bei anhaltender Reizung Arzt aufsuchen.
- Nach Augenkontakt : Auge mit reichlich Wasser ausspülen.
Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen.
Bei anhaltender Reizung Arzt aufsuchen.
- Nach Verschlucken : Im Allgemeinen ist keine Behandlung erforderlich, außer es werden große Mengen geschluckt. Dann holen Sie jedoch medizinische Beratung ein.

4.2 Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

- Symptome : Zu den Anzeichen und Symptomen der Ölakne/Follikulitis kann die Entstehung von Mitessern und Pickeln in den exponierten Hautpartien zählen.
Das Verschlucken kann zu Übelkeit, Erbrechen und/oder Durchfall führen.

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

Behandlung : Ärztliche Hinweise:
Symptomatische Behandlung.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

Geeignete Löschmittel : Schaum, Sprühwasser oder Wasserdampf.
Trockenlöschpulver, Kohlendioxid, Sand oder Erde sind nur bei kleinen Bränden einsetzbar.

Ungeeignete Löschmittel : Keinen scharfen Wasserstrahl verwenden.

5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

Besondere Gefahren bei der Brandbekämpfung : Als gefährliche Verbrennungsprodukte können entstehen: Komplexe Mischung aus festen und flüssigen Partikeln und Gasen, einschließlich Bei unvollständiger Verbrennung kann Kohlenmonoxid freigesetzt werden. Nicht identifizierte organische und anorganische Verbindungen.

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung

Besondere Schutzausrüstung für die Brandbekämpfung : Personen müssen angemessene persönliche Schutzausrüstung einschließlich Chemieschutzhandschuhen tragen. Wenn die Gefahr großflächigen Kontakts durch verschüttetes Material besteht, muss ein Chemieschutzanzug getragen werden. In der Nähe von Feuer in engen Räumen muss ein umluftunabhängiges Atemschutzgerät getragen werden. Wählen Sie Brandschutzkleidung, die entsprechenden Normen entspricht (z. B. in Europa: EN 469).

Spezifische Löschmethoden : Löschmaßnahmen auf die Umgebung abstimmen.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren

Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen : 6.1.1 Für nicht für Notfälle geschultes Personal
Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden.
6.1.2 Für Notfallpersonal:
Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen

Umweltschutzmaßnahmen : Angemessene Rückhaltemaßnahmen ergreifen, um eine Umweltverschmutzung zu vermeiden. Eindringen in das Abwassersystem, in Flüsse oder Oberflächengewässer durch Errichten von Sperren aus Sand bzw. Erde oder durch andere geeignete Abspermaßnahmen verhindern.

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

Wenn größere Mengen verschütteten Materials nicht eingedämmt werden können, sollen die lokalen Behörden benachrichtigt werden.

6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

Reinigungsverfahren : Rutschgefahr beim Verschütten. Unfälle vermeiden, unverzüglich reinigen.
Ausbreitung durch eine Sperre aus Sand, Erde oder anderem Rückhaltematerial verhindern.
Flüssigkeit direkt oder in saugfähigem Material beseitigen.
Rückstand mit einem Adsorbens wie Erde, Sand oder einem anderen geeigneten Material aufsaugen und ordnungsgemäß entsorgen.

6.4 Verweis auf andere Abschnitte

Für Hinweise zur Auswahl der persönlichen Schutzausrüstung siehe Abschnitt 8 dieses Sicherheitsdatenblattes., Für Hinweise zur Entsorgung siehe Abschnitt 13 dieses Sicherheitsdatenblattes.

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung

Allgemeine Sicherheitsvorkehrungen : Vorhandene Abluftanlagen verwenden, wenn Gefahr des Einatmens von Dämpfen, Nebeln oder Aerosolen besteht.
Informationen in diesem Datenblatt als Grundlage zur Risikobeurteilung der Bedingungen vor Ort verwenden, um angemessene Maßnahmen für die sichere Handhabung, Lagerung und Entsorgung dieses Produkts festzulegen.

7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

Hinweise zum sicheren Umgang : Längeren oder wiederholten Hautkontakt vermeiden.
Einatmen von Dampf und/oder Nebel vermeiden.
Beim Umgang mit dem Produkt in Fässern Sicherheitsschuhe tragen und geeignete Arbeitsgeräte verwenden.
Ordnungsgemäße Entsorgung von kontaminierten Lappen oder Reinigungsutensilien, um Feuer zu verhindern.

Umfüllen : Dieses Material ist ein potenzieller statischer Akkumulator. Bei der Massenbeförderung ist stets auf richtige Erdung und richtigen Potenzialausgleich zu achten.

7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten

Sonstige Angaben : Behälter dicht verschlossen halten und an kühlem, gut gelüfteten Ort lagern. Ordnungsgemäß gekennzeichnete und verschließbare Behälter verwenden.

Bei Raumtemperatur lagern.

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

In Abschnitt 15 finden Sie weitere Informationen über die gesetzlich geregelten Verpackungs- und Lagervorschriften für dieses Produkt.

Verpackungsmaterial : Geeignetes Material: Für Behälter oder Behälterbeschichtung Weichstahl oder High-Density Polyethylen (HDPE) verwenden.
Ungeeignetes Material: PVC.

Behälterhinweise : Polyethylenbehälter dürfen höheren Temperaturen aufgrund der Gefahr einer möglichen Verformung nicht ausgesetzt werden.

7.3 Spezifische Endanwendungen

Bestimmte Verwendung(en) : Entfällt

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Arbeitsplatzgrenzwerte

Inhaltsstoffe	CAS-Nr.	Werttyp (Art der Exposition)	Zu überwachende Parameter	Grundlage
Mineralölnebel		TWA	5 mg/m ³	US. ACGIH Threshold Limit Values

Biologischer Arbeitsplatzgrenzwert

Keine biologische Grenze zugewiesen.

Überwachungs- bzw. Beobachtungsverfahren

Überwachung der Konzentration der Stoffe im Atemschutzbereich von Beschäftigten oder allgemein am Arbeitsplatz kann erforderlich sein, um die Einhaltung eines Arbeitsplatzgrenzwertes und die Eignung von Expositionsbegrenzungen zu bestätigen. Bei einigen Stoffen kann auch biologische Überwachung geeignet sein.

Validierte Methoden zur Expositionsmessung müssen durch eine qualifizierte Person durchgeführt werden und die Proben müssen in einem zugelassenen Labor analysiert werden.

Einige Quellen für empfohlene Verfahren zur Überwachung der Luftkonzentration sind nachfolgend angegeben - gegebenenfalls auch mit dem Lieferanten in Verbindung setzen. Es sind möglicherweise weitere nationale Verfahren verfügbar.

National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), USA: Manual of Analytical Methods <http://www.cdc.gov/niosh/>

Occupational Safety and Health Administration (OSHA), USA: Sampling and Analytical Methods <http://www.osha.gov/>

Health and Safety Executive (HSE), UK: Methods for the Determination of Hazardous Substances <http://www.hse.gov.uk/>

Institut für Arbeitsschutz Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Germany.

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

<http://www.dguv.de/inhalt/index.jsp>

L'Institut National de Recherche et de Sécurité, (INRS), France <http://www.inrs.fr/accueil>

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Technische Schutzmaßnahmen Der Umfang des Schutzes und die Arten der notwendigen Maßnahmen variieren in Abhängigkeit von den potenziellen Expositionsbedingungen. Arbeitsplatzüberwachung auf Basis einer Gefährdungsbeurteilung der örtlichen Gegebenheiten auswählen. Geeignete Maßnahmen beinhalten:
Angemessene Belüftung zur Steuerung der Konzentration in der Luft.

Wenn Material erhitzt oder versprüht wird oder sich Nebel bilden, kann eine höhere Konzentration in der Luft auftreten.

Allgemeine Angaben:

Verfahren zur sicheren Handhabung und Aufrechterhaltung der Schutzmaßnahmen festlegen. Mitarbeiter in Theorie und Praxis zu den Gefahren und Schutzmaßnahmen schulen, die für die routinemäßigen Arbeiten mit diesem Produkt relevant sind.
Ordnungsgemäße Auswahl, Tests und Wartung für Ausrüstung, die für Schutzmaßnahmen verwendet wird, sicherstellen, z. B. persönliche Schutzausrüstung, lokales Abluftsystem. Systeme vor Öffnen oder Wartung der Ausrüstung herunterfahren.
Abläufe dicht verschlossen aufbewahren bis zur Entsorgung oder zur späteren Wiederverwertung. Stets die bewährten Verfahren für persönliche Hygiene beachten, wie Händewaschen nach Umgang mit dem Material und vor den Essen, Trinken und/oder Rauchen. Arbeitskleidung und Schutzausrüstung regelmäßig waschen bzw. reinigen, um Kontaminanten zu entfernen. Kontaminierte Kleidungsstücke und Schuhe, die sich nicht reinigen lassen, entsorgen. Auf Ordnung und Sauberkeit achten.

Persönliche Schutzausrüstung

Diese Informationen werden in Übereinstimmung mit der PSA-Richtlinie (Richtlinie 89/686/EWG) und den Normen des Europäischen Komitees für Normung (CEN) bereitgestellt.

Persönliche Schutzausrüstung (PSA) entsprechend den nationalen Standards verwenden.

Augenschutz : Wenn das Material in der Weise gehandhabt wird, dass es in die Augen spritzen kann, wird ein entsprechender Augenschutz empfohlen.
gemäß EU-Standard EN 166.

Handschutz

Anmerkungen : Bei möglichem Hautkontakt mit dem Produkt bietet die Verwendung von Handschuhen (gemäß z.B. EN374, Europa oder F739, USA) aus folgenden Materialien ausreichenden Schutz: Handschuhe aus PVC, Neopren oder Nitrilkautschuk. Eignung und Haltbarkeit eines Handschuhs sind abhängig von der Verwendung, z. B. Häufigkeit und Dauer des Kontakts sowie der chemischen Beständigkeit des Handschuhmaterials. Stets Handschuhlieferanten konsultieren. Verschmutzte Handschuhe ersetzen.
Persönliche Hautpflege ist Voraussetzung für einen effektiven

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

Hautschutz. Schutzhandschuhe auf sauberen Händen tragen. Nach dem Gebrauch die Hände waschen und gründlich abtrocknen. Es wird empfohlen, eine nicht parfümierte Feuchtigkeitscreme zu verwenden.

Bei dauerhafter Exposition raten wir zu Handschuhen mit einer Durchbruchzeit von über 240 Minuten, ideal mit > 480 Minuten, sofern vorhanden. Als Schutz gegen kurzzeitige Exposition / Spritzschutz bleibt die Empfehlung dieselbe, jedoch kann es sein, dass Handschuhe dieser Schutzklasse nicht verfügbar sind. In diesem Fall sind auch Handschuhe mit kürzerer Durchbruchzeit ausreichend, sofern alle Pflege- und Ersatzhinweise beachtet werden. Die Dicke der Handschuhe lässt keinen zuverlässigen Rückschluss auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen eine bestimmte Chemikalie zu, da diese von der genauen Zusammensetzung des Handschuhmaterials abhängt. Abhängig von Hersteller und Modell der Handschuhe sollte deren Dicke normalerweise 0,35 mm übersteigen.

Haut- und Körperschutz : Hautschutz, der über die übliche Arbeitskleidung hinausgeht, ist normalerweise nicht erforderlich. Es hat sich bewährt, chemikalien-resistente Handschuhe zu tragen.

Atemschutz : Bei normalem Umgang ist normalerweise kein Atemschutz notwendig. Im Sinne einer guten Industriehygiene-Praxis Vorkehrungen gegen das Einatmen des Materials treffen. Wenn technische Maßnahmen die Luftschadstoff-Konzentration nicht unter dem für den Arbeitsschutz kritischen Wert halten können, geeigneten Atemschutz unter Berücksichtigung der speziellen Arbeitsbedingungen und der jeweiligen gesetzlichen Vorschriften auswählen. Mit Herstellern von Atemschutzgeräten abklären. Wenn normale Filtersysteme geeignet sind, unbedingt die geeignete Kombination von Filter und Maske auswählen. Einen Kombinationsfilter für Partikel, Gase und Dämpfe (Siedepunkt > 65°C, 149°F; nach EN14387) verwenden.

Thermische Gefahren : Entfällt

Begrenzung und Überwachung der Umweltexposition

Allgemeine Hinweise : Geeignete Maßnahmen zur Erfüllung der Anforderungen aus den relevanten Umweltschutzgesetzen ergreifen. Hinweise in Abschnitt 6 zur Vermeidung einer Umwelt- Kontamination beachten. Nicht gelöstes Material nicht ins Abwasser gelangen lassen. Abwasser in einer kommunalen oder

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

industriellen Kläranlage behandeln bevor es in
Oberflächengewässer eingeleitet wird.
Behördliche Vorschriften für Abluft beachten.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

Aussehen	: Flüssig bei Raumtemperatur.
Farbe	: bernsteinfarben
Geruch	: Leichter Kohlenwasserstoffgeruch
Geruchsschwelle	: Keine Angaben verfügbar.
pH-Wert	: Entfällt
Pourpoint	: -42 °C Methode: ISO 3016
Siedebeginn und Siedebereich	: > 280 °C geschätzt
Flammpunkt	: 220 °C Methode: ISO 2592
Verdampfungsgeschwindigkeit	: Keine Angaben verfügbar.
Entzündbarkeit (fest, gasförmig)	: Keine Angaben verfügbar.
Obere Explosionsgrenze	: Typisch 10 %(V)
Untere Explosionsgrenze	: Typisch 1 %(V)
Dampfdruck	: < 0,5 Pa (20 °C) geschätzt
Relative Dampfdichte	: > 1 geschätzt
Relative Dichte	: 0,882 (15 °C)
Dichte	: 882 kg/m ³ (15,0 °C) Methode: ISO 12185
Löslichkeit(en)	
Wasserlöslichkeit	: vernachlässigbar
Löslichkeit in anderen Lösungsmitteln	: Keine Angaben verfügbar.
Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser	: Pow: > 6 (bezogen auf Informationen über vergleichbare Produkte)

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

Selbstentzündungstemperatur	: > 320 °C
Zersetzungstemperatur	: Keine Angaben verfügbar.
Viskosität	
Viskosität, dynamisch	: Keine Angaben verfügbar.
Viskosität, kinematisch	: 60 mm ² /s (40,0 °C) Methode: ISO 3104
	9,4 mm ² /s (100 °C) Methode: ISO 3104
Explosive Eigenschaften	: nicht klassifiziert
Oxidierende Eigenschaften	: Keine Angaben verfügbar.

9.2 Sonstige Angaben

Leitfähigkeit	: Es wird nicht erwartet, dass es sich bei diesem Material um einen statischen Akkumulator handelt.
---------------	---

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität

Neben den in folgendem Unterabsatz aufgelisteten Gefahren durch Reaktivität gehen keine weiteren derartigen Gefahren vom Produkt aus.

10.2 Chemische Stabilität

Stabil.
Wenn Material vorschriftsgemäß gehandhabt und gelagert wird, ist keine gefährliche Reaktion zu erwarten.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Gefährliche Reaktionen : Reagiert mit starken Oxidationsmitteln.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Zu vermeidende Bedingungen : Extreme Temperaturen und extremes Sonnenlicht.

10.5 Unverträgliche Materialien

Zu vermeidende Stoffe : Starke Oxidationsmittel.

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Gefährliche Zersetzungsprodukte : Keine Zersetzung bei bestimmungsgemäßer Lagerung und Anwendung.

10 / 20

800001005108
LU

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

- Grundlagen der Bewertung : Die Bewertung wurde aus toxikologischen Daten von Einzelkomponenten oder ähnlichen Produkten abgeleitet. Sofern nicht anders angegeben, gelten die vorliegenden Daten für das Produkt als Ganzes und nicht für einzelne Bestandteile.
- Angaben zu wahrscheinlichen Expositionswegen : Haut- und Augenkontakt sind die Hauptwege einer Exposition, auch wenn es zu einer Exposition durch zufällige Aufnahme kommen kann.

Akute Toxizität

Produkt:

- Akute orale Toxizität : LD50 Ratte: > 5.000 mg/kg
Anmerkungen: Geringe Toxizität:
Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.
- Akute inhalative Toxizität : Anmerkungen: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.
- Akute dermale Toxizität : LD50 Kaninchen: > 5.000 mg/kg
Anmerkungen: Geringe Toxizität:
Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Ätz-/Reizwirkung auf die Haut

Produkt:

Anmerkungen: Leicht hautreizend., Eine längere oder wiederholte Berührung mit der Haut ohne ordnungsgemäße Reinigung kann die Hautporen verstopfen und zu Störungen wie Ölakne/Follikulitis führen., Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Schwere Augenschädigung/-reizung

Produkt:

Anmerkungen: Leicht augenreizend., Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Inhaltsstoffe:

Zinkdialkyldithiophosphate:

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

Anmerkungen: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Sensibilisierung der Atemwege/Haut

Produkt:

Anmerkungen: Bei Atemwegs- oder Hautsensibilisierung:., Kein Sensibilisator., Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Inhaltsstoffe:

borierte Ester:

Anmerkungen: Kann eine allergische Hautreaktion bei empfindlichen Personen verursachen.

Keimzell-Mutagenität

Produkt:

: Anmerkungen: Nicht mutagen, Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Karzinogenität

Produkt:

Anmerkungen: Nicht karzinogen., Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Anmerkungen: Produkt enthält Mineralölarten, die im Tierversuch bei dermalen Verabreichung („Skin painting“) als nicht krebserregend nachgewiesen wurden., Hochraffinierte Mineralöle sind von der International Agency for Research on Cancer (IARC) nicht als krebserregend eingestuft.

Material	GHS/CLP Karzinogenität Einstufung
Hochraffiniertes Mineralöl	Als nicht karzinogen klassifiziert

Reproduktionstoxizität

Produkt:

: Anmerkungen: Verursacht keine Entwicklungsstörungen., Beeinträchtigt nicht die Fertilität., Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition

Produkt:

Anmerkungen: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition

Produkt:

Anmerkungen: Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Aspirationstoxizität

Produkt:

Kein Aspirationsrisiko.

Weitere Information

Produkt:

Anmerkungen: Altöle können schädliche Verunreinigungen enthalten, die sich während des Gebrauchs angesammelt haben. Die Konzentration dieser Verunreinigungen ist abhängig vom Gebrauch, und sie können bei der Entsorgung zu Gefahren für die Gesundheit und die Umwelt führen., Das GESAMTE Altöl ist vorsichtig zu handhaben, eine Berührung mit der Haut ist zu vermeiden.

Anmerkungen: Leicht reizend für die Atmungsorgane.

Anmerkungen: Klassifizierungen anderer Behörden unter verschiedenen Regelungsrahmen können existieren.

Übersicht über die Bewertung der CMR-Eigenschaften

Keimzell-Mutagenität-Bewertung : Dieses Produkt erfüllt nicht die Kriterien für eine Klassifizierung in den Kategorien 1A/1B.

Karzinogenität - Bewertung : Dieses Produkt erfüllt nicht die Kriterien für eine Klassifizierung in den Kategorien 1A/1B.

Reproduktionstoxizität - Bewertung : Dieses Produkt erfüllt nicht die Kriterien für eine Klassifizierung in den Kategorien 1A/1B.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität

Grundlagen der Bewertung : Ökotoxikologische Daten wurden speziell für dieses Produkt nicht ermittelt.
Die bereitgestellten Informationen basieren auf dem Wissen über die Komponenten und der Ökotoxikologie ähnlicher Erzeugnisse.

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

Sofern nicht anders angegeben, gelten die vorliegenden Daten für das Produkt als Ganzes und nicht für einzelne Bestandteile. (LL/EL/IL50 ausgedrückt als die nominale Menge des Produkts, die zur Zubereitung eines wässrigen Versuchsextrakts benötigt wird).

Produkt:

- Toxizität gegenüber Fischen (Akute Toxizität) : Anmerkungen: LL/EL/IL50 >100 mg/l
Praktisch nicht giftig:
Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.
- Giftig für Krebstiere (Akute Toxizität) : Anmerkungen: LL/EL/IL50 >100 mg/l
Praktisch nicht giftig:
Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.
- Giftig für Algen/Wasserpflanzen (Akute Toxizität) : Anmerkungen: LL/EL/IL50 >100 mg/l
Praktisch nicht giftig:
Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.
- Toxizität gegenüber Fischen (Chronische Toxizität) : Anmerkungen: Keine Angaben verfügbar.
- Giftig für Krebstiere (Chronische Toxizität) : Anmerkungen: Keine Angaben verfügbar.
- Giftig für Mikroorganismen (Akute Toxizität) : Anmerkungen: Keine Angaben verfügbar.

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

Produkt:

- Biologische Abbaubarkeit : Anmerkungen: Nicht leicht biologisch abbaubar., Die Hauptinhaltsstoffe sind natürlich biologisch abbaubar, es auch Bestandteile enthalten, die in der Umwelt verbleiben können.

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Produkt:

- Bioakkumulation : Anmerkungen: Enthält Bestandteile mit potentieller Bioakkumulation.
- Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser : Pow: > 6 Anmerkungen: (bezogen auf Informationen über vergleichbare Produkte)

12.4 Mobilität im Boden

Produkt:

- Mobilität : Anmerkungen: Liegt in flüssiger Form vor., Wird durch Adsorption an Erdbodenpartikeln immobilisiert.
Anmerkungen: Schwimmt auf der Wasseroberfläche auf.

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

Produkt:

Bewertung : Diese Mischung enthält keine REACH-registrierten Stoffe, die als PBT oder vPvB klassifiziert sind.

12.6 Andere schädliche Wirkungen

Produkt:

Sonstige ökologische Hinweise : Hat kein Ozonabbaupotential, kein photochemisches Ozonbildungspotential oder ein Potential zur globalen Erwärmung beizutragen., Produkt ist eine Mischung aus nicht flüchtigen Bestandteilen, die bei normaler Anwendung nicht in signifikanten Mengen in die Luft abgegeben werden. Schwerlösliches Gemisch., Kann physische Ablagerungen an Wasserorganismen verursachen. Mineralöl verursacht in Konzentrationen unter 1 mg/l keine chronischen Vergiftungen für im Wasser lebende Organismen.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren der Abfallbehandlung

Produkt : Rückgewinnung oder Recycling, wenn möglich. Es liegt in der Verantwortung des Abfallerzeugers, die Toxizität und die physikalischen Eigenschaften des erzeugten Materials zu bestimmen, um die richtige Klassifizierung des Abfalls und die Entsorgungsmethoden unter Einhaltung der anzuwendenden Vorschriften festzulegen. Nicht in die Umwelt, Kanalisation oder Wasserläufe gelangen lassen.

Es darf nicht zugelassen werden, dass das Abfallprodukt den Boden oder das Grundwasser kontaminiert oder in der Umwelt entsorgt wird. Abfälle, Verschüttungen und das gebrauchte Produkt sind gefährliche Abfälle.

Verunreinigte Verpackungen : In Übereinstimmung mit den bestehenden behördlichen Vorschriften durch einen zugelassenen Abfallsammler oder -Verwerter entsorgen, von dessen Eignung man sich vorher überzeugt hat. Entsorgung entsprechend der regionalen, nationalen und lokalen Gesetze und Vorschriften.

Örtliche Gesetze

Abfallkatalog

EU-Abfallschlüssel:

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

Abfallschlüssel-Nr. :
13 02 05*

Anmerkungen : Entsorgung entsprechend der regionalen, nationalen und lokalen Gesetze und Vorschriften.

Die Einstufung der Abfälle liegt immer in der Verantwortung des Endverwenders.

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

14.1 UN-Nummer

ADN : Nicht als Gefahrgut eingestuft
ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft
RID : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IATA : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung

ADN : Nicht als Gefahrgut eingestuft
ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft
RID : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IATA : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.3 Transportgefahrenklassen

ADN : Nicht als Gefahrgut eingestuft
ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft
RID : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IATA : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.4 Verpackungsgruppe

ADN : Nicht als Gefahrgut eingestuft
CDNI Abfallübereinkommen : NST 3411 Mineralschmieröle

ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft
RID : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IATA : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.5 Umweltgefahren

ADN : Nicht als Gefahrgut eingestuft
ADR : Nicht als Gefahrgut eingestuft
RID : Nicht als Gefahrgut eingestuft
IMDG : Nicht als Gefahrgut eingestuft

14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

Anmerkungen : Siehe auch Abschnitt 7, Handhabung und Lagerung, für spezielle Vorsichtsmaßnahmen, welche Anwender wissen, bzw. im Rahmen von Transportvorschriften erfüllen müssen.

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens 73/78 und gemäß IBC-Code

Auf Produkt im Lieferzustand nicht zutreffend. Für Bulk-Transporte auf Seewegen sind die MARPOL Anhang 1 Regeln zu beachten.

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch

REACH - Verzeichnis der zulassungspflichtigen Stoffe (Anhang XIV) : Produkt unterliegt keiner Zulassung laut REACH.

Flüchtige organische Verbindungen : 0 %

Die Komponenten dieses Produktes sind in folgenden Verzeichnissen aufgeführt:

EINECS/ELINCS/EC : Alle Bestandteile verzeichnet oder ausgenommen (Polymer).
TSCA : Alle Bestandteile verzeichnet.

15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung

Der Hersteller hat für diesen Stoff/diese Mischung keine chemische Sicherheitsbewertung durchgeführt.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

Volltext der H-Sätze

H304 Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.
H317 Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
H318 Verursacht schwere Augenschäden.
H411 Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Volltext anderer Abkürzungen

Aquatic Chronic Chronische aquatische Toxizität
Asp. Tox. Aspirationsgefahr
Eye Dam. Schwere Augenschädigung
Skin Sens. Sensibilisierung durch Hautkontakt

Legende zu Abkürzungen in diesem Sicherheitsdatenblatt : Die in diesem Dokument verwendeten Standard-Abkürzungen und -Akronyme können in einschlägiger Referenzliteratur (z. B. wissenschaftlichen Wörterbüchern) bzw. auf Webseiten nachgeschlagen werden.

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

ACGIH = Amerikanische Konferenz der staatlich-industriellen Hygieniker
ADR = Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
AICS = Australisches Verzeichnis chemischer Substanzen
ASTM = Amerikanische Gesellschaft für Werkstoffprüfung
BEL = Biologische Expositionsgrenze
BTEX = Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol
CAS = Chemical Abstracts Service
CEFIC = Wirtschaftsverband der europäischen chemischen Industrie
CLP = Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung
COC = Flammpunktprüfer nach Cleveland
DIN = Deutsches Institut für Normung
DMEL = Abgeleitetes Minimal-Effekt Niveau
DNEL = Expositionskonzentration ohne Auswirkungen
DSL = Kanadisches Verzeichnis inländischer Substanzen
EC = Europäische Kommission
EC50 = Effektive Konzentration 50
ECETOC = Europäisches Zentrum für Ökotoxikologie und Toxikologie von Chemikalien
ECHA = Europäische Chemikalien Agentur
EINECS = Europäisches Altstoffverzeichnis
EL50 = Effektives Niveau 50
ENCS = Japanisches Verzeichnis bestehender und neuer Chemikalien
EWC = Europäischer Abfall-Code
GHS = Global Harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien
IARC = Internationales Krebsforschungszentrum
IATA = Internationale Flug-Transport-Vereinigung
IC50 = Hemmkonzentration 50
IL50 = Hemmniveau 50
IMDG = Internationale Maritime Gefahrgüter
INV = Chinesisches Chemikalien-Verzeichnis
IP346 = "Institute of Petroleum" (IP) Testmethode Nr. 346 zur Bestimmung von polyzyklischen Aromaten DMSO-extrahierbar
KECI = Koreanisches Verzeichnis bestehender Chemikalien
LC50 = Letale Konzentration 50
LD50 = Letale Dosis 50
LL/EL/IL = Letale Belastung / Expositionsgrenze / Inhibitions-grenze
LL50 = Letales Niveau 50
MARPOL = Übereinkommen zur Verhütung der Meeres-Verschmutzung durch Schiffe
NOEC/NOEL = Höchste Dosis oder Expositionskonzentration einer Substanz ohne beobachtete Auswirkungen
OE_HP_V = Occupational Exposure – High Production Volume (Berufliche Exposition – hohes Produktionsvolumen)
PBT = Persistent, bioakkumulierbar, toxisch
PICCS = Philippinisches Verzeichnis von Chemikalien und

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

chemischen Substanzen
PNEC = Abgeschätzte Nicht-Effekt Konzentration
REACH = Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien
RID = Regulations Relating to International Carriage of Dangerous Goods by Rail (Regelung zur internationalen Beförderung gefährlicher Güter im Schienenverkehr)
SKIN_DES = Skin Designation (Kennzeichnung, dass Hautabsorption vermieden werden soll)
STEL = Kurzzeit Expositionsgrenze
TRA = Gezielte Risiko-Bewertung
TSCA = US-Amerikanisches Gesetz zur Chemikalienkontrolle
TWA = Zeitgewichteter Durchschnitt
vPvB = Sehr persistent und sehr bioakkumulierbar

Weitere Information

Schulungshinweise

:

Für angemessene Informationen, Anweisungen und Ausbildung der Verwender sorgen.

Sonstige Angaben

:

Dieses Sicherheitsdatenblatt verfügt über keinen Anhang zu Expositionsszenarien. Es handelt sich um ein nicht klassifiziertes Gemisch, das gefährliche Stoffe gemäß Abschnitt 3 enthält. Relevante Informationen aus den Expositionsszenarios für die gefährlichen Bestandteile wurden in die Hauptabschnitte 1–16 dieses SDBs eingefügt.

Senkrechte Striche (|) am linken Rand weisen auf Änderungen gegenüber der vorangehenden Version hin.

Quellen der wichtigsten Daten, die zur Erstellung des Datenblatts verwendet wurden

:

Die genannten Daten stammen aus einer oder mehreren Informationsquellen (die toxikologischen Daten zum Beispiel von Shell Health Services, aus Herstellerangaben, CONCAWE, der EU IUCLID-Datenbank, der Richtlinie EG 1272/2008 usw.).

Die Angaben stützen sich auf den heutigen Stand unserer Kenntnisse, sie stellen jedoch keine Zusicherung von Produkteigenschaften dar und begründen kein vertragliches Rechtsverhältnis. Das Produkt ist nur zur gewerblichen Verwendung/Verarbeitung bestimmt, wenn diese in Abschnitt 16 nicht anderweitig spezifiziert sind.

SICHERHEITSDATENBLATT

Verordnung (EG) Nummer 1907/2006 (REACH-Verordnung).

Shell Spirax S4 TXM

Version 3.4

Überarbeitet am 08.03.2018

Druckdatum 09.03.2018

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

TECTROL GEAR CLP 220

Überarbeitet am: 10.05.2019

Materialnummer: 1462784

Seite 1 von 8

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs beziehungsweise des Gemischs und des Unternehmens**1.1. Produktidentifikator**

TECTROL GEAR CLP 220

1.2. Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird**Verwendung des Stoffs/des Gemischs**

Mineralöl.

1.3. Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Firmenname:	BayWa AG München
Straße:	Arabellastr. 4
Ort:	D-81925 München
Telefon:	+49 899222 2038
E-Mail:	energie-sida@baywa.de

1.4. Notrufnummer: Giftnotruf München (DE;EN) +49 (0) 89 19240**ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren****2.1. Einstufung des Stoffs oder Gemischs****Verordnung (EG) Nr. 1272/2008**

Gefahrenkategorien:

Gewässergefährdend: Aqu. chron. 3

Gefahrenhinweise:

Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

2.2. Kennzeichnungselemente**Verordnung (EG) Nr. 1272/2008****Gefahrenhinweise**

H412 Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Sicherheitshinweise

P102 Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.

P273 Freisetzung in die Umwelt vermeiden.

Besondere Kennzeichnung bestimmter Gemische

EUH208 Enthält organ. Polysulfid Tolutriazol-Derivat. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.

2.3. Sonstige Gefahren

Produkt nicht unkontrolliert in die Umwelt gelangen lassen.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen**3.2. Gemische****Chemische Charakterisierung**

Mineralöl. Additiv

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

TECTROL GEAR CLP 220

Überarbeitet am: 10.05.2019

Materialnummer: 1462784

Seite 2 von 8

Gefährliche Inhaltsstoffe

CAS-Nr.	Bezeichnung			Anteil
	EG-Nr.	Index-Nr.	REACH-Nr.	
	GHS-Einstufung			
	Phenolisches Antioxidans			0,10-<1,00 %
	204-884-0		01-2119490822-33	
	Skin Irrit. 2, Aquatic Acute 1, Aquatic Chronic 1; H315 H400 H410			
	organ. Polysulfid			0,10-< 1,00 %
	273-103-3		01-2119540515-43	
	Skin Sens. 1, Aquatic Acute 1, Aquatic Chronic 1; H317 H400 H410			
939-700-4	Tolutriazol-Derivat			0,1-<0,25%
	Skin Irrit. 2, Skin Sens. 1B, Aquatic Acute 1, Aquatic Chronic 2; H315 H317 H400 H411			

Wortlaut der H- und EUH-Sätze: siehe Abschnitt 16.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen**4.1. Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen****Allgemeine Hinweise**

- Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen.
- Keine produktgetränkten Putzlappen in den Hosentaschen mitführen.

Nach Einatmen

- Für Frischluft sorgen. Bei Unwohlsein Arzt anrufen.

Nach Hautkontakt

- Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel Wasser und Seife.

Nach Augenkontakt

- Bei Berührung mit den Augen sofort bei geöffnetem Lidspalt 10 bis 15 Minuten mit fließendem Wasser spülen.
- Anschließend Augenarzt aufsuchen.

Nach Verschlucken

- Mund gründlich mit Wasser ausspülen.

4.2. Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

- Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden.

4.3. Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

- Bei Auftreten von Symptomen oder in Zweifelsfällen ärztlichen Rat einholen.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung**5.1. Löschmittel****Geeignete Löschmittel**

- Kohlendioxid (CO₂). Löschpulver. alkoholbeständiger Schaum. Wasser mit Tensidzusatz.

Ungeeignete Löschmittel

- Wasservollstrahl.

5.2. Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

- Im Brandfall können entstehen: Gase/Dämpfe, gesundheitsschädlich

5.3. Hinweise für die Brandbekämpfung

- Umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät (Isoliergerät) (DIN EN 133). Persönliche Schutzausrüstung tragen.
- Kontaminiertes Löschwasser getrennt sammeln, darf nicht in die Kanalisation gelangen.

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

TECTROL GEAR CLP 220

Überarbeitet am: 10.05.2019

Materialnummer: 1462784

Seite 3 von 8

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung**6.1. Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende****Verfahren**

Besondere Rutschgefahr durch auslaufendes/verschüttetes Produkt.

6.2. Umweltschutzmaßnahmen

Freisetzung in die Umwelt vermeiden.

Flächenmäßige Ausdehnung verhindern (z.B. durch Eindämmen oder Ölsperren). Nicht in die Kanalisation oder Gewässer gelangen lassen.

6.3. Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

Mit flüssigkeitsbindendem Material (Sand, Kieselgur, Säurebinder, Universalbinder) aufnehmen. Das aufgenommene Material gemäß Abschnitt Entsorgung behandeln.

6.4. Verweis auf andere Abschnitte

Persönliche Schutzausrüstung: siehe Abschnitt 8

Sichere Handhabung: siehe Abschnitt 7

Entsorgung: siehe Abschnitt 13

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung**7.1. Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung****Hinweise zum sicheren Umgang**

Vermeiden von: Aerosol- oder Nebelbildung. Für ausreichende Lüftung sorgen.

Persönliche Schutzausrüstung tragen.

Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen.

7.2. Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten**Anforderungen an Lagerräume und Behälter**

Die Bildung brennbarer Dämpfe ist möglich, bei Temperaturen über: Flammpunkt

Vermeiden von: Aerosolerzeugung/-bildung

Lagerklasse nach TRGS 510: 10

7.3. Spezifische Endanwendungen

nicht anwendbar

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen**8.1. Zu überwachende Parameter****Zusätzliche Hinweise zu Grenzwerten**

Enthält keine Stoffe in Mengen oberhalb der Konzentrationsgrenzen, für die ein Arbeitsplatzgrenzwert festgelegt ist.

8.2. Begrenzung und Überwachung der Exposition**Geeignete technische Steuerungseinrichtungen**

Keine Daten verfügbar

Schutz- und Hygienemaßnahmen

Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen.

Persönliche Schutzausrüstung tragen.

Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen.

Keine produktgetränkten Putzlappen in den Hosentaschen mitführen.

Augen-/Gesichtsschutz

Dicht schließende Schutzbrille. DIN EN 166

Handschutz

Geprüfte Schutzhandschuhe sind zu tragen: DIN EN 374

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

TECTROL GEAR CLP 220

Überarbeitet am: 10.05.2019

Materialnummer: 1462784

Seite 4 von 8

Tragedauer bei permanentem Kontakt: 480 min
 Geeignetes Material: NBR (Nitrilkautschuk).
 Dicke des Handschuhmaterials: 0,7 mm.
 Ungeeignetes Material: Ledererzeugnisse
 Tragedauer bei gelegentlichem Kontakt (Spritzer): 30 min.
 Geeignetes Material: NBR (Nitrilkautschuk).
 Dicke des Handschuhmaterials: 0,4 mm
 Ungeeignetes Material: Butylkautschuk, NR (Naturkautschuk, Naturlatex).
 Vorbeugender Hautschutz durch Hautschutzsalbe.

Körperschutz

Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen. Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen.
 Keine produktgetränkten Putzlappen in den Hosentaschen mitführen.

Atemschutz

Bei unzureichender Belüftung Atemschutz tragen. Dampf/Aerosol nicht einatmen.

Begrenzung und Überwachung der Umweltexposition

Nicht in die Kanalisation oder Gewässer gelangen lassen.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften**9.1. Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften**

Aggregatzustand:	flüssig	
Farbe:	hellbraun	
Geruch:	charakteristisch	
		Prüfnorm
pH-Wert:		nicht anwendbar
Zustandsänderungen		
Schmelzpunkt:		Keine Daten verfügbar
Siedebeginn und Siedebereich:		Keine Daten verfügbar
Sublimationstemperatur:		Keine Daten verfügbar
Flammpunkt:		255 °C DIN ISO 2592
Entzündlichkeit		
Feststoff:		Keine Daten verfügbar
Gas:		Keine Daten verfügbar
Explosionsgefahren		
nicht explosionsgefährlich.		
Untere Explosionsgrenze:		Keine Daten verfügbar
Obere Explosionsgrenze:		Keine Daten verfügbar
Selbstentzündungstemperatur		
Feststoff:		Keine Daten verfügbar
Gas:		Keine Daten verfügbar
Zersetzungstemperatur:		Keine Daten verfügbar
Dampfdruck:		Keine Daten verfügbar
Dichte (bei 15 °C):		0,88 g/cm ³ DIN 51757
Wasserlöslichkeit:		Der Stoff ist nicht wasserlöslich.
Löslichkeit in anderen Lösungsmitteln		
Keine Daten verfügbar		
Verteilungskoeffizient:		Keine Daten verfügbar
Dyn. Viskosität:		Keine Daten verfügbar

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

TECTROL GEAR CLP 220

Überarbeitet am: 10.05.2019 Materialnummer: 1462784 Seite 5 von 8

Kin. Viskosität: 220 mm²/s DIN 51562
(bei 40 °C)

Auslaufzeit: Keine Daten verfügbar

Lösemittelgehalt: Keine Daten verfügbar

9.2. Sonstige Angaben

Festkörpergehalt: Keine Daten verfügbar

Es liegen keine Informationen vor.

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1. Reaktivität

Das Produkt ist bei Lagerung bei normalen Umgebungstemperaturen stabil.

10.2. Chemische Stabilität

Das Produkt ist bei Lagerung bei normalen Umgebungstemperaturen stabil.

10.3. Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Es sind keine gefährlichen Reaktionen bekannt.

10.4. Zu vermeidende Bedingungen

Vor Hitze schützen.

10.5. Unverträgliche Materialien

Oxidationsmittel, stark. Starke Säure Starke Lauge

10.6. Gefährliche Zersetzungsprodukte

Im Brandfall können entstehen:
Kohlendioxid (CO₂). Kohlenmonoxid Gase/Dämpfe, giftig

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1. Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Toxikokinetik, Stoffwechsel und Verteilung

Keine Daten verfügbar

Akute Toxizität

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

CAS-Nr.	Bezeichnung				
	Expositionsweg	Dosis	Spezies	Quelle	Methode
	Phenolisches Antioxidans				
	oral	LD50 2.001 mg/kg	Ratte		
	organ. Polysulfid				
	oral	LD50 >2.001 mg/kg	Ratte		
939-700-4	Tolutriazol-Derivat				
	oral	LD50 3313 mg/kg	Ratte		

Reiz- und Ätzwirkung

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Sensibilisierende Wirkungen

Enthält organ. Polysulfid Tolutriazol-Derivat. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.

Krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Wirkungen

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

TECTROL GEAR CLP 220

Überarbeitet am: 10.05.2019

Materialnummer: 1462784

Seite 6 von 8

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Aspirationsgefahr

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben**12.1. Toxizität**

Es liegen keine Informationen vor. Die Einstufung wurde nach dem Berechnungsverfahren der Zubereitungsrichtlinie (1999/45/EG) vorgenommen.

CAS-Nr.	Bezeichnung					
	Aquatische Toxizität	Dosis	[h] [d]	Spezies	Quelle	Methode
	Phenolisches Antioxidans					
	Akute Fischtoxizität	LC50 0,11 mg/l	96 h	Fisch		
	organ. Polysulfid					
	Akute Fischtoxizität	LC50 8,1 mg/l	96 h			
939-700-4	Tolutriazol-Derivat					
	Akute Fischtoxizität	LC50 1,3 mg/l	96 h	Fisch		
	Akute Crustaceatoxizität	EC50 2,05 mg/l	48 h	Wasserfloh		

12.2. Persistenz und Abbaubarkeit

Es liegen keine Informationen vor.

12.3. Bioakkumulationspotenzial

Es liegen keine Informationen vor.

12.4. Mobilität im Boden

Es liegen keine Informationen vor.

12.5. Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

PBT
nicht anwendbar
vPvB
nicht anwendbar

12.6. Andere schädliche Wirkungen

Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Weitere Hinweise

schwach wassergefährdend (WGK 1)
Nicht in die Kanalisation oder Gewässer gelangen lassen.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung**13.1. Verfahren der Abfallbehandlung****Empfehlung**

Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden.
In geeigneten, geschlossenen Behältern sammeln und zur Entsorgung bringen.
Vermischungsverbote nach Altölverordnung beachten. Entsorgung gemäß Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG).

Abfallschlüssel Produkt

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

TECTROL GEAR CLP 220

Überarbeitet am: 10.05.2019

Materialnummer: 1462784

Seite 7 von 8

130205 ÖLABFÄLLE UND ABFÄLLE AUS FLÜSSIGEN BRENNSTOFFEN (AUSSER SPEISEÖLE UND ÖLABFÄLLE, DIE UNTER DIE KAPITEL 05, 12 UND 19 FALLEN); Abfälle von Maschinen-, Getriebe- und Schmierölen; nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis; gefährlicher Abfall

Abfallschlüssel Produktreste

130205 ÖLABFÄLLE UND ABFÄLLE AUS FLÜSSIGEN BRENNSTOFFEN (AUSSER SPEISEÖLE UND ÖLABFÄLLE, DIE UNTER DIE KAPITEL 05, 12 UND 19 FALLEN); Abfälle von Maschinen-, Getriebe- und Schmierölen; nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis; gefährlicher Abfall

Abfallschlüssel ungereinigte Verpackung

150102 VERPACKUNGSABFALL, AUFGAUGMASSEN, WISCHTÜCHER, FILTERMATERIALIEN UND SCHUTZKLEIDUNG (A.N.G.); Verpackungen (einschließlich getrennt gesammelter kommunaler Verpackungsabfälle); Verpackungen aus Kunststoff

Entsorgung ungereinigter Verpackung und empfohlene Reinigungsmittel

Nicht kontaminierte und restentleerte Verpackungen können einer Wiederverwertung zugeführt werden. Dieses Produkt und seinen Behälter der Problemabfallentsorgung zuführen.

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport**Landtransport (ADR/RID)****Sonstige einschlägige Angaben zum Landtransport**

Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

Binnenschifftransport (ADN)**Sonstige einschlägige Angaben zum Binnenschifftransport**

Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

Seeschifftransport (IMDG)**Sonstige einschlägige Angaben zum Seeschifftransport**

Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

Lufttransport (ICAO-TI/IATA-DGR)**Sonstige einschlägige Angaben zum Lufttransport**

Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

14.6. Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

Keine Daten verfügbar

14.7. Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens und gemäß IBC-Code

nicht anwendbar

Sonstige einschlägige Angaben

Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften**15.1. Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch****EU-Vorschriften****Zusätzliche Hinweise**

Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen. keine/keiner

Nationale Vorschriften

Wassergefährdungsklasse:

1 - schwach wassergefährdend

Status:

Mischungsregel gemäß Anlage 1 Nr. 5 AwSV

Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

TECTROL GEAR CLP 220

Überarbeitet am: 10.05.2019

Materialnummer: 1462784

Seite 8 von 8

15.2. Stoffsicherheitsbeurteilung

Stoffsicherheitsbeurteilungen für Stoffe in dieser Mischung wurden nicht durchgeführt.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben**Wortlaut der H- und EUH-Sätze (Nummer und Volltext)**

H315	Verursacht Hautreizungen.
H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
H400	Sehr giftig für Wasserorganismen.
H410	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.
H411	Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H412	Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
EUH208	Enthält organ. Polysulfid Tolutriazol-Derivat. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.

Weitere Angaben

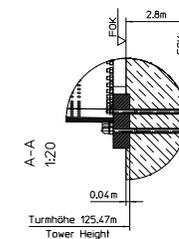
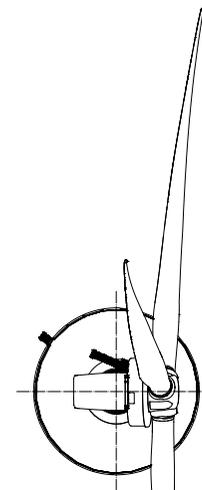
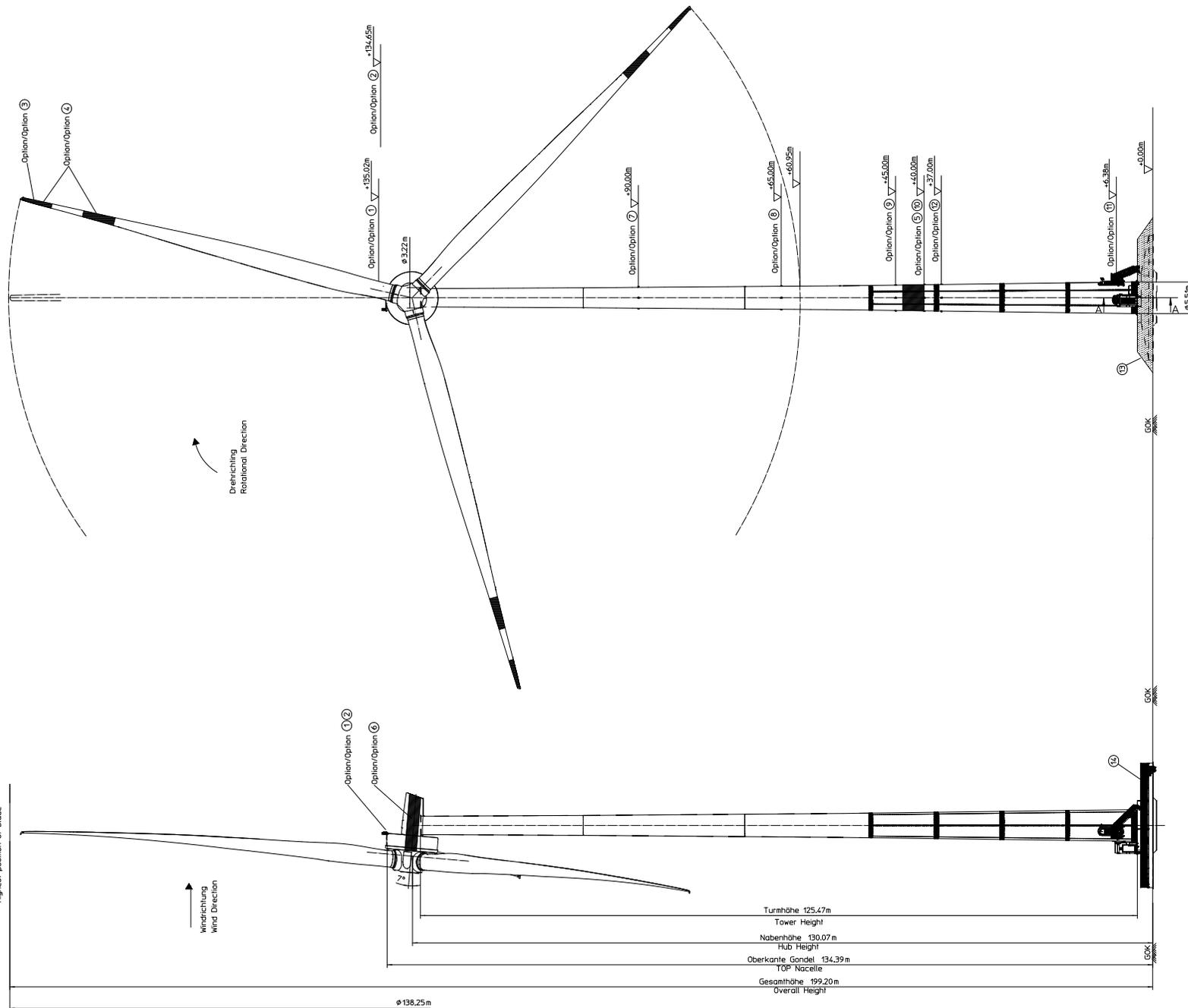
Die Angaben in diesem Sicherheitsdatenblatt entsprechen nach bestem Wissen unseren Erkenntnissen bei Drucklegung. Die Informationen sollen Ihnen Anhaltspunkte für den sicheren Umgang mit dem in diesem Sicherheitsdatenblatt genannten Produkt bei Lagerung, Verarbeitung, Transport und Entsorgung geben. Die Angaben sind nicht übertragbar auf andere Produkte. Soweit das Produkt mit anderen Materialien vermengt, vermischt oder verarbeitet wird, oder einer Bearbeitung unterzogen wird, können die Angaben in diesem Sicherheitsdatenblatt, soweit sich hieraus nicht ausdrücklich etwas anderes ergibt, nicht auf das so gefertigte neue Material übertragen werden.

(Die Daten der gefährlichen Inhaltstoffe wurden jeweils dem letztgültigen Sicherheitsdatenblatt des Vorlieferanten entnommen.)

3.7 Maschinenzeichnungen

Anlagen:

- 3.7_EP3.00.215-2_#_de_#_Ansichtszeichnung_Stahlurm_E-138_EP3_E2-HST-131-FB-C-01.pdf
- 3.7_D0749798-1_#_de;fr;en_#_Datenblatt_Gondelabmessungen_E-138_EP3_E2.pdf
- 3.7_D0749792-1_#_de;en_#_Gondelschnitt_E-138_EP3_E2.pdf



Projektbezogene Angaben / Project-specific data	
Project / Projekt:	
Geländehöhe über NN / Ground elevation above sea level:	
Geoplinnhöhe über NN / Total elevation above sea level:	
FOK: Fundamentoberkante / Top foundation	
GOK: Geländeoberkante / Top ground	
Optionen / Options:	
①	Nachleuchtenzeichnung / Nighttime marking: W / Rot / red
②	Tagesskizzenzeichnung / Daytime marking: weißes Blitzlicht als Sichtwellenreduzierung / white strobe lights with visibility reduction
③	Tagesskizzenzeichnung / Daytime marking: 6m rot RAL 3020 / graue Rotorblätter (RAL 7038) / 6m red RAL 3020 / grey rotor blades (RAL 7038)
④	Tagesskizzenzeichnung / Daytime marking: rot/grau/rot (RAL 3020 / RAL 7038 / RAL 3020) je 6m lang / red/grey/red RAL 3020 / RAL 7038 / RAL 3020 each 6m long
⑤	Tagesskizzenzeichnung / Daytime marking: 3,6x4m Farbfeld RAL 3020 / 3,6x4m colour field RAL 3020
⑥	Tagesskizzenzeichnung / Daytime marking: Farbfelder bestellbar an der Gendelverfärbung RAL 3020 / Double-sided colour field on nacelle RAL 3020
⑦	Nachleuchtenzeichnung / Nighttime marking: Hindernisfeuer auf jeder Turmhöhe / obstruction beacon on every tower axis
⑧	Nachleuchtenzeichnung / Nighttime marking: Hindernisfeuer auf jeder Turmhöhe / obstruction beacon on every tower axis
⑨	Nachleuchtenzeichnung / Nighttime marking: Hindernisfeuer auf jeder Turmhöhe / obstruction beacon on every tower axis
⑩	Nachleuchtenzeichnung / Nighttime marking: Hindernisfeuer auf jeder Turmhöhe / obstruction beacon on every tower axis
⑪	Schattenabschattung Standard: 3 Sensoren in Winkel von 120° / 3 sensors at an angle of 120°
⑫	Schattenabschattung Waldstandard: 3 Sensoren in Winkel von 100° / 3 sensors at an angle of 100°
⑬	Herausgehogene Gründung mit Einbindung in den Boden und Aufschüttung / Foundation on ground level with lowered site slab and backfill
⑭	Herausgehogene Gründung mit Einbindung in den Boden und Treppe mit Geländer / Foundation on ground level with lowered site slab and stairs with guardrail

ENERCON GmbH Dietrichshaus 4 30455 Marzling Germany		Abgabedatum / Issue date: 12.01.2015		Blatt / Sheet: 1/1	
Zustimmung / Approval:		Anfertiger / Designer: WRO-Turm		Projekt / Project: EP3.00.215 - 2	
2. Freigegeben / Released: 12.01.2015		3. Geprüft / Checked: 12.01.2015		4. Freigegeben / Released: 12.01.2015	
5. Freigegeben / Released: 12.01.2015		6. Freigegeben / Released: 12.01.2015		7. Freigegeben / Released: 12.01.2015	
8. Freigegeben / Released: 12.01.2015		9. Freigegeben / Released: 12.01.2015		10. Freigegeben / Released: 12.01.2015	

Technische Änderungen vorbehalten
Subject to technical change without prior notice

© 2015 Enercon GmbH. Alle Rechte vorbehalten. / All rights reserved.

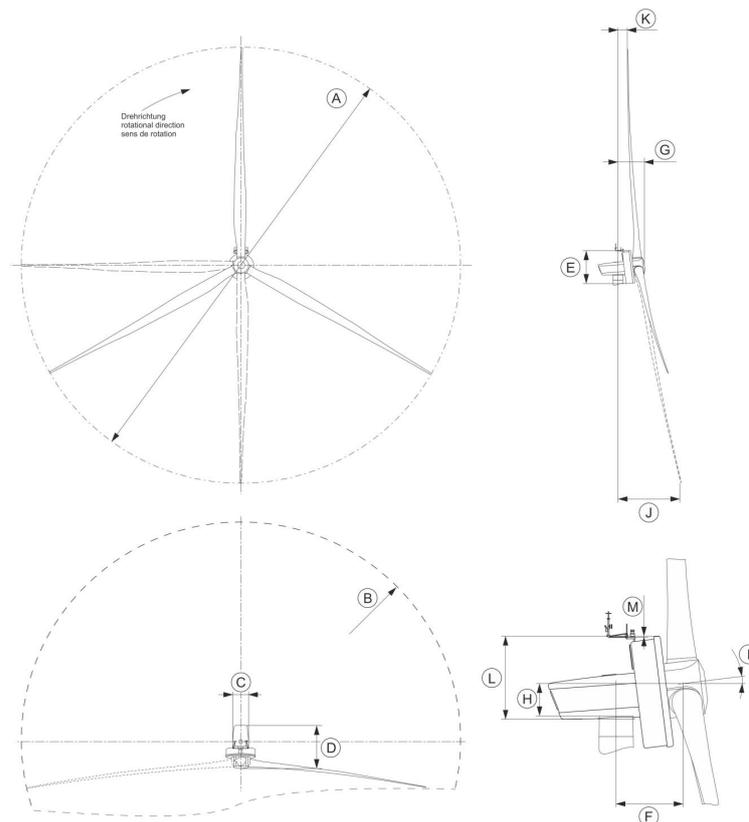
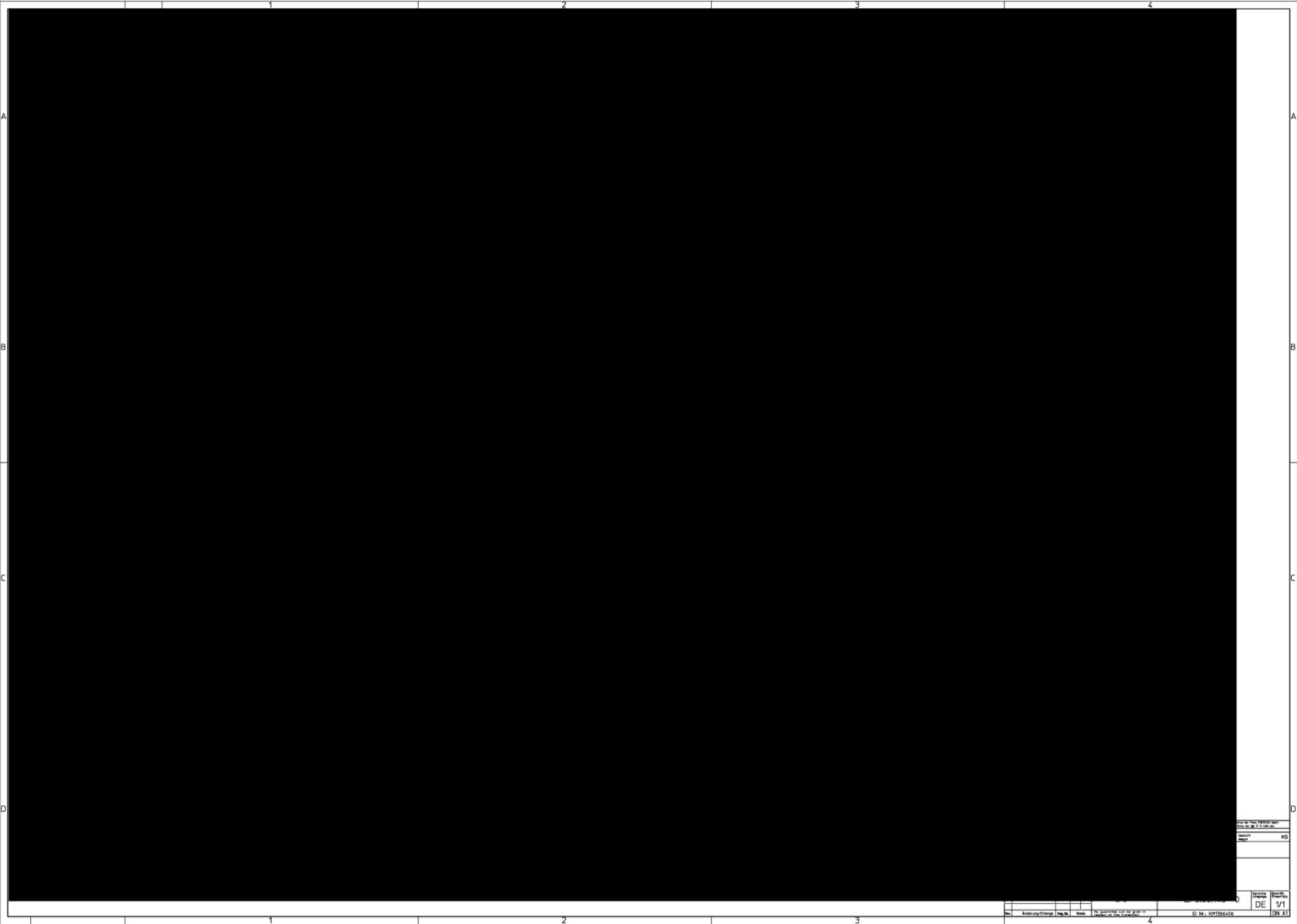


Abb. / Fig.: Schematische Darstellung der Gondel / Schematic diagram of the nacelle / Représentation schématique de la nacelle

Pos.	Bezeichnung Description Designation	Wert Value Valeur	Pos.	Bezeichnung Description Designation	Wert Value Valeur
A ¹	Rotordurchmesser Rotor diameter Diamètre du rotor	138,25 m	H	Oberkante Turmkopfflansch bis Nabe Top edge of top tower flange to hub Bord supérieur de la bride supérieure du mât jusqu'au moyeu	1,845 m
B ¹	Exzentrizitätsfläche Eccentric surface Surface excentrique	15 424 m ²	I	Neigung Incline Inclinaison	7°
C	Gondelbreite Nacelle width Largeur de la nacelle	4,99 m	J ¹	Turmmitte bis tiefste Blattposition Tower centre to bottom of blade Milieu du mât jusqu'à la position la plus basse de la pale	19,85 m
D	Gondellänge Nacelle length Longueur de la nacelle	12,60 m	K ¹	Turmmitte bis höchste Blattposition Tower centre to top position of blade Milieu du mât jusqu'à la position la plus haute de la pale	3,00 m
E	Gondelhöhe Nacelle height Hauteur de la nacelle	9,23 m	L	Oberkante Turmkopfflansch bis Oberkante Gondel Top edge of top tower flange to nacelle top edge Bord supérieur de la bride du sommet du mât jusqu'au bord supérieur de la nacelle	6,16 m
F	Turmmitte bis Nabe horizontal Tower centre to hub horizontal Milieu du mât vers le moyeu horizontalement	6,064 m	M	Oberkante Gondel bis Oberkante Befeuerungsträger Top edge nacelle to top beacon carrier edge Bord supérieur de la nacelle jusqu'au bord supérieur du support du balisage	+0,06 m
G	Turmmitte bis Gondelspitze Tower centre to nacelle tip Milieu du mât vers l'extrémité de la nacelle	8,144 m			

¹ Die Werte beziehen sich auf den Einbauzustand des Rotorblatts ohne Pitch und ohne jegliche Belastungen. / The values refer to the installation state of the rotor blade when not pitched and without any load. / Les valeurs se rapportent à l'état de montage de la pale du rotor sans pitch et sans charges.



A

A

B

B

C

C

D

D

2

3

4

1

2

3

4

Zustand des Zeichnungsblattes	
Stand: 08.02.2018	
Gezeichnet	KG
Geprüft	

Änderung		Datum		Gezeichnet		Geprüft	
No.	Änderung/Change	Reg. Nr.	Name	No. Gezeichnet	08.02.2018	Name	
				ID Nr.: KM1966406			
							1/1

EN 61

4.8 Vorgesehene Maßnahmen zur Überwachung aller Emissionen

4.10 Sonstiges

Anlagen:

- 4.10_D0748822-9_#_de_#_Datenblatt_Betriebsmodi_E-138_EP3_E2_4200_kW_mit_TES.pdf
- 4.10_D0748941-6_#_de_#_Datenblatt_Terzbandpegel_E-138_EP3_E2_4200_kW_mit_TES.pdf
- 4.10_D0838838-3_#_de_#_DB_Terzbandpegel_leistungsoptimierter_Schallbetriebe_E-138_EP3_E2_4200_kW.pdf
- 4.10_D0838943-3_#_de_#_Datenblatt_Leistungsoptimierte_Schallbetriebe_E-138_EP3_E2_4200_kW_mit_TES.pdf
- N-IBK-6560522-Rev.1_Klosterfelde.pdf
- S-IBK-6570522-Rev.1_Klosterfelde.pdf

Technisches Datenblatt

Betriebsmodi 0 s, I s, II s und leistungsreduzierte Betriebe

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2 / 4200 kW mit
TES (Trailing Edge Serrations)

Herausgeber	<p>ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109 E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Jost Backhaus, Dr. Thomas Cobet, Momme Janssen, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360</p>
Urheberrechtshinweis	<p>Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.</p> <p>Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.</p> <p>Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.</p> <p>Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.</p>
Geschützte Marken	<p>Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.</p>
Änderungsvorbehalt	<p>Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.</p>

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0748822-9
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2020-05-15	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in Klammern. Die Titel von übergeordneten Normen und Richtlinien werden im Sprachoriginal oder in der englischen Übersetzung angegeben. Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Dokument-ID	Titel
DIN 45645-1:1996	Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen - Teil 1: Geräuschmissionen in der Nachbarschaft
DIN 45681:2005	Akustik - Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschmissionen
IEC 61400-11:2012	Wind turbines - Part 11: Acoustic noise measurement techniques
IEC 61400-12-1:2017	Wind energy generation systems - Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines
TR 1:2008	Technische Richtlinien für Windenergieanlagen Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte
DIN EN ISO 266:1997	Akustik Normfrequenzen
-	Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	9
2	Leistungsverhalten	10
2.1	Standort	10
2.2	Betriebsparameter	10
2.3	Turbulenzintensität	11
3	Schalleistungspegel	13
3.1	Oktavbandpegel	13
4	Betriebsmodus 0 s	14
4.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 0 s	14
4.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 0 s	17
4.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	19
4.3.1	Oktavbandpegel NH	19
4.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	19
4.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	19
4.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	19
4.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	20
4.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	20
4.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	20
4.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	20
4.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	20
5	Betriebsmodus I s	21
5.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus I s	21
5.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus I s	24
5.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	26
5.3.1	Oktavbandpegel NH	26
5.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	26
5.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	26
5.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	26
5.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	27
5.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	27
5.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	27
5.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	27
5.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	27
6	Betriebsmodus II s	28
6.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus II s	28
6.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus II s	31

6.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	33
6.3.1	Oktavbandpegel NH	33
6.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	33
6.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	33
6.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	33
6.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	34
6.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	34
6.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	34
6.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	34
6.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	34
7	Betriebsmodus 4000 kW s	35
7.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 4000 kW s	35
7.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 4000 kW s	38
7.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	40
7.3.1	Oktavbandpegel NH	40
7.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	40
7.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	40
7.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	40
7.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	41
7.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	41
7.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	41
7.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	41
7.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	41
8	Betriebsmodus 3500 kW s	42
8.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 3500 kW s	42
8.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 3500 kW s	45
8.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	47
8.3.1	Oktavbandpegel NH	47
8.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	47
8.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	47
8.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	47
8.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	48
8.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	48
8.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	48
8.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	48
8.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	48
9	Betriebsmodus 3000 kW s	49
9.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 3000 kW s	49
9.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 3000 kW s	52
9.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	54

9.3.1	Oktavbandpegel NH	54
9.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	54
9.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	54
9.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	54
9.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	55
9.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	55
9.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	55
9.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	55
9.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	55
10	Betriebsmodus 2500 kW s	56
10.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 2500 kW s	56
10.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 2500 kW s	59
10.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	61
10.3.1	Oktavbandpegel NH	61
10.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	61
10.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	61
10.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	61
10.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	62
10.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	62
10.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	62
10.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	62
10.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	62
11	Betriebsmodus 2000 kW s	63
11.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 2000 kW s	63
11.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 2000 kW s	66
11.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	68
11.3.1	Oktavbandpegel NH	68
11.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	68
11.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	68
11.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	68
11.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	69
11.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	69
11.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	69
11.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	69
11.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	69
12	Betriebsmodus 1500 kW s	70
12.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 1500 kW s	70
12.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 1500 kW s	73
12.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	75
12.3.1	Oktavbandpegel NH	75

12.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	75
12.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	75
12.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	75
12.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	76
12.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	76
12.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	76
12.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	76
12.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	76
13	Betriebsmodus 1000 kW s	77
13.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 1000 kW s	77
13.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 1000 kW s	80
13.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	82
13.3.1	Oktavbandpegel NH	82
13.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	82
13.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	82
13.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	82
13.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	83
13.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	83
13.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	83
13.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	83
13.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	83
14	Betriebsmodus 500 kW s	84
14.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 500 kW s	84
14.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 500 kW s	87
14.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	89
14.3.1	Oktavbandpegel NH	89
14.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	89
14.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	89
14.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	89
14.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	90
14.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	90
14.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	90
14.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	90
14.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	90

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

Größen, Einheiten, Formeln

L_O	Oktavbandpegel
L_T	Terzbandpegel
v_H	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_s	Standardisierte Windgeschwindigkeit
σ_P	Serienproduktstreuung
σ_R	Messunsicherheit

1 Verfügbare Betriebsmodi

In der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, welche Betriebsmodi für welche Turmvarianten bzw. Nabhöhen verfügbar sind.

Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi

Betriebsmodus	Turmvariante bzw. Nabhöhe (NH)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-13-1-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
	NH 81 m	NH 96 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 131 m	NH 131 m	NH 149 m	NH 160 m
0 s	x	x	x	x	x	x	x	x
I s	x	x	x	-	-	-	x	x
II s	x	x	x	-	-	-	x	x
4000 kW s	x	x	x	x	x	x	x	x
3500 kW s	x	x	x	x	x	x	x	x
3000 kW s	x	x	x	x	x	x	x	x
2500 kW s	x	x	x	x	x	x	x	x
2000 kW s	x	x	x	x	x	x	x	x
1500 kW s	x	x	x	-	-	-	x	x
1000 kW s	x	x	x	-	-	-	x	x
500 kW s	x	x	x	x	x	x	x	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Leistungsverhalten

Die in diesem Dokument angegebenen Leistungswerte, Leistungsbeiwerte (c_p -Werte) und Schubbeiwerte (c_t -Werte) sind prognostizierte Werte, deren Erreichen ENERCON nach dem aktuellen Entwicklungsstand dieses Windenergieanlagentyps für hinreichend wahrscheinlich hält. Das Leistungsverhalten der Windenergieanlage wird ausschließlich unter den im Dokument „Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen“ beschriebenen Bedingungen gewährleistet.

2.1 Standort

Die Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien sind für die in Tab. 2, S. 10 angegebenen Bedingungen bei unbeschädigter Blattvorderkante und sauberen Rotorblättern berechnet. Die Berechnungen beruhen auf der Erfahrung mit Windenergieanlagen an den unterschiedlichsten Standorten.

Tab. 2: Standortbedingungen

Parameter	Wert (10-Minuten-Mittel)
Standardluftdichte	1,225 kg/m ³
Turbulenzintensität	gemäß Kap. 2.3, S. 11
Höhenexponent	0,0 bis 0,3
maximale Windrichtungsdifferenz zwischen unterem und oberem Tip	10°
maximale Schräganströmung	±2°
Terrain	gemäß IEC 61400-12-1:2017
Schnee/Eis	nein
Regen	nein

Im Übrigen gelten die Rahmenbedingungen gemäß IEC 61400-12-1:2017.

2.2 Betriebsparameter

Einstellungen der Blindleistungserzeugung der Windenergieanlage sowie Steuerungen und Regelungen von Windparks haben einen Einfluss auf das Leistungsverhalten. Die in diesem Dokument angegebenen berechneten Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien gelten unter der Voraussetzung eines uneingeschränkten Betriebs.

2.3 Turbulenzintensität

Die nachfolgende Tabelle definiert den Gültigkeitsbereich der Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien hinsichtlich möglicher am Standort vorherrschender Turbulenzintensitäten. Weitere Einschränkungen sind Tab. 2, S. 10 zu entnehmen.

Tab. 3: Turbulenzintensität

Windgeschwindigkeit in m/s	Untere Grenze Turbulenzintensität in %	Obere Grenze Turbulenzintensität in %
0,00	20,00	40,00
0,50	20,00	40,00
1,00	20,00	40,00
1,50	20,00	40,00
2,00	20,00	40,00
2,50	20,00	40,00
3,00	18,32	34,02
3,50	16,45	30,55
4,00	15,05	27,95
4,50	13,96	25,93
5,00	13,09	24,31
5,50	12,38	22,99
6,00	11,78	21,88
6,50	11,28	20,95
7,00	10,85	20,15
7,50	10,48	19,46
8,00	10,15	18,85
8,50	9,86	18,31
9,00	9,61	17,84
9,50	9,38	17,41
10,00	9,17	17,03
10,50	8,98	16,68
11,00	8,81	16,37
11,50	8,66	16,08
12,00	8,52	15,82
12,50	8,39	15,57
13,00	8,27	15,35
13,50	8,15	15,14
14,00	8,05	14,95
14,50	7,95	14,77
15,00	7,86	14,60

Windgeschwindigkeit in m/s	Untere Grenze Turbulenz- intensität in %	Obere Grenze Turbulenzin- tensität in %
15,50	7,78	14,45
16,00	7,70	14,30
16,50	7,63	14,16
17,00	7,56	14,03
17,50	7,49	13,91
18,00	7,43	13,79
18,50	7,37	13,69
19,00	7,31	13,58
19,50	7,26	13,48
20,00	7,21	13,39
20,50	7,16	13,30
21,00	7,12	13,22
21,50	7,07	13,14
22,00	7,03	13,06
22,50	6,99	12,99
23,00	6,95	12,92
23,50	6,92	12,85
24,00	6,88	12,78
24,50	6,85	12,72
25,00	6,82	12,66
25,50	6,79	12,60
26,00	6,76	12,55
26,50	6,73	12,50
27,00	6,70	12,45
27,50	6,68	12,40
28,00	6,65	12,35

3 Schalleistungspegel

Die Zuordnung der Schalleistungspegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Schalleistungspegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt.

Die Tonhaltigkeit KTN beträgt im gesamten Leistungsbereich maximal 1 dB (gilt für den Nahbereich gemäß TR 1:2008 der FGW und DIN 45681:2005) bzw. $\Delta L_{a,k} < 2$ dB (gilt für den Nahbereich gemäß IEC 61400-11:2012).

Die Impulshaltigkeit KIN beträgt im gesamten Leistungsbereich 0 dB (gilt für den Nahbereich gemäß TR 1:2008 und DIN 45645-1:1996).

Aufgrund der Messunsicherheiten (σ_R) bei Schallvermessungen und der Serienproduktstreuungen (σ_P) gelten die in diesem Dokument angegebenen Werte der Schalleistungspegel unter Berücksichtigung einer Unsicherheit von $\sigma_R = 0,5$ dB(A) und $\sigma_P = 1,2$ dB(A). Richtlinien sind die TR 1:2008 und die IEC 61400-11:2012. Ist während einer Vermessung die Differenz zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch kleiner als 6 dB(A), so muss von einer höheren Unsicherheit ausgegangen werden.

Eine projekt- und/oder standortspezifische Garantie über die Einhaltung des Schalleistungspegels wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

3.1 Oktavbandpegel

Die angegebenen Oktavbandpegel des lautesten Zustands wurden aus den simulierten Terzbandpegelwerten gemäß den Frequenzbändern der DIN EN ISO 266:1997 erzeugt. Ein Oktavbandpegel L_O wird aus 3 Terzbandpegeln L_{T1} , L_{T2} und L_{T3} gemäß folgender Formel berechnet:

$$L_O = 10 \times \log\left(10^{\frac{L_{T1}}{10}} + 10^{\frac{L_{T2}}{10}} + 10^{\frac{L_{T3}}{10}}\right)$$

Die einzelnen Oktavbandpegelwerte werden nicht garantiert. Lediglich der Summenpegel aller Oktavbandpegel pro Windgeschwindigkeit, der dem Schalleistungspegel bei dieser Windgeschwindigkeit entspricht, ist eine garantierte Größe.

4 Betriebsmodus 0 s

4.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 0 s

Tab. 4: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 0 s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	13	0,18	0,72
2,50	43	0,30	0,98
3,00	93	0,37	0,98
3,50	165	0,42	0,94
4,00	264	0,45	0,91
4,50	390	0,46	0,90
5,00	541	0,47	0,89
5,50	722	0,47	0,88
6,00	936	0,47	0,86
6,50	1183	0,47	0,84
7,00	1461	0,46	0,81
7,50	1765	0,45	0,78
8,00	2086	0,44	0,74
8,50	2414	0,43	0,71
9,00	2738	0,41	0,66
9,50	3045	0,38	0,62
10,00	3323	0,36	0,57
10,50	3563	0,33	0,53
11,00	3759	0,31	0,48
11,50	3909	0,28	0,43
12,00	4018	0,25	0,39
12,50	4092	0,23	0,35
13,00	4139	0,20	0,31
13,50	4168	0,18	0,28
14,00	4184	0,17	0,25
14,50	4193	0,15	0,22
15,00	4197	0,14	0,20

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
15,50	4199	0,12	0,18
16,00	4200	0,11	0,17
16,50	4200	0,10	0,15
17,00	4200	0,09	0,14
17,50	4200	0,09	0,13
18,00	4200	0,08	0,12
18,50	4200	0,07	0,11
19,00	4200	0,07	0,10
19,50	4198	0,06	0,09
20,00	4186	0,06	0,09
20,50	4160	0,05	0,08
21,00	4115	0,05	0,07
21,50	4041	0,04	0,07
22,00	3933	0,04	0,06
22,50	3783	0,04	0,06
23,00	3591	0,03	0,05
23,50	3357	0,03	0,05
24,00	3088	0,02	0,04
24,50	2799	0,02	0,04
25,00	2214	0,02	0,03
25,50	1878	0,01	0,02
26,00	1585	0,01	0,02
26,50	1314	0,01	0,02
27,00	1069	0,01	0,01
27,50	854	0,00	0,01
28,00	708	0,00	0,01

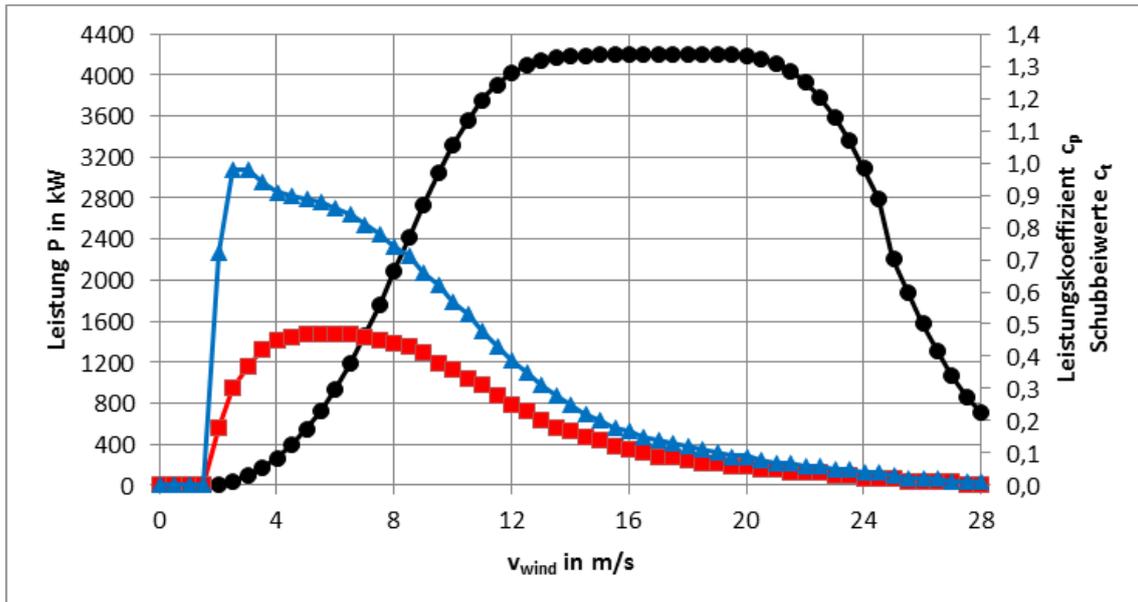


Abb. 1: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 0 s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

4.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 0 s

Im Betriebsmodus 0 s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert mit optimaler Ertragsausbeute betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 106,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 5: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	4200	kW
Nennwindgeschwindigkeit	15,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	11,1	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 13 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 6: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	92,3	92,9	93,4	93,9	93,9	93,9	94,3	94,5
3,5 m/s	96,0	96,6	97,0	97,4	97,4	97,4	97,7	97,9
4 m/s	98,9	99,4	99,8	100,3	100,3	100,3	100,6	100,8
4,5 m/s	101,4	101,8	102,2	102,4	102,4	102,4	102,6	102,7
5 m/s	102,9	103,0	103,1	103,2	103,2	103,2	103,2	103,3
5,5 m/s	103,3	103,5	103,6	103,7	103,7	103,7	103,8	103,8
6 m/s	103,8	103,9	104,1	104,2	104,2	104,2	104,3	104,4
6,5 m/s	104,3	104,5	104,7	104,8	104,8	104,8	104,8	104,9
7 m/s	104,8	104,9	105,0	105,2	105,2	105,2	105,2	105,3
7,5 m/s	105,2	105,3	105,4	105,5	105,5	105,5	105,6	105,7

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8 m/s	105,5	105,7	105,8	105,9	105,9	105,9	106,0	106,0
8,5 m/s	105,9	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0
9 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0
9,5 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0
10 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0
10,5 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0
11 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0
11,5 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0
12 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0
95 % P_n	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0

Tab. 7: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,6
5,5 m/s	98,6
6 m/s	100,5
6,5 m/s	102,1
7 m/s	102,9
7,5 m/s	103,2
8 m/s	103,6
8,5 m/s	103,9
9 m/s	104,3
9,5 m/s	104,7
10 m/s	104,9
10,5 m/s	105,2
11 m/s	105,4
11,5 m/s	105,7
12 m/s	106,0
12,5 m/s	106,0
13 m/s	106,0
13,5 m/s	106,0

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schallleistungspegel in dB(A)
14 m/s	106,0
14,5 m/s	106,0
15 m/s	106,0

4.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

4.3.1 Oktavbandpegel NH

Tab. 8: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12	75,8	87,5	93,2	96,1	98,5	100,1	100,8	95,8	79,9

4.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

Tab. 9: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	75,2	86,9	92,6	95,4	98,0	99,9	101,0	97,2	83,8

4.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

Tab. 10: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	75,4	87,1	92,9	95,7	98,2	100,0	100,9	96,6	82,6

4.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

Tab. 11: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	75,5	87,2	93,0	95,7	98,2	100,0	100,9	96,4	81,5

4.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

Tab. 12: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	75,7	87,4	93,1	95,8	98,3	100,1	100,9	96,1	79,8

4.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 13: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	75,7	87,4	93,1	95,8	98,3	100,1	100,9	96,1	79,8

4.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 14: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	75,7	87,4	93,1	95,8	98,3	100,1	100,9	96,1	79,8

4.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 15: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	75,9	87,6	93,4	96,2	98,6	100,1	100,7	95,4	78,4

4.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 16: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	76,0	87,7	93,4	96,2	98,6	100,1	100,7	95,2	77,6

5 Betriebsmodus I s

5.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus I s

 Tab. 17: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus I s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	13	0,18	0,72
2,50	43	0,30	0,98
3,00	93	0,37	0,98
3,50	165	0,42	0,94
4,00	264	0,45	0,91
4,50	390	0,46	0,90
5,00	540	0,47	0,89
5,50	720	0,47	0,87
6,00	929	0,47	0,85
6,50	1168	0,46	0,82
7,00	1434	0,45	0,78
7,50	1724	0,44	0,75
8,00	2032	0,43	0,72
8,50	2352	0,41	0,68
9,00	2672	0,40	0,65
9,50	2982	0,38	0,61
10,00	3267	0,35	0,57
10,50	3517	0,33	0,52
11,00	3724	0,30	0,48
11,50	3885	0,28	0,44
12,00	4002	0,25	0,39
12,50	4081	0,23	0,35
13,00	4133	0,20	0,31
13,50	4164	0,18	0,28
14,00	4182	0,17	0,25
14,50	4192	0,15	0,23
15,00	4197	0,14	0,20

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,50	4199	0,12	0,18
16,00	4200	0,11	0,17
16,50	4200	0,10	0,15
17,00	4200	0,09	0,14
17,50	4200	0,09	0,13
18,00	4200	0,08	0,12
18,50	4200	0,07	0,11
19,00	4200	0,07	0,10
19,50	4200	0,06	0,09
20,00	4197	0,06	0,09
20,50	4183	0,05	0,08
21,00	4153	0,05	0,08
21,50	4103	0,05	0,07
22,00	4024	0,04	0,07
22,50	3907	0,04	0,06
23,00	3749	0,03	0,05
23,50	3547	0,03	0,05
24,00	3304	0,03	0,04
24,50	3037	0,02	0,04
25,00	2447	0,02	0,03
25,50	2088	0,01	0,03
26,00	1773	0,01	0,02
26,50	1479	0,01	0,02
27,00	1211	0,01	0,01
27,50	974	0,01	0,01
28,00	808	0,00	0,01

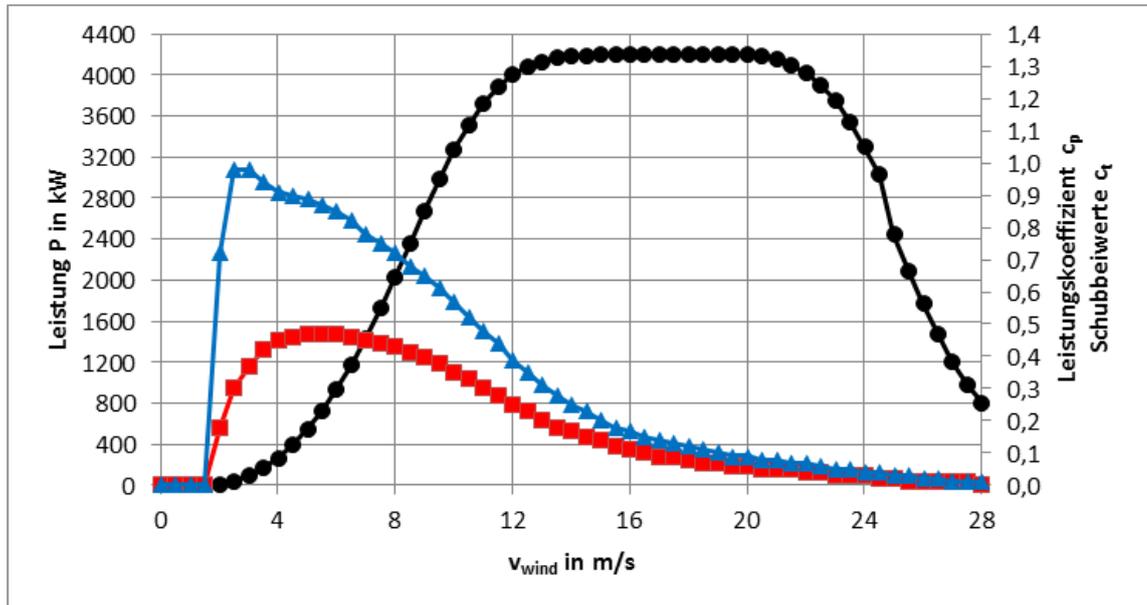


Abb. 2: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus I s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

5.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus I s

Im Betriebsmodus I s wird die Windenergieanlage schallreduziert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 105,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 18: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P _n)	4200	kW
Nennwindgeschwindigkeit	15,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	10,6	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 13 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 19: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v _s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	92,3	92,9	93,4	-	-	-	94,3	94,5
3,5 m/s	96,0	96,6	97,0	-	-	-	97,7	97,9
4 m/s	98,9	99,4	99,8	-	-	-	100,6	100,7
4,5 m/s	101,1	101,3	101,5	-	-	-	101,7	101,7
5 m/s	101,8	101,9	102,0	-	-	-	102,1	102,2
5,5 m/s	102,2	102,4	102,5	-	-	-	102,7	102,7
6 m/s	102,7	102,9	103,0	-	-	-	103,3	103,3
6,5 m/s	103,2	103,4	103,5	-	-	-	103,7	103,8
7 m/s	103,7	103,8	103,9	-	-	-	104,0	104,1
7,5 m/s	104,0	104,1	104,2	-	-	-	104,4	104,4

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8 m/s	104,3	104,4	104,6	-	-	-	105,0	105,0
8,5 m/s	104,8	105,0	105,0	-	-	-	105,0	105,0
9 m/s	105,0	105,0	105,0	-	-	-	105,0	105,0
9,5 m/s	105,0	105,0	105,0	-	-	-	105,0	105,0
10 m/s	105,0	105,0	105,0	-	-	-	105,0	105,0
10,5 m/s	105,0	105,0	105,0	-	-	-	105,0	105,0
11 m/s	105,0	105,0	105,0	-	-	-	105,0	105,0
11,5 m/s	105,0	105,0	105,0	-	-	-	105,0	105,0
12 m/s	105,0	105,0	105,0	-	-	-	105,0	105,0
95 % P _n	105,0	105,0	105,0	-	-	-	105,0	105,0

Tab. 20: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,6
5,5 m/s	98,6
6 m/s	100,5
6,5 m/s	101,5
7 m/s	101,8
7,5 m/s	102,1
8 m/s	102,5
8,5 m/s	102,8
9 m/s	103,2
9,5 m/s	103,6
10 m/s	103,8
10,5 m/s	104,0
11 m/s	104,2
11,5 m/s	104,5
12 m/s	105,0
12,5 m/s	105,0
13 m/s	105,0
13,5 m/s	105,0

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
14 m/s	105,0
14,5 m/s	105,0
15 m/s	105,0

5.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

5.3.1 Oktavbandpegel NH

Tab. 21: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12	75,1	86,8	92,5	95,4	97,7	99,1	99,6	94,5	78,6

5.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

Tab. 22: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	74,5	86,2	91,9	94,8	97,2	98,9	99,9	95,9	82,7

5.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

Tab. 23: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	74,8	86,4	92,1	95,0	97,4	98,9	99,7	95,3	81,5

5.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

Tab. 24: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	74,9	86,5	92,2	95,1	97,4	99,0	99,7	95,1	80,3

5.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

Tab. 25: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 26: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 27: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 28: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	75,2	86,9	92,6	95,5	97,8	99,1	99,5	94,1	77,1

5.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 29: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	75,3	87,0	92,7	95,5	97,8	99,2	99,5	93,9	76,3

6 Betriebsmodus II s

6.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus II s

Tab. 30: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus II s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	13	0,18	0,72
2,50	43	0,30	0,98
3,00	93	0,37	0,98
3,50	165	0,42	0,94
4,00	264	0,45	0,91
4,50	390	0,46	0,90
5,00	539	0,47	0,88
5,50	716	0,47	0,86
6,00	922	0,46	0,83
6,50	1154	0,46	0,79
7,00	1410	0,45	0,76
7,50	1683	0,43	0,72
8,00	1967	0,42	0,68
8,50	2252	0,40	0,64
9,00	2532	0,38	0,60
9,50	2798	0,35	0,56
10,00	3045	0,33	0,52
10,50	3267	0,31	0,48
11,00	3459	0,28	0,44
11,50	3618	0,26	0,40
12,00	3743	0,23	0,36
12,50	3835	0,21	0,33
13,00	3899	0,19	0,29
13,50	3941	0,17	0,26
14,00	3968	0,16	0,24
14,50	3983	0,14	0,21
15,00	3992	0,13	0,19

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
15,50	3997	0,12	0,18
16,00	3999	0,11	0,16
16,50	4000	0,10	0,15
17,00	4000	0,09	0,13
17,50	4000	0,08	0,12
18,00	4000	0,07	0,11
18,50	4000	0,07	0,10
19,00	4000	0,06	0,10
19,50	4000	0,06	0,09
20,00	4000	0,05	0,08
20,50	3995	0,05	0,08
21,00	3978	0,05	0,07
21,50	3947	0,04	0,07
22,00	3894	0,04	0,06
22,50	3811	0,04	0,06
23,00	3691	0,03	0,05
23,50	3531	0,03	0,05
24,00	3329	0,03	0,04
24,50	3102	0,02	0,04
25,00	2560	0,02	0,03
25,50	2210	0,01	0,03
26,00	1893	0,01	0,02
26,50	1591	0,01	0,02
27,00	1313	0,01	0,01
27,50	1065	0,01	0,01
28,00	888	0,00	0,01

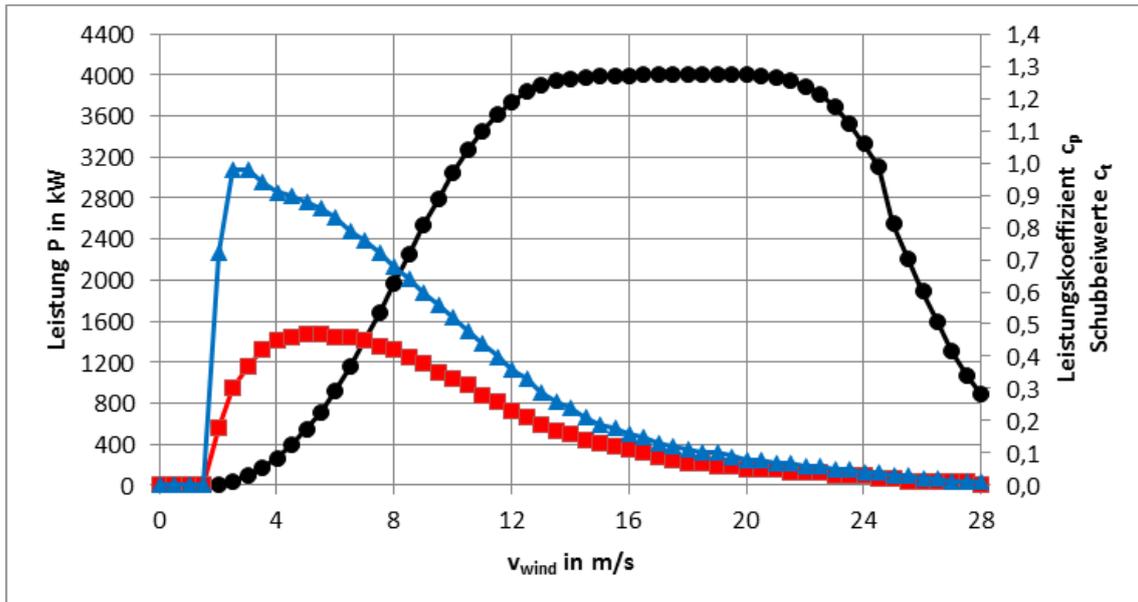


Abb. 3: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus II s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

6.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus II s

Im Betriebsmodus II s wird die Windenergieanlage schall- und leistungsreduziert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 104,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 31: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	4000	kW
Nennwindgeschwindigkeit	15,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	10,1	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 13 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 32: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	92,3	92,9	93,4	-	-	-	94,3	94,5
3,5 m/s	96,0	96,6	97,0	-	-	-	97,7	97,9
4 m/s	98,8	99,2	99,5	-	-	-	100,0	100,1
4,5 m/s	100,3	100,4	100,5	-	-	-	100,7	100,7
5 m/s	100,8	100,9	101,0	-	-	-	101,1	101,2
5,5 m/s	101,2	101,4	101,5	-	-	-	101,7	101,8
6 m/s	101,8	101,9	102,0	-	-	-	102,2	102,3
6,5 m/s	102,3	102,4	102,5	-	-	-	102,6	102,6
7 m/s	102,6	102,6	102,6	-	-	-	102,7	102,8
7,5 m/s	102,7	102,8	102,9	-	-	-	103,0	103,0

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8 m/s	102,9	103,0	103,1	-	-	-	103,5	103,6
8,5 m/s	103,3	103,6	103,9	-	-	-	104,0	104,0
9 m/s	104,0	104,0	104,0	-	-	-	104,0	104,0
9,5 m/s	104,0	104,0	104,0	-	-	-	104,0	104,0
10 m/s	104,0	104,0	104,0	-	-	-	104,0	104,0
10,5 m/s	104,0	104,0	104,0	-	-	-	104,0	104,0
11 m/s	104,0	104,0	104,0	-	-	-	104,0	104,0
11,5 m/s	104,0	104,0	104,0	-	-	-	104,0	104,0
12 m/s	104,0	104,0	104,0	-	-	-	104,0	104,0
95 % P_n	104,0	104,0	104,0	-	-	-	104,0	104,0

Tab. 33: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,6
5,5 m/s	98,6
6 m/s	100,0
6,5 m/s	100,5
7 m/s	100,8
7,5 m/s	101,1
8 m/s	101,5
8,5 m/s	101,9
9 m/s	102,2
9,5 m/s	102,5
10 m/s	102,6
10,5 m/s	102,7
11 m/s	102,9
11,5 m/s	103,0
12 m/s	103,4
12,5 m/s	104,0
13 m/s	104,0
13,5 m/s	104,0

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schallleistungspegel in dB(A)
14 m/s	104,0
14,5 m/s	104,0
15 m/s	104,0

6.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

6.3.1 Oktavbandpegel NH

Tab. 34: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12,5	74,3	85,9	91,5	94,4	96,6	98,0	98,6	93,6	77,6

6.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

Tab. 35: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	73,9	85,4	91,1	93,9	96,3	97,9	98,8	94,8	81,6

6.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

Tab. 36: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	74,0	85,6	91,2	93,9	96,3	97,9	98,8	94,5	80,4

6.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

Tab. 37: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	74,1	85,7	91,2	94,0	96,3	98,0	98,8	94,3	79,2

6.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

Tab. 38: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 39: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 40: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 41: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	74,5	86,1	91,6	94,3	96,6	98,1	98,7	93,4	76,2

6.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 42: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	74,6	86,1	91,7	94,3	96,6	98,1	98,7	93,2	75,3

7 Betriebsmodus 4000 kW s

7.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 4000 kW s

Tab. 43: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 4000 kW s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	13	0,18	0,72
2,50	43	0,30	0,98
3,00	93	0,37	0,98
3,50	165	0,42	0,94
4,00	264	0,45	0,91
4,50	390	0,46	0,90
5,00	541	0,47	0,89
5,50	722	0,47	0,88
6,00	936	0,47	0,86
6,50	1183	0,47	0,84
7,00	1461	0,46	0,81
7,50	1765	0,45	0,78
8,00	2086	0,44	0,74
8,50	2413	0,43	0,71
9,00	2732	0,41	0,66
9,50	3029	0,38	0,62
10,00	3290	0,36	0,57
10,50	3506	0,33	0,52
11,00	3673	0,30	0,47
11,50	3795	0,27	0,42
12,00	3878	0,24	0,37
12,50	3931	0,22	0,33
13,00	3964	0,20	0,30
13,50	3982	0,18	0,26
14,00	3992	0,16	0,24

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
14,50	3997	0,14	0,21
15,00	3999	0,13	0,19
15,50	4000	0,12	0,17
16,00	4000	0,11	0,16
16,50	4000	0,10	0,14
17,00	4000	0,09	0,13
17,50	4000	0,08	0,12
18,00	4000	0,07	0,11
18,50	4000	0,07	0,10
19,00	4000	0,06	0,10
19,50	3999	0,06	0,09
20,00	3989	0,05	0,08
20,50	3966	0,05	0,08
21,00	3925	0,05	0,07
21,50	3859	0,04	0,07
22,00	3761	0,04	0,06
22,50	3623	0,03	0,06
23,00	3445	0,03	0,05
23,50	3227	0,03	0,05
24,00	2975	0,02	0,04
24,50	2703	0,02	0,04
25,00	2146	0,02	0,03
25,50	1824	0,01	0,02
26,00	1542	0,01	0,02
26,50	1280	0,01	0,02
27,00	1043	0,01	0,01
27,50	835	0,00	0,01
28,00	693	0,00	0,01

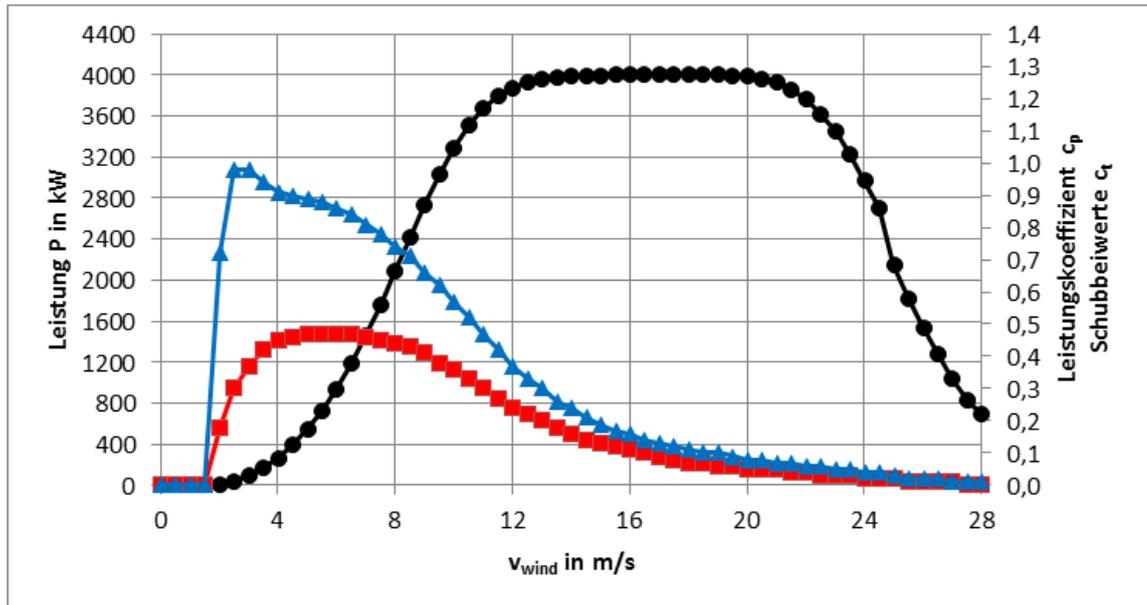


Abb. 4: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 4000 kW s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

7.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 4000 kW s

Im Betriebsmodus 4000 kW s wird die Windenergieanlage leistungsreduziert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 105,9 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 44: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	4000	kW
Nennwindgeschwindigkeit	14,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	11,1	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 13 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 45: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)								
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	
3 m/s	92,3	92,9	93,4	93,9	93,9	93,9	94,3	94,5	
3,5 m/s	96,0	96,6	97,0	97,4	97,4	97,4	97,7	97,9	
4 m/s	98,9	99,4	99,8	100,3	100,3	100,3	100,6	100,8	
4,5 m/s	101,4	101,8	102,2	102,4	102,4	102,4	102,6	102,7	
5 m/s	102,9	103,0	103,1	103,2	103,2	103,2	103,2	103,3	
5,5 m/s	103,3	103,5	103,6	103,7	103,7	103,7	103,8	103,8	
6 m/s	103,8	103,9	104,1	104,2	104,2	104,2	104,3	104,4	
6,5 m/s	104,3	104,5	104,7	104,8	104,8	104,8	104,8	104,9	
7 m/s	104,8	104,9	105,0	105,2	105,2	105,2	105,2	105,3	
7,5 m/s	105,2	105,3	105,4	105,6	105,6	105,6	105,8	105,8	

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-13-1-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8 m/s	105,6	105,8	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9
8,5 m/s	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9
9 m/s	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9
9,5 m/s	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9
10 m/s	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9
10,5 m/s	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9
11 m/s	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9
11,5 m/s	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9
12 m/s	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9
95 % P_n	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9

Tab. 46: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,6
5,5 m/s	98,6
6 m/s	100,5
6,5 m/s	102,1
7 m/s	102,9
7,5 m/s	103,2
8 m/s	103,6
8,5 m/s	103,9
9 m/s	104,3
9,5 m/s	104,7
10 m/s	104,9
10,5 m/s	105,2
11 m/s	105,5
11,5 m/s	105,9
12 m/s	105,9
12,5 m/s	105,9
13 m/s	105,9
13,5 m/s	105,9

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleleistungspegel in dB(A)
14 m/s	105,9
14,5 m/s	105,9
15 m/s	105,9

7.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

7.3.1 Oktavbandpegel NH

Tab. 47: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
11,5	75,7	87,4	93,2	96,1	98,5	100,0	100,6	95,6	79,7

7.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

Tab. 48: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	75,2	86,9	92,6	95,5	98,0	99,8	100,8	96,9	83,7

7.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

Tab. 49: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	75,3	87,0	92,7	95,5	98,0	99,8	100,8	96,6	82,5

7.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

Tab. 50: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	75,5	87,3	93,0	95,9	98,3	99,9	100,7	96,1	81,3

7.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

Tab. 51: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	75,6	87,4	93,1	95,9	98,3	100,0	100,7	95,7	79,7

7.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 52: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	75,6	87,4	93,1	95,9	98,3	100,0	100,7	95,7	79,7

7.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 53: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	75,6	87,4	93,1	95,9	98,3	100,0	100,7	95,7	79,7

7.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 54: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	75,8	87,5	93,2	95,9	98,4	100,1	100,7	95,5	78,3

7.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 55: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	75,9	87,6	93,3	96,0	98,4	100,1	100,7	95,3	77,4

8 Betriebsmodus 3500 kW s

8.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 3500 kW s

Tab. 56: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 3500 kW s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	13	0,18	0,72
2,50	43	0,30	0,98
3,00	93	0,37	0,98
3,50	165	0,42	0,94
4,00	264	0,45	0,91
4,50	390	0,46	0,90
5,00	541	0,47	0,89
5,50	722	0,47	0,88
6,00	936	0,47	0,86
6,50	1183	0,47	0,84
7,00	1461	0,46	0,81
7,50	1764	0,45	0,78
8,00	2080	0,44	0,74
8,50	2392	0,42	0,70
9,00	2681	0,40	0,65
9,50	2929	0,37	0,60
10,00	3125	0,34	0,54
10,50	3268	0,31	0,48
11,00	3365	0,27	0,42
11,50	3426	0,24	0,37
12,00	3462	0,22	0,33
12,50	3482	0,19	0,29
13,00	3493	0,17	0,26
13,50	3497	0,15	0,23
14,00	3499	0,14	0,20

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
14,50	3500	0,12	0,18
15,00	3500	0,11	0,16
15,50	3500	0,10	0,15
16,00	3500	0,09	0,14
16,50	3500	0,08	0,12
17,00	3500	0,08	0,11
17,50	3500	0,07	0,10
18,00	3500	0,07	0,10
18,50	3500	0,06	0,09
19,00	3500	0,06	0,08
19,50	3499	0,05	0,08
20,00	3493	0,05	0,07
20,50	3475	0,04	0,07
21,00	3443	0,04	0,06
21,50	3391	0,04	0,06
22,00	3313	0,03	0,05
22,50	3201	0,03	0,05
23,00	3055	0,03	0,05
23,50	2874	0,02	0,04
24,00	2662	0,02	0,04
24,50	2432	0,02	0,03
25,00	1948	0,01	0,03
25,50	1668	0,01	0,02
26,00	1416	0,01	0,02
26,50	1180	0,01	0,01
27,00	965	0,01	0,01
27,50	775	0,00	0,01
28,00	648	0,00	0,01

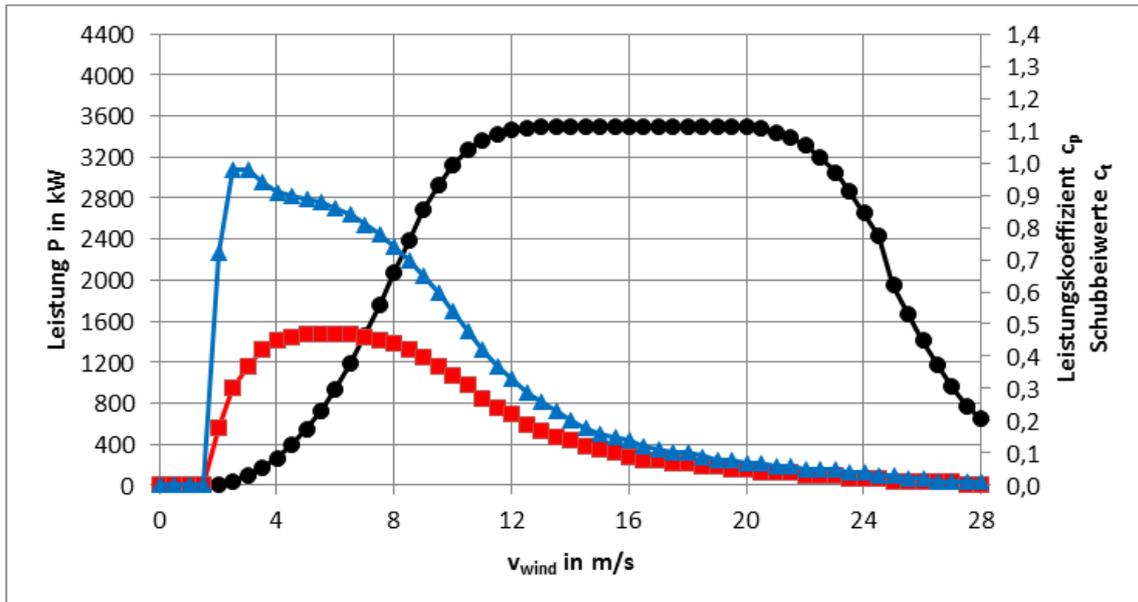


Abb. 5: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 3500 kW s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

8.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 3500 kW s

Im Betriebsmodus 3500 kW s wird die Windenergieanlage leistungsreduziert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 105,5 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 57: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	3500	kW
Nennwindgeschwindigkeit	13,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	10,9	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 13 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 58: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	92,3	92,9	93,4	93,9	93,9	93,9	94,3	94,5
3,5 m/s	96,0	96,6	97,0	97,4	97,4	97,4	97,7	97,9
4 m/s	98,9	99,4	99,8	100,3	100,3	100,3	100,6	100,8
4,5 m/s	101,4	101,8	102,2	102,4	102,4	102,4	102,6	102,7
5 m/s	102,9	103,0	103,1	103,2	103,2	103,2	103,2	103,3
5,5 m/s	103,3	103,5	103,6	103,7	103,7	103,7	103,8	103,8
6 m/s	103,8	103,9	104,1	104,2	104,2	104,2	104,3	104,4
6,5 m/s	104,3	104,5	104,7	104,9	104,9	104,9	105,0	105,1
7 m/s	105,0	105,2	105,3	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5
7,5 m/s	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8 m/s	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5
8,5 m/s	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5
9 m/s	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5
9,5 m/s	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5
10 m/s	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5
10,5 m/s	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5
11 m/s	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5
11,5 m/s	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5
12 m/s	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5
95 % P_n	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5

Tab. 59: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,6
5,5 m/s	98,6
6 m/s	100,5
6,5 m/s	102,1
7 m/s	102,9
7,5 m/s	103,2
8 m/s	103,6
8,5 m/s	103,9
9 m/s	104,3
9,5 m/s	104,7
10 m/s	105,2
10,5 m/s	105,5
11 m/s	105,5
11,5 m/s	105,5
12 m/s	105,5
12,5 m/s	105,5
13 m/s	105,5
13,5 m/s	105,5

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schallleistungspegel in dB(A)
14 m/s	105,5
14,5 m/s	105,5
15 m/s	105,5

8.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

8.3.1 Oktavbandpegel NH

 Tab. 60: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10,5	75,5	87,2	92,9	95,8	98,2	99,6	100,1	95,0	79,1

8.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

 Tab. 61: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7,5	74,9	86,7	92,5	95,5	97,9	99,4	100,2	96,0	83,0

8.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

 Tab. 62: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7,5	75,1	86,8	92,5	95,5	97,9	99,5	100,3	95,9	82,0

8.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

 Tab. 63: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7,5	75,2	86,9	92,6	95,5	97,9	99,5	100,3	95,7	80,8

8.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

Tab. 64: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	75,4	87,1	92,9	95,8	98,2	99,6	100,0	94,8	79,0

8.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 65: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	75,4	87,1	92,9	95,8	98,2	99,6	100,0	94,8	79,0

8.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 66: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	75,4	87,1	92,9	95,8	98,2	99,6	100,0	94,8	79,0

8.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 67: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	75,6	87,3	93,0	95,9	98,3	99,7	100,1	94,6	77,7

8.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 68: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	75,7	87,4	93,1	96,0	98,3	99,7	100,1	94,4	76,9

9 Betriebsmodus 3000 kW s

9.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 3000 kW s

Tab. 69: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 3000 kW s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	13	0,18	0,72
2,50	43	0,30	0,98
3,00	93	0,37	0,98
3,50	165	0,42	0,94
4,00	264	0,45	0,91
4,50	390	0,46	0,90
5,00	541	0,47	0,89
5,50	722	0,47	0,88
6,00	936	0,47	0,86
6,50	1183	0,47	0,84
7,00	1459	0,46	0,81
7,50	1751	0,45	0,77
8,00	2041	0,43	0,73
8,50	2308	0,41	0,68
9,00	2533	0,38	0,62
9,50	2706	0,34	0,55
10,00	2827	0,31	0,48
10,50	2905	0,27	0,42
11,00	2951	0,24	0,37
11,50	2977	0,21	0,32
12,00	2990	0,19	0,28
12,50	2997	0,17	0,24
13,00	2999	0,15	0,22
13,50	3000	0,13	0,19
14,00	3000	0,12	0,17

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
14,50	3000	0,11	0,15
15,00	3000	0,10	0,14
15,50	3000	0,09	0,13
16,00	3000	0,08	0,12
16,50	3000	0,07	0,11
17,00	3000	0,07	0,10
17,50	3000	0,06	0,09
18,00	3000	0,06	0,08
18,50	3000	0,05	0,08
19,00	3000	0,05	0,07
19,50	3000	0,04	0,07
20,00	2996	0,04	0,06
20,50	2984	0,04	0,06
21,00	2961	0,04	0,05
21,50	2923	0,03	0,05
22,00	2865	0,03	0,05
22,50	2779	0,03	0,04
23,00	2665	0,02	0,04
23,50	2521	0,02	0,04
24,00	2349	0,02	0,03
24,50	2160	0,02	0,03
25,00	1750	0,01	0,02
25,50	1511	0,01	0,02
26,00	1289	0,01	0,02
26,50	1079	0,01	0,01
27,00	886	0,01	0,01
27,50	714	0,00	0,01
28,00	603	0,00	0,01

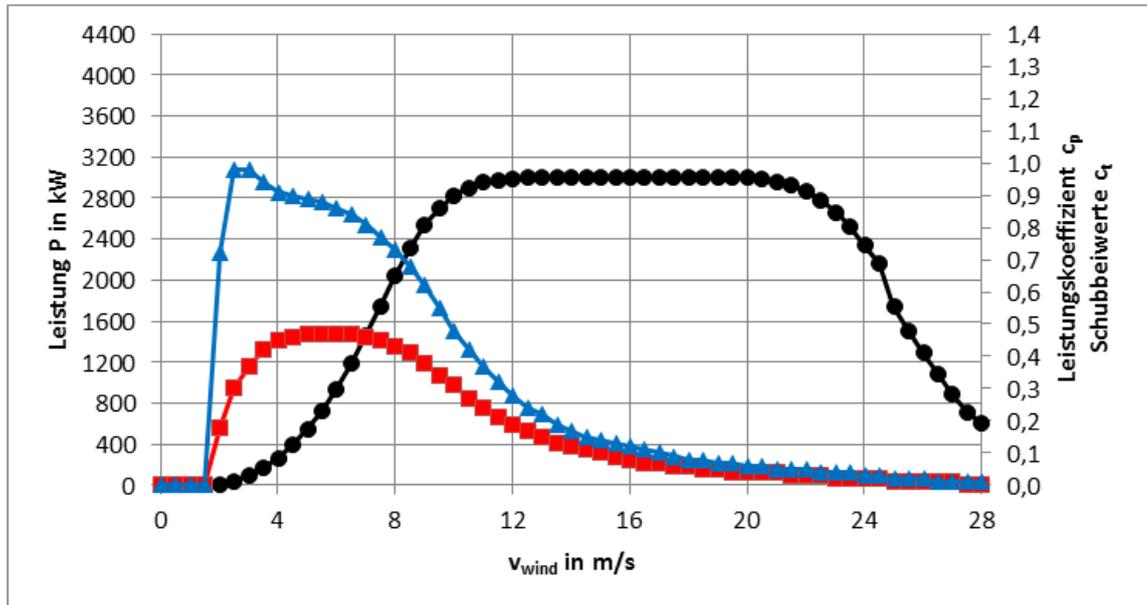


Abb. 6: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 3000 kW s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

9.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 3000 kW s

Im Betriebsmodus 3000 kW s wird die Windenergieanlage leistungsreduziert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 105,2 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 70: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	3000	kW
Nennwindgeschwindigkeit	13,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	10,7	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 13 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 71: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	92,3	92,9	93,4	93,9	93,9	93,9	94,3	94,5
3,5 m/s	96,0	96,6	97,0	97,4	97,4	97,4	97,7	97,9
4 m/s	98,9	99,4	99,8	100,3	100,3	100,3	100,6	100,8
4,5 m/s	101,4	101,8	102,2	102,4	102,4	102,4	102,6	102,7
5 m/s	102,9	103,0	103,1	103,2	103,2	103,2	103,2	103,3
5,5 m/s	103,3	103,5	103,6	103,8	103,8	103,8	104,0	104,1
6 m/s	104,0	104,3	104,4	104,6	104,6	104,6	104,8	104,8
6,5 m/s	104,8	105,0	105,1	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2
7 m/s	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2
7,5 m/s	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-13-1-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8 m/s	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2
8,5 m/s	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2
9 m/s	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2
9,5 m/s	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2
10 m/s	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2
10,5 m/s	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2
11 m/s	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2
11,5 m/s	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2
12 m/s	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2
95 % P_n	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2

Tab. 72: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,6
5,5 m/s	98,6
6 m/s	100,5
6,5 m/s	102,1
7 m/s	102,9
7,5 m/s	103,2
8 m/s	103,6
8,5 m/s	104,2
9 m/s	104,7
9,5 m/s	105,2
10 m/s	105,2
10,5 m/s	105,2
11 m/s	105,2
11,5 m/s	105,2
12 m/s	105,2
12,5 m/s	105,2
13 m/s	105,2
13,5 m/s	105,2

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleleistungspegel in dB(A)
14 m/s	105,2
14,5 m/s	105,2
15 m/s	105,2

9.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

9.3.1 Oktavbandpegel NH

Tab. 73: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9,5	75,2	86,9	92,7	95,8	98,1	99,3	99,6	94,3	78,4

9.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

Tab. 74: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	74,8	86,5	92,2	95,2	97,6	99,1	99,9	95,7	82,7

9.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

Tab. 75: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	74,9	86,5	92,2	95,1	97,6	99,2	100,0	95,6	81,7

9.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

Tab. 76: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	75,0	86,7	92,3	95,2	97,6	99,2	100,0	95,4	80,5

9.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

Tab. 77: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6,5	75,2	86,9	92,6	95,6	98,0	99,3	99,7	94,5	78,6

9.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 78: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6,5	75,2	86,9	92,6	95,6	98,0	99,3	99,7	94,5	78,6

9.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 79: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6,5	75,2	86,9	92,6	95,6	98,0	99,3	99,7	94,5	78,6

9.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 80: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6,5	75,4	87,1	92,8	95,6	98,0	99,4	99,7	94,2	77,3

9.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 81: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6,5	75,5	87,1	92,8	95,7	98,0	99,4	99,7	94,1	76,5

10 Betriebsmodus 2500 kW s

10.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 2500 kW s

Tab. 82: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 2500 kW s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	13	0,18	0,72
2,50	43	0,30	0,98
3,00	93	0,37	0,98
3,50	165	0,42	0,94
4,00	264	0,45	0,91
4,50	390	0,46	0,90
5,00	541	0,47	0,89
5,50	722	0,47	0,88
6,00	936	0,47	0,86
6,50	1180	0,47	0,84
7,00	1442	0,46	0,80
7,50	1703	0,44	0,75
8,00	1939	0,41	0,69
8,50	2134	0,38	0,62
9,00	2278	0,34	0,55
9,50	2375	0,30	0,47
10,00	2435	0,26	0,41
10,50	2468	0,23	0,35
11,00	2486	0,20	0,30
11,50	2495	0,18	0,26
12,00	2499	0,16	0,23
12,50	2500	0,14	0,20
13,00	2500	0,12	0,18
13,50	2500	0,11	0,16
14,00	2500	0,10	0,14

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
14,50	2500	0,09	0,13
15,00	2500	0,08	0,12
15,50	2500	0,07	0,11
16,00	2500	0,07	0,10
16,50	2500	0,06	0,09
17,00	2500	0,06	0,08
17,50	2500	0,05	0,08
18,00	2500	0,05	0,07
18,50	2500	0,04	0,07
19,00	2500	0,04	0,06
19,50	2500	0,04	0,06
20,00	2498	0,03	0,05
20,50	2491	0,03	0,05
21,00	2475	0,03	0,05
21,50	2449	0,03	0,04
22,00	2407	0,02	0,04
22,50	2344	0,02	0,04
23,00	2259	0,02	0,04
23,50	2149	0,02	0,03
24,00	2016	0,02	0,03
24,50	1867	0,01	0,03
25,00	1533	0,01	0,02
25,50	1337	0,01	0,02
26,00	1148	0,01	0,02
26,50	966	0,01	0,01
27,00	797	0,00	0,01
27,50	645	0,00	0,01
28,00	550	0,00	0,01

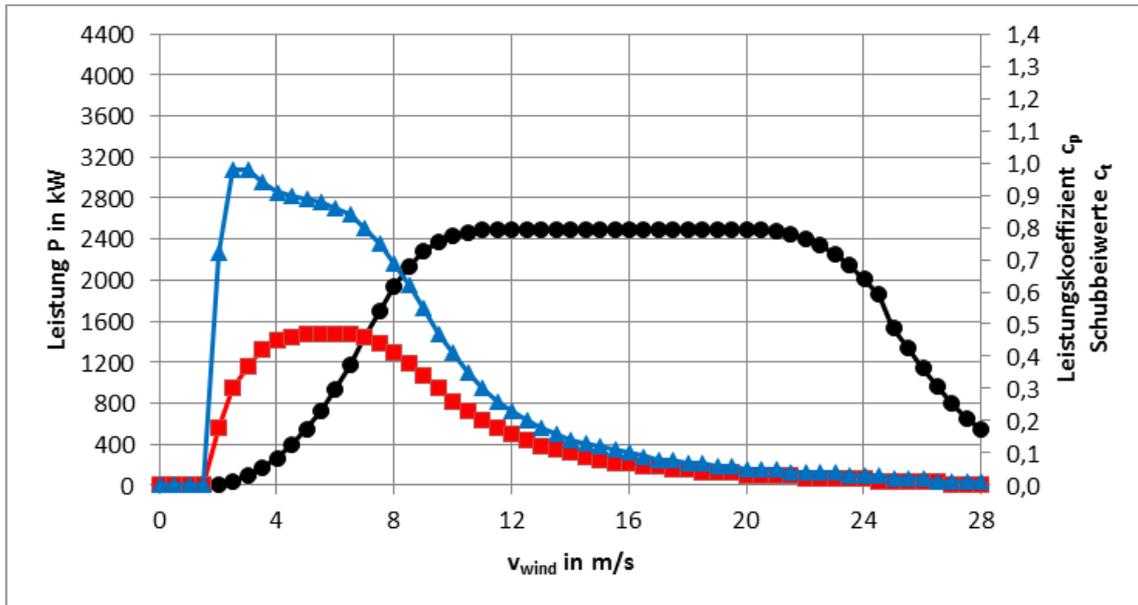


Abb. 7: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 2500 kW s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

10.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 2500 kW s

Im Betriebsmodus 2500 kW s wird die Windenergieanlage leistungsreduziert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 104,7 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 83: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	2500	kW
Nennwindgeschwindigkeit	12,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	10,5	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 13 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 84: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	92,3	92,9	93,4	93,9	93,9	93,9	94,3	94,5
3,5 m/s	96,0	96,6	97,0	97,4	97,4	97,4	97,7	97,9
4 m/s	98,9	99,4	99,8	100,3	100,3	100,3	100,6	100,8
4,5 m/s	101,4	101,8	102,2	102,4	102,4	102,4	102,6	102,7
5 m/s	102,9	103,0	103,1	103,2	103,2	103,2	103,2	103,3
5,5 m/s	103,3	103,5	103,6	103,8	103,8	103,8	104,0	104,1
6 m/s	104,0	104,3	104,4	104,6	104,6	104,6	104,7	104,7
6,5 m/s	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7
7 m/s	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7
7,5 m/s	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8 m/s	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7
8,5 m/s	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7
9 m/s	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7
9,5 m/s	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7
10 m/s	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7
10,5 m/s	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7
11 m/s	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7
11,5 m/s	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7
12 m/s	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7
95 % P_n	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7

Tab. 85: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,6
5,5 m/s	98,6
6 m/s	100,5
6,5 m/s	102,1
7 m/s	102,9
7,5 m/s	103,2
8 m/s	103,6
8,5 m/s	104,2
9 m/s	104,7
9,5 m/s	104,7
10 m/s	104,7
10,5 m/s	104,7
11 m/s	104,7
11,5 m/s	104,7
12 m/s	104,7
12,5 m/s	104,7
13 m/s	104,7
13,5 m/s	104,7

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schallleistungspegel in dB(A)
14 m/s	104,7
14,5 m/s	104,7
15 m/s	104,7

10.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

10.3.1 Oktavbandpegel NH

Tab. 86: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	74,8	86,5	92,1	95,1	97,5	98,8	99,3	94,1	78,2

10.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

Tab. 87: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6,5	74,3	86,0	91,7	94,7	97,1	98,6	99,4	95,3	82,2

10.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

Tab. 88: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6,5	74,4	86,1	91,7	94,6	97,1	98,7	99,5	95,1	81,1

10.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

Tab. 89: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6,5	74,6	86,2	91,8	94,6	97,1	98,7	99,5	94,9	79,9

10.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

Tab. 90: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6,5	74,7	86,3	91,9	94,7	97,1	98,8	99,5	94,5	78,3

10.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 91: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6,5	74,7	86,3	91,9	94,7	97,1	98,8	99,5	94,5	78,3

10.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 92: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6,5	74,7	86,3	91,9	94,7	97,1	98,8	99,5	94,5	78,3

10.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 93: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	75,0	86,6	92,3	95,2	97,5	98,8	99,2	93,7	76,7

10.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 94: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	75,0	86,7	92,3	95,2	97,5	98,9	99,2	93,5	75,9

11 Betriebsmodus 2000 kW s

11.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 2000 kW s

Tab. 95: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 2000 kW s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	13	0,18	0,72
2,50	43	0,30	0,98
3,00	93	0,37	0,98
3,50	165	0,42	0,94
4,00	264	0,45	0,91
4,50	390	0,46	0,90
5,00	541	0,47	0,89
5,50	722	0,47	0,88
6,00	932	0,47	0,86
6,50	1158	0,46	0,83
7,00	1383	0,44	0,77
7,50	1583	0,41	0,71
8,00	1740	0,37	0,62
8,50	1851	0,33	0,54
9,00	1922	0,29	0,46
9,50	1962	0,25	0,39
10,00	1984	0,22	0,33
10,50	1994	0,19	0,28
11,00	1998	0,16	0,24
11,50	2000	0,14	0,21
12,00	2000	0,13	0,18
12,50	2000	0,11	0,16
13,00	2000	0,10	0,14
13,50	2000	0,09	0,13
14,00	2000	0,08	0,12

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
14,50	2000	0,07	0,11
15,00	2000	0,06	0,10
15,50	2000	0,06	0,09
16,00	2000	0,05	0,08
16,50	2000	0,05	0,07
17,00	2000	0,04	0,07
17,50	2000	0,04	0,06
18,00	2000	0,04	0,06
18,50	2000	0,03	0,05
19,00	2000	0,03	0,05
19,50	2000	0,03	0,05
20,00	1999	0,03	0,05
20,50	1995	0,03	0,04
21,00	1985	0,02	0,04
21,50	1968	0,02	0,04
22,00	1941	0,02	0,04
22,50	1898	0,02	0,03
23,00	1839	0,02	0,03
23,50	1761	0,02	0,03
24,00	1664	0,01	0,03
24,50	1554	0,01	0,02
25,00	1297	0,01	0,02
25,50	1148	0,01	0,02
26,00	992	0,01	0,01
26,50	840	0,01	0,01
27,00	697	0,00	0,01
27,50	567	0,00	0,01
28,00	490	0,00	0,01

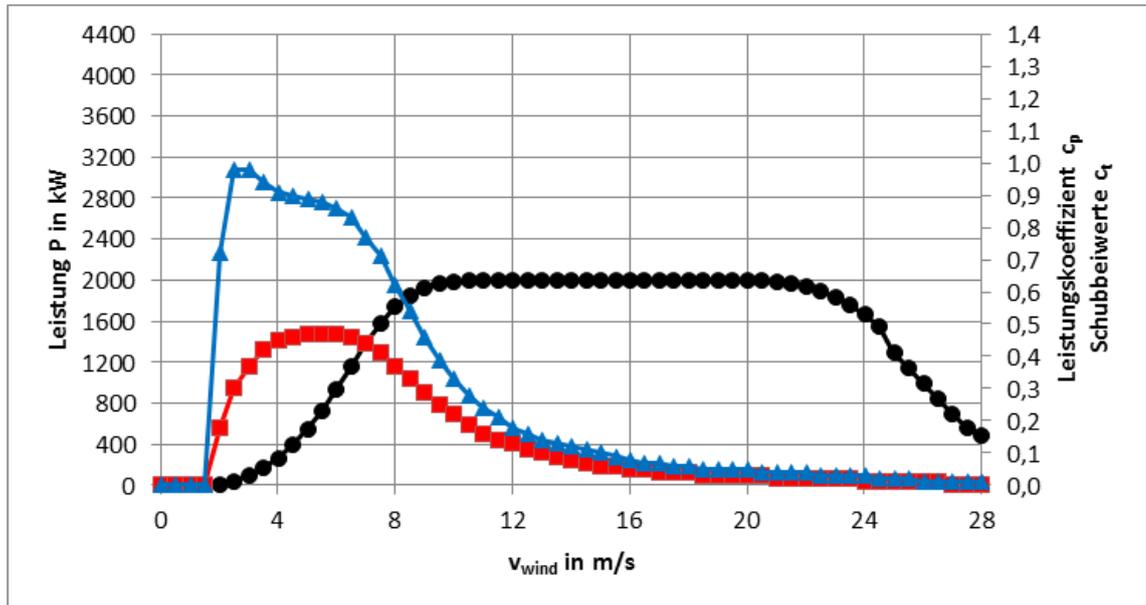


Abb. 8: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 2000 kW s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

11.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 2000 kW s

Im Betriebsmodus 2000 kW s wird die Windenergieanlage leistungsreduziert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 104,2 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 96: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	2000	kW
Nennwindgeschwindigkeit	11,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	10,3	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 13 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 97: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	92,3	92,9	93,4	93,9	93,9	93,9	94,3	94,5
3,5 m/s	96,0	96,6	97,0	97,4	97,4	97,4	97,7	97,9
4 m/s	98,9	99,4	99,8	100,3	100,3	100,3	100,6	100,8
4,5 m/s	101,4	101,8	102,2	102,4	102,4	102,4	102,6	102,7
5 m/s	102,9	103,0	103,1	103,2	103,2	103,2	103,2	103,3
5,5 m/s	103,4	103,5	103,6	103,8	103,8	103,8	104,0	104,1
6 m/s	104,0	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2
6,5 m/s	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2
7 m/s	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2
7,5 m/s	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-13-1-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8 m/s	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2
8,5 m/s	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2
9 m/s	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2
9,5 m/s	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2
10 m/s	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2
10,5 m/s	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2
11 m/s	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2
11,5 m/s	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2
12 m/s	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2
95 % P_n	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2	104,2

Tab. 98: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,6
5,5 m/s	98,6
6 m/s	100,5
6,5 m/s	102,1
7 m/s	102,9
7,5 m/s	103,2
8 m/s	103,6
8,5 m/s	104,2
9 m/s	104,2
9,5 m/s	104,2
10 m/s	104,2
10,5 m/s	104,2
11 m/s	104,2
11,5 m/s	104,2
12 m/s	104,2
12,5 m/s	104,2
13 m/s	104,2
13,5 m/s	104,2

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleleistungspegel in dB(A)
14 m/s	104,2
14,5 m/s	104,2
15 m/s	104,2

11.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

11.3.1 Oktavbandpegel NH

Tab. 99: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	74,3	85,9	91,5	94,3	96,8	98,3	98,9	93,9	77,7

11.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

Tab. 100: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6,5	73,7	85,3	90,8	93,5	96,2	98,1	99,3	95,3	81,6

11.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

Tab. 101: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	74,0	85,6	91,2	94,0	96,5	98,2	99,0	94,7	80,5

11.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

Tab. 102: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	74,1	85,7	91,3	94,0	96,5	98,2	99,0	94,5	79,3

11.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

Tab. 103: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	74,2	85,8	91,4	94,1	96,6	98,3	99,0	94,1	77,7

11.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 104: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	74,2	85,8	91,4	94,1	96,6	98,3	99,0	94,1	77,7

11.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 105: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	74,2	85,8	91,4	94,1	96,6	98,3	99,0	94,1	77,7

11.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 106: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	74,4	86,0	91,4	94,1	96,6	98,3	99,1	93,8	76,1

11.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 107: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	74,4	86,0	91,5	94,1	96,6	98,4	99,1	93,6	75,2

12 Betriebsmodus 1500 kW s

12.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 1500 kW s

Tab. 108: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 1500 kW s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	13	0,18	0,72
2,50	43	0,30	0,98
3,00	93	0,37	0,98
3,50	165	0,42	0,94
4,00	264	0,45	0,91
4,50	391	0,46	0,90
5,00	540	0,47	0,89
5,50	714	0,46	0,87
6,00	899	0,45	0,83
6,50	1077	0,42	0,77
7,00	1228	0,39	0,68
7,50	1340	0,34	0,59
8,00	1414	0,30	0,50
8,50	1458	0,26	0,41
9,00	1481	0,22	0,35
9,50	1493	0,19	0,29
10,00	1498	0,16	0,25
10,50	1500	0,14	0,21
11,00	1500	0,12	0,18
11,50	1500	0,11	0,16
12,00	1500	0,09	0,14
12,50	1500	0,08	0,13
13,00	1500	0,07	0,11
13,50	1500	0,07	0,10
14,00	1500	0,06	0,09

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
14,50	1500	0,05	0,08
15,00	1500	0,05	0,08
15,50	1500	0,04	0,07
16,00	1500	0,04	0,06
16,50	1500	0,04	0,06
17,00	1500	0,03	0,05
17,50	1500	0,03	0,05
18,00	1500	0,03	0,05
18,50	1500	0,03	0,04
19,00	1500	0,02	0,04
19,50	1500	0,02	0,04
20,00	1500	0,02	0,04
20,50	1499	0,02	0,03
21,00	1495	0,02	0,03
21,50	1487	0,02	0,03
22,00	1474	0,02	0,03
22,50	1451	0,01	0,03
23,00	1418	0,01	0,03
23,50	1372	0,01	0,02
24,00	1311	0,01	0,02
24,50	1239	0,01	0,02
25,00	1060	0,01	0,02
25,50	957	0,01	0,02
26,00	836	0,01	0,01
26,50	713	0,00	0,01
27,00	596	0,00	0,01
27,50	488	0,00	0,01
28,00	430	0,00	0,01

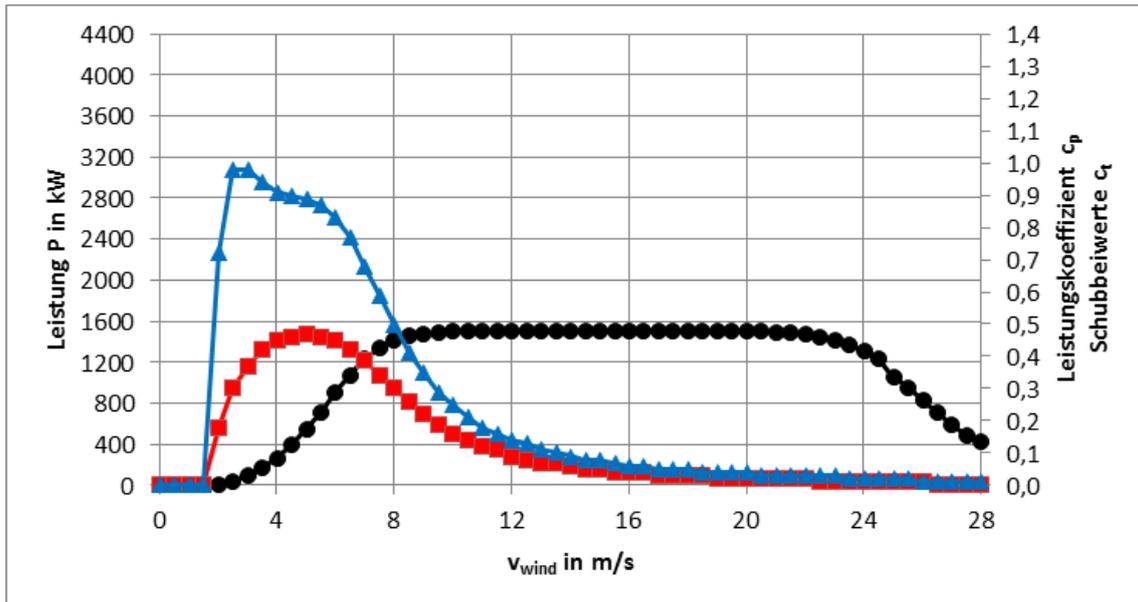


Abb. 9: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 1500 kW s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

12.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 1500 kW s

Im Betriebsmodus 1500 kW s wird die Windenergieanlage leistungsreduziert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 103,5 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 109: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	1500	kW
Nennwindgeschwindigkeit	10,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	10,0	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 13 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 110: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	92,3	92,9	93,4	-	-	-	94,3	94,5
3,5 m/s	96,0	96,6	97,0	-	-	-	97,7	97,9
4 m/s	98,9	99,4	99,8	-	-	-	100,6	100,8
4,5 m/s	101,4	101,8	102,2	-	-	-	102,6	102,7
5 m/s	102,9	103,0	103,2	-	-	-	103,5	103,5
5,5 m/s	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5
6 m/s	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5
6,5 m/s	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5
7 m/s	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5
7,5 m/s	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8 m/s	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5
8,5 m/s	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5
9 m/s	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5
9,5 m/s	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5
10 m/s	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5
10,5 m/s	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5
11 m/s	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5
11,5 m/s	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5
12 m/s	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5
95 % P_n	103,5	103,5	103,5	-	-	-	103,5	103,5

Tab. 111: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,6
5,5 m/s	98,6
6 m/s	100,5
6,5 m/s	102,1
7 m/s	102,9
7,5 m/s	103,5
8 m/s	103,5
8,5 m/s	103,5
9 m/s	103,5
9,5 m/s	103,5
10 m/s	103,5
10,5 m/s	103,5
11 m/s	103,5
11,5 m/s	103,5
12 m/s	103,5
12,5 m/s	103,5
13 m/s	103,5
13,5 m/s	103,5

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schallleistungspegel in dB(A)
14 m/s	103,5
14,5 m/s	103,5
15 m/s	103,5

12.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

12.3.1 Oktavbandpegel NH

Tab. 112: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7,5	73,7	85,2	90,8	93,7	96,1	97,6	98,1	93,1	76,9

12.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

Tab. 113: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5,5	73,2	84,8	90,3	93,2	95,7	97,4	98,4	94,4	80,9

12.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

Tab. 114: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5,5	73,3	84,8	90,4	93,1	95,7	97,5	98,4	94,2	79,7

12.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

Tab. 115: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5,5	73,4	84,9	90,4	93,1	95,7	97,5	98,5	93,9	78,4

12.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

Tab. 116: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

12.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 117: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

12.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 118: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

12.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 119: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5	73,9	85,4	91,0	93,8	96,2	97,6	98,1	92,7	75,5

12.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 120: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5	73,9	85,5	91,1	93,8	96,2	97,7	98,1	92,6	74,6

13 Betriebsmodus 1000 kW s

13.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 1000 kW s

 Tab. 121: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 1000 kW s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	13	0,18	0,72
2,50	43	0,30	0,98
3,00	93	0,37	0,98
3,50	165	0,42	0,94
4,00	264	0,45	0,91
4,50	388	0,46	0,90
5,00	523	0,45	0,86
5,50	660	0,43	0,80
6,00	781	0,39	0,72
6,50	872	0,34	0,61
7,00	933	0,29	0,51
7,50	968	0,25	0,42
8,00	987	0,21	0,34
8,50	995	0,18	0,28
9,00	999	0,15	0,23
9,50	1000	0,13	0,20
10,00	1000	0,11	0,17
10,50	1000	0,09	0,15
11,00	1000	0,08	0,13
11,50	1000	0,07	0,11
12,00	1000	0,06	0,10
12,50	1000	0,06	0,09
13,00	1000	0,05	0,08
13,50	1000	0,04	0,07
14,00	1000	0,04	0,07

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
14,50	1000	0,04	0,06
15,00	1000	0,03	0,06
15,50	1000	0,03	0,05
16,00	1000	0,03	0,05
16,50	1000	0,02	0,04
17,00	1000	0,02	0,04
17,50	1000	0,02	0,04
18,00	1000	0,02	0,04
18,50	1000	0,02	0,03
19,00	1000	0,02	0,03
19,50	1000	0,02	0,03
20,00	1000	0,01	0,03
20,50	1000	0,01	0,03
21,00	999	0,01	0,03
21,50	998	0,01	0,02
22,00	994	0,01	0,02
22,50	986	0,01	0,02
23,00	972	0,01	0,02
23,50	952	0,01	0,02
24,00	923	0,01	0,02
24,50	884	0,01	0,02
25,00	782	0,01	0,01
25,50	727	0,01	0,01
26,00	644	0,00	0,01
26,50	556	0,00	0,01
27,00	469	0,00	0,01
27,50	387	0,00	0,01
28,00	351	0,00	0,01

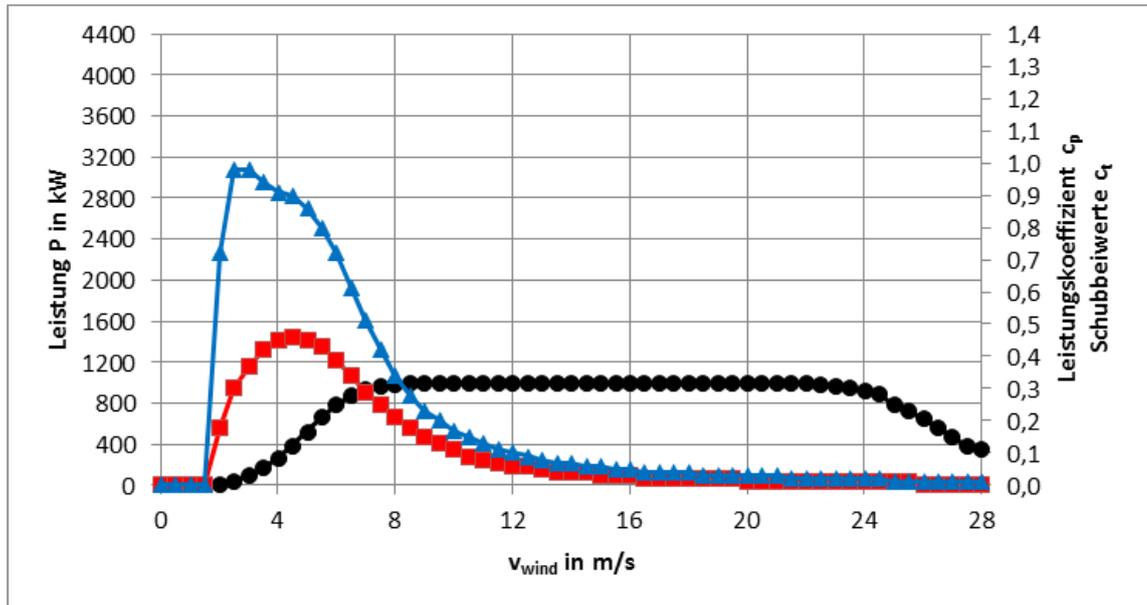


Abb. 10: Leistungs-, c_p- und c_t-Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 1000 kW s

	Leistung P in kW
	c _t -Wert
	c _p -Wert

13.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 1000 kW s

Im Betriebsmodus 1000 kW s wird die Windenergieanlage leistungsreduziert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 102,3 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 122: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	1000	kW
Nennwindgeschwindigkeit	9,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	9,4	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 13 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 123: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	92,3	92,9	93,4	-	-	-	94,3	94,5
3,5 m/s	96,0	96,6	97,0	-	-	-	97,7	97,9
4 m/s	98,9	99,4	99,8	-	-	-	100,6	100,8
4,5 m/s	101,4	101,8	102,1	-	-	-	102,2	102,2
5 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3
5,5 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3
6 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3
6,5 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3
7 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3
7,5 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-13-1-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3
8,5 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3
9 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3
9,5 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3
10 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3
10,5 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3
11 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3
11,5 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3
12 m/s	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3
95 % P_n	102,3	102,3	102,3	-	-	-	102,3	102,3

Tab. 124: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,6
5,5 m/s	98,6
6 m/s	100,5
6,5 m/s	102,1
7 m/s	102,3
7,5 m/s	102,3
8 m/s	102,3
8,5 m/s	102,3
9 m/s	102,3
9,5 m/s	102,3
10 m/s	102,3
10,5 m/s	102,3
11 m/s	102,3
11,5 m/s	102,3
12 m/s	102,3
12,5 m/s	102,3
13 m/s	102,3
13,5 m/s	102,3

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleleistungspegel in dB(A)
14 m/s	102,3
14,5 m/s	102,3
15 m/s	102,3

13.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

13.3.1 Oktavbandpegel NH

Tab. 125: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	72,7	84,0	89,5	92,1	94,6	96,4	97,3	92,2	75,3

13.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

Tab. 126: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5	72,2	83,5	89,0	91,7	94,3	96,1	97,4	93,3	79,3

13.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

Tab. 127: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5	72,3	83,6	89,0	91,7	94,3	96,2	97,4	92,9	77,8

13.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

Tab. 128: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5	72,4	83,7	89,1	91,7	94,3	96,3	97,5	92,5	76,4

13.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

Tab. 129: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

13.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 130: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

13.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 131: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

13.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 132: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5	72,6	83,9	89,3	91,8	94,4	96,5	97,6	91,6	72,9

13.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 133: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5	72,7	84,0	89,3	91,8	94,4	96,5	97,6	91,3	72,0

14 Betriebsmodus 500 kW s

14.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 500 kW s

Tab. 134: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 500 kW s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	13	0,18	0,72
2,50	43	0,30	0,98
3,00	93	0,37	0,98
3,50	165	0,42	0,93
4,00	254	0,43	0,88
4,50	337	0,40	0,78
5,00	405	0,35	0,66
5,50	452	0,29	0,54
6,00	478	0,24	0,42
6,50	492	0,19	0,33
7,00	497	0,16	0,26
7,50	499	0,13	0,21
8,00	500	0,11	0,17
8,50	500	0,09	0,14
9,00	500	0,07	0,12
9,50	500	0,06	0,11
10,00	500	0,05	0,09
10,50	500	0,05	0,08
11,00	500	0,04	0,07
11,50	500	0,04	0,06
12,00	500	0,03	0,06
12,50	500	0,03	0,05
13,00	500	0,03	0,05
13,50	500	0,02	0,04
14,00	500	0,02	0,04

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
14,50	500	0,02	0,04
15,00	500	0,02	0,03
15,50	500	0,02	0,03
16,00	500	0,01	0,03
16,50	500	0,01	0,03
17,00	500	0,01	0,02
17,50	500	0,01	0,02
18,00	500	0,01	0,02
18,50	500	0,01	0,02
19,00	500	0,01	0,02
19,50	500	0,01	0,02
20,00	500	0,01	0,02
20,50	500	0,01	0,02
21,00	500	0,01	0,02
21,50	500	0,01	0,02
22,00	500	0,01	0,02
22,50	498	0,01	0,01
23,00	495	0,00	0,01
23,50	489	0,00	0,01
24,00	479	0,00	0,01
24,50	463	0,00	0,01
25,00	419	0,00	0,01
25,50	412	0,00	0,01
26,00	369	0,00	0,01
26,50	321	0,00	0,01
27,00	271	0,00	0,01
27,50	223	0,00	0,01
28,00	218	0,00	0,00

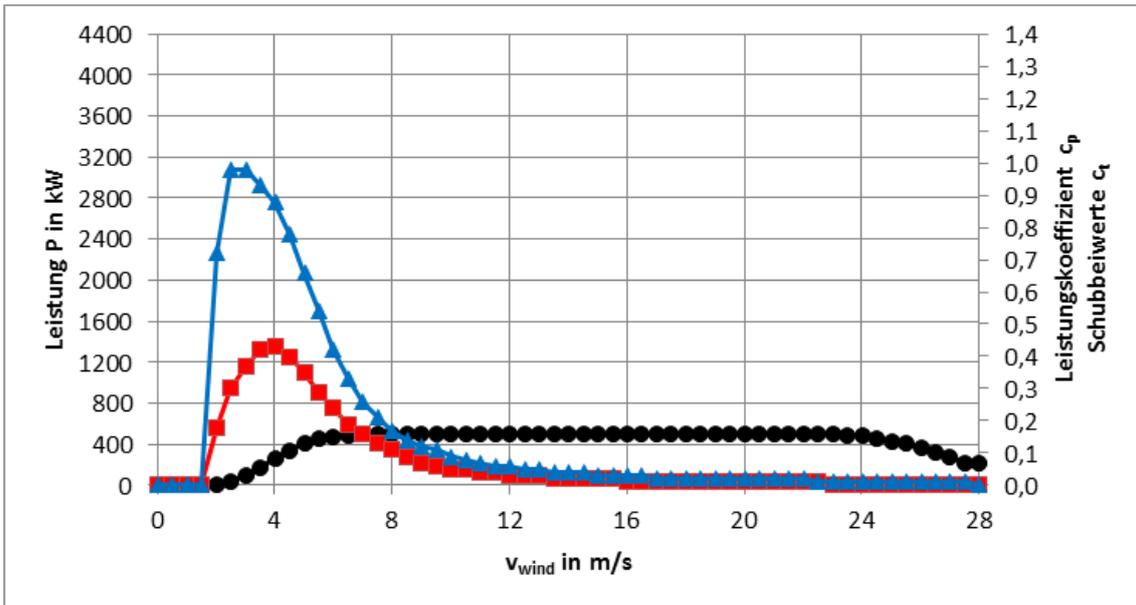


Abb. 11: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 500 kW s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

14.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 500 kW s

Im Betriebsmodus 500 kW s wird die Windenergieanlage leistungsreduziert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 98,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 135: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	500	kW
Nennwindgeschwindigkeit	7,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	7,7	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 13 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 136: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	92,3	92,9	93,4	93,9	93,9	93,9	94,3	94,5
3,5 m/s	96,0	96,6	96,8	97,1	97,1	97,1	97,3	97,4
4 m/s	97,8	97,9	97,9	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
4,5 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
5 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
5,5 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
6 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
6,5 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
7 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
7,5 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
8 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8,5 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
9 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
9,5 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
10 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
10,5 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
11 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
11,5 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
12 m/s	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
95 % P_n	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0

Tab. 137: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,6
5,5 m/s	97,8
6 m/s	98,0
6,5 m/s	98,0
7 m/s	98,0
7,5 m/s	98,0
8 m/s	98,0
8,5 m/s	98,0
9 m/s	98,0
9,5 m/s	98,0
10 m/s	98,0
10,5 m/s	98,0
11 m/s	98,0
11,5 m/s	98,0
12 m/s	98,0
12,5 m/s	98,0
13 m/s	98,0
13,5 m/s	98,0
14 m/s	98,0

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schallleistungspegel in dB(A)
14,5 m/s	98,0
15 m/s	98,0

14.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

14.3.1 Oktavbandpegel NH

 Tab. 138: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	69,3	80,2	85,5	88,0	90,3	92,0	93,0	87,4	69,9

14.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

 Tab. 139: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
4,5	68,8	79,7	84,9	87,5	89,9	91,9	93,3	88,3	73,5

14.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

 Tab. 140: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
4,5	68,8	79,7	85,0	87,5	90,0	92,0	93,2	87,8	72,0

14.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

 Tab. 141: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
4,5	69,0	79,9	85,1	87,6	90,1	92,1	93,2	87,4	70,8

14.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

Tab. 142: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
4	69,3	80,2	85,5	88,0	90,3	92,0	92,9	87,4	69,9

14.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 143: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
4	69,3	80,2	85,5	88,0	90,3	92,0	92,9	87,4	69,9

14.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 144: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
4	69,3	80,2	85,5	88,0	90,3	92,0	92,9	87,4	69,9

14.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 145: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
4	69,4	80,3	85,6	88,1	90,4	92,1	93,0	87,0	68,4

14.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 146: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
4	69,5	80,4	85,6	88,1	90,4	92,1	92,9	86,7	67,4

Technisches Datenblatt

Terzbandpegel Betriebsmodi 0 s, I s, II s und leistungsreduzierte Betriebe

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2 / 4200 kW mit TES (Trailing Edge Serrations)

Herausgeber	ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109 E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Jost Backhaus, Dr. Thomas Cobet, Momme Janssen, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360
Urheberrechtshinweis	<p>Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.</p> <p>Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.</p> <p>Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.</p> <p>Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.</p>
Geschützte Marken	Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.
Änderungsvorbehalt	Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0748941-6		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2020-05-15	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	7
2	Allgemeines	8
3	Betriebsmodus 0 s	9
3.1	Terzbandpegel NH	9
3.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	11
3.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	13
3.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	15
3.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	17
3.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	19
3.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	21
3.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	23
3.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	25
4	Betriebsmodus I s	27
4.1	Terzbandpegel NH	27
4.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	29
4.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	31
4.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	33
4.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	35
4.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	37
4.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	39
4.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	41
4.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	43
5	Betriebsmodus II s	45
5.1	Terzbandpegel NH	45
5.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	47
5.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	49
5.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	51
5.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	53
5.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	55
5.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	57
5.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	59
5.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	61
6	Betriebsmodus 4000 kW s	63
6.1	Terzbandpegel NH	63
6.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	65
6.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	67

6.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	69
6.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	71
6.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	73
6.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	75
6.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	77
6.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	79
7	Betriebsmodus 3500 kW s	81
7.1	Terzbandpegel NH	81
7.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	83
7.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	85
7.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	87
7.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	89
7.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	91
7.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	93
7.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	95
7.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	97
8	Betriebsmodus 3000 kW s	99
8.1	Terzbandpegel NH	99
8.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	101
8.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	103
8.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	105
8.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	107
8.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	109
8.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	111
8.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	113
8.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	115
9	Betriebsmodus 2500 kW s	117
9.1	Terzbandpegel NH	117
9.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	119
9.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	121
9.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	123
9.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	125
9.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	127
9.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	129
9.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	131
9.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	133
10	Betriebsmodus 2000 kW s	135
10.1	Terzbandpegel NH	135
10.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	137

10.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	139
10.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	141
10.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	143
10.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	145
10.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	147
10.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	149
10.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	151
11	Betriebsmodus 1500 kW s	153
11.1	Terzbandpegel NH	153
11.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	155
11.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	157
11.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	159
11.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	161
11.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	163
11.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	165
11.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	167
11.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	169
12	Betriebsmodus 1000 kW s	171
12.1	Terzbandpegel NH	171
12.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	173
12.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	175
12.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	177
12.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	179
12.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	181
12.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	183
12.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	185
12.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	187
13	Betriebsmodus 500 kW s	189
13.1	Terzbandpegel NH	189
13.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	191
13.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	193
13.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	195
13.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	197
13.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	199
13.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	201
13.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	203
13.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	205

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

NH Nabhöhe

Größen, Einheiten, Formeln

v_H Windgeschwindigkeit in Nabhöhe

v_s Standardisierte Windgeschwindigkeit

1 Verfügbare Betriebsmodi

In der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, welche Betriebsmodi für welche Turmvarianten bzw. Nabenhöhen verfügbar sind.

Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi

Betriebsmodus	Turmvariante bzw. Nabenhöhe (NH)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-13-1-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
	NH 81 m	NH 96 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 131 m	NH 131 m	NH 149 m	NH 160 m
0 s	x	x	x	x	x	x	x	x
I s	x	x	x	-	-	-	x	x
II s	x	x	x	-	-	-	x	x
4000 kW s	x	x	x	x	x	x	x	x
3500 kW s	x	x	x	x	x	x	x	x
3000 kW s	x	x	x	x	x	x	x	x
2500 kW s	x	x	x	x	x	x	x	x
2000 kW s	x	x	x	x	x	x	x	x
1500 kW s	x	x	x	-	-	-	x	x
1000 kW s	x	x	x	-	-	-	x	x
500 kW s	x	x	x	x	x	x	x	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

- Die Zuordnung der Schalleistungspegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Schalleistungspegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt.
- Die angegebenen Schalleistungspegel wurden auf Basis von aeroakustischen Simulationen ermittelt.
- Die einzelnen Terzbandpegelwerte werden nicht garantiert. Lediglich der Summenpegel aller Terzbandpegel pro Windgeschwindigkeit, der dem Schalleistungspegel bei dieser Windgeschwindigkeit entspricht, ist eine garantierte Größe.

3 Betriebsmodus 0 s

3.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 2: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	51,3	52,6	53,8	54,8	55,5	55,7	55,9	56,1	56,4	56,7	56,9
25	57,2	58,6	59,9	61,0	61,7	61,9	62,2	62,4	62,7	63,0	63,1
31,5	62,4	63,9	65,3	66,5	67,1	67,4	67,7	67,9	68,2	68,5	68,7
40	66,9	68,5	70,0	71,2	71,9	72,2	72,5	72,7	73,0	73,4	73,5
50	70,8	72,5	74,0	75,3	76,0	76,3	76,6	76,9	77,2	77,5	77,7
63	74,1	75,8	77,4	78,8	79,5	79,8	80,2	80,4	80,8	81,1	81,3
80	77,0	78,7	80,4	81,8	82,5	82,8	83,2	83,4	83,8	84,2	84,3
100	79,1	80,9	82,5	83,9	84,7	85,0	85,4	85,7	86,1	86,4	86,6
125	80,2	81,9	83,6	85,1	85,8	86,2	86,6	86,8	87,2	87,6	87,8
160	81,0	82,7	84,4	85,8	86,6	87,0	87,4	87,7	88,1	88,5	88,6
200	81,8	83,6	85,3	86,7	87,5	87,9	88,3	88,6	89,0	89,4	89,5
250	82,9	84,7	86,5	87,9	88,7	89,1	89,5	89,8	90,2	90,6	90,8
315	83,9	85,7	87,5	88,9	89,7	90,1	90,5	90,8	91,3	91,7	91,8
400	84,6	86,5	88,3	89,8	90,6	90,9	91,4	91,7	92,1	92,5	92,6
500	84,9	86,9	88,8	90,3	91,1	91,5	91,9	92,2	92,7	93,1	93,2
630	85,0	87,0	89,0	90,5	91,4	91,7	92,1	92,5	92,9	93,3	93,5
800	85,2	87,2	89,2	90,8	91,6	91,9	92,4	92,7	93,1	93,5	93,7
1000	85,7	87,7	89,7	91,3	92,1	92,4	92,8	93,1	93,5	93,9	94,1
1250	86,3	88,3	90,3	92,0	92,8	93,1	93,4	93,7	94,1	94,5	94,7
1600	86,7	88,8	90,7	92,4	93,2	93,5	93,9	94,2	94,6	95,0	95,2
2000	86,2	88,3	90,2	91,9	92,7	93,0	93,4	93,6	94,0	94,4	94,7
2500	84,9	87,0	89,0	90,7	91,5	91,8	92,1	92,4	92,7	93,2	93,4
3150	83,0	85,2	87,2	88,9	89,7	89,9	90,2	90,5	90,8	91,3	91,6
4000	80,1	82,2	84,3	86,0	86,8	87,0	87,3	87,5	87,8	88,3	88,6
5000	75,5	77,8	79,8	81,6	82,4	82,6	82,9	83,1	83,4	83,9	84,3
6300	68,4	70,7	72,8	74,7	75,5	75,8	76,1	76,3	76,6	77,1	77,5
8000	57,8	60,2	62,4	64,3	65,2	65,5	65,8	66,1	66,5	66,9	67,4
10000	45,1	47,5	49,7	51,6	52,5	52,8	53,2	53,5	53,9	54,4	54,8

Tab. 3: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	57,1	57,3	57,2	57,5	57,4	57,3	57,1	57,0	56,9	56,9
25	63,4	63,5	63,5	63,8	63,7	63,6	63,4	63,3	63,2	63,1
31,5	68,9	69,1	69,1	69,4	69,3	69,2	69,0	68,9	68,8	68,7
40	73,8	73,9	74,0	74,3	74,2	74,1	73,9	73,7	73,7	73,6
50	78,0	78,1	78,2	78,5	78,4	78,3	78,1	78,0	77,9	77,8
63	81,5	81,7	81,9	82,1	82,0	81,9	81,7	81,6	81,5	81,4
80	84,6	84,8	84,9	85,2	85,1	85,0	84,8	84,6	84,6	84,5
100	86,8	87,0	87,2	87,4	87,3	87,2	87,0	86,8	86,7	86,7
125	88,0	88,2	88,3	88,5	88,4	88,3	88,0	87,8	87,7	87,6
160	88,9	89,0	89,1	89,3	89,1	88,9	88,6	88,4	88,3	88,2
200	89,8	89,9	90,0	90,1	89,9	89,7	89,4	89,2	89,0	88,9
250	91,0	91,1	91,2	91,3	91,0	90,8	90,5	90,2	90,1	90,0
315	92,0	92,1	92,2	92,2	92,0	91,8	91,4	91,2	91,0	90,9
400	92,9	93,0	93,1	93,1	92,9	92,7	92,3	92,1	91,9	91,8
500	93,4	93,5	93,7	93,8	93,6	93,4	93,0	92,8	92,7	92,6
630	93,7	93,9	94,1	94,3	94,1	94,0	93,7	93,5	93,4	93,4
800	94,0	94,1	94,4	94,6	94,6	94,5	94,3	94,2	94,2	94,2
1000	94,4	94,6	94,9	95,2	95,2	95,2	95,1	95,1	95,2	95,3
1250	95,1	95,3	95,6	96,0	96,0	96,1	96,1	96,1	96,3	96,4
1600	95,5	95,8	96,2	96,6	96,7	96,7	96,9	97,1	97,3	97,4
2000	95,0	95,3	95,7	96,2	96,3	96,4	96,8	97,1	97,2	97,3
2500	93,8	94,1	94,6	95,1	95,2	95,4	95,9	96,1	96,1	96,0
3150	92,0	92,3	92,8	93,4	93,6	93,9	94,3	94,1	94,0	93,8
4000	89,1	89,4	90,0	90,7	90,9	91,1	91,1	90,7	90,5	90,3
5000	84,8	85,2	85,8	86,4	86,5	86,6	86,1	85,7	85,4	85,2
6300	78,0	78,4	79,0	79,5	79,5	79,3	78,7	78,2	78,0	77,7
8000	67,8	68,2	68,7	69,1	68,9	68,7	68,1	67,6	67,3	67,0
10000	55,2	55,5	56,0	56,4	56,2	56,0	55,3	54,7	54,4	54,1

3.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 4: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,9	50,5	52,3	53,9	55,0	55,3	55,7	56,1	56,4	56,7
25	53,6	56,4	58,4	60,1	61,2	61,5	61,9	62,3	62,7	62,9
31,5	58,7	61,6	63,7	65,5	66,7	67,0	67,4	67,8	68,2	68,5
40	63,0	66,0	68,3	70,2	71,4	71,8	72,2	72,7	73,0	73,3
50	66,8	69,9	72,3	74,3	75,5	75,9	76,4	76,8	77,2	77,5
63	70,0	73,2	75,7	77,7	79,1	79,5	79,9	80,4	80,8	81,1
80	72,8	76,1	78,6	80,7	82,0	82,5	82,9	83,4	83,9	84,2
100	74,9	78,2	80,7	82,9	84,2	84,7	85,2	85,7	86,1	86,4
125	76,0	79,3	81,8	84,0	85,4	85,9	86,4	86,9	87,3	87,6
160	76,8	80,1	82,6	84,8	86,2	86,7	87,2	87,7	88,2	88,5
200	77,6	81,0	83,5	85,7	87,1	87,6	88,2	88,7	89,1	89,4
250	78,8	82,1	84,7	86,9	88,3	88,9	89,4	89,9	90,3	90,6
315	79,6	83,1	85,7	87,9	89,4	89,9	90,4	91,0	91,4	91,6
400	80,2	83,8	86,5	88,8	90,2	90,8	91,3	91,9	92,3	92,5
500	80,4	84,1	86,9	89,3	90,8	91,3	91,9	92,4	92,8	93,1
630	80,5	84,2	87,1	89,6	91,1	91,6	92,1	92,7	93,1	93,4
800	80,7	84,5	87,3	89,9	91,4	91,9	92,4	92,9	93,4	93,7
1000	81,2	85,0	87,9	90,4	91,9	92,4	92,9	93,4	93,9	94,2
1250	81,8	85,6	88,6	91,1	92,6	93,1	93,6	94,1	94,6	94,9
1600	82,3	86,1	89,1	91,7	93,2	93,6	94,1	94,6	95,1	95,5
2000	81,8	85,7	88,7	91,3	92,8	93,3	93,7	94,3	94,8	95,2
2500	80,8	84,7	87,7	90,3	91,8	92,2	92,7	93,2	93,7	94,2
3150	79,2	83,2	86,3	88,9	90,4	90,8	91,2	91,7	92,2	92,7
4000	76,7	80,8	84,0	86,6	88,1	88,4	88,8	89,3	89,9	90,4
5000	72,9	77,2	80,4	83,1	84,6	85,0	85,4	85,8	86,4	87,0
6300	67,1	71,4	74,8	77,6	79,2	79,6	80,0	80,5	81,1	81,7
8000	58,9	63,2	66,6	69,5	71,2	71,7	72,1	72,6	73,3	73,9
10000	49,5	53,8	57,2	60,2	61,9	62,4	62,8	63,4	64,0	64,6

Tab. 5: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,8	56,9	56,9	56,7	56,5	56,4	56,3	56,3	56,3
25	63,0	63,2	63,2	63,0	62,8	62,7	62,6	62,6	62,5
31,5	68,6	68,8	68,8	68,6	68,4	68,2	68,2	68,2	68,1
40	73,5	73,7	73,7	73,5	73,3	73,1	73,1	73,0	73,0
50	77,7	77,9	77,9	77,7	77,5	77,3	77,3	77,3	77,2
63	81,3	81,5	81,5	81,3	81,1	81,0	80,9	80,9	80,8
80	84,4	84,6	84,6	84,4	84,2	84,0	84,0	83,9	83,9
100	86,6	86,9	86,8	86,6	86,4	86,2	86,1	86,1	86,1
125	87,8	88,0	87,9	87,6	87,3	87,2	87,1	87,1	87,0
160	88,6	88,8	88,6	88,3	88,0	87,8	87,7	87,6	87,6
200	89,6	89,7	89,5	89,1	88,7	88,5	88,4	88,3	88,3
250	90,8	90,8	90,6	90,2	89,8	89,6	89,5	89,4	89,4
315	91,8	91,8	91,6	91,2	90,8	90,6	90,5	90,3	90,3
400	92,7	92,8	92,5	92,1	91,7	91,5	91,4	91,3	91,3
500	93,3	93,4	93,2	92,9	92,5	92,3	92,2	92,2	92,2
630	93,7	93,9	93,8	93,5	93,2	93,1	93,1	93,1	93,1
800	94,0	94,3	94,3	94,1	93,9	93,9	94,0	94,0	94,1
1000	94,5	94,9	95,0	94,9	94,9	95,0	95,1	95,2	95,4
1250	95,3	95,7	95,9	95,9	96,0	96,1	96,3	96,5	96,6
1600	95,9	96,4	96,6	96,7	97,0	97,3	97,4	97,6	97,6
2000	95,6	96,1	96,4	96,7	97,1	97,3	97,4	97,4	97,3
2500	94,6	95,3	95,6	96,0	96,4	96,4	96,3	96,2	96,0
3150	93,2	93,9	94,4	94,8	94,9	94,6	94,4	94,2	94,0
4000	91,0	91,8	92,3	92,4	92,1	91,7	91,5	91,3	91,1
5000	87,6	88,5	88,8	88,5	88,0	87,6	87,3	87,1	86,9
6300	82,3	83,0	83,1	82,6	82,0	81,6	81,3	81,1	80,8
8000	74,4	75,0	75,0	74,4	73,7	73,2	72,9	72,6	72,4
10000	65,1	65,6	65,6	64,9	64,1	63,6	63,3	63,0	62,7

3.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 6: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,4	51,0	52,8	54,4	55,2	55,5	55,9	56,3	56,6	56,9
25	54,2	56,9	58,8	60,5	61,4	61,8	62,1	62,5	62,8	63,1
31,5	59,2	62,1	64,2	66,0	66,9	67,3	67,7	68,1	68,4	68,7
40	63,6	66,6	68,8	70,7	71,7	72,1	72,5	72,9	73,2	73,6
50	67,3	70,5	72,8	74,8	75,8	76,2	76,6	77,1	77,4	77,7
63	70,6	73,8	76,2	78,3	79,3	79,7	80,2	80,7	81,0	81,3
80	73,4	76,7	79,1	81,2	82,3	82,7	83,2	83,7	84,0	84,4
100	75,5	78,8	81,2	83,4	84,5	85,0	85,4	85,9	86,3	86,6
125	76,6	79,9	82,4	84,5	85,6	86,1	86,6	87,2	87,5	87,8
160	77,4	80,7	83,2	85,4	86,5	87,0	87,5	88,0	88,3	88,6
200	78,3	81,5	84,1	86,2	87,4	87,9	88,4	89,0	89,3	89,5
250	79,4	82,7	85,2	87,4	88,6	89,1	89,6	90,2	90,5	90,7
315	80,3	83,6	86,2	88,5	89,6	90,1	90,7	91,3	91,5	91,8
400	80,8	84,3	87,0	89,3	90,5	91,0	91,6	92,2	92,4	92,6
500	81,1	84,7	87,5	89,9	91,0	91,6	92,1	92,7	93,0	93,2
630	81,1	84,8	87,7	90,1	91,3	91,8	92,4	93,0	93,3	93,6
800	81,3	85,0	87,9	90,4	91,6	92,1	92,6	93,2	93,5	93,8
1000	81,8	85,6	88,4	90,9	92,1	92,6	93,1	93,7	94,0	94,4
1250	82,4	86,2	89,1	91,6	92,8	93,2	93,7	94,3	94,7	95,1
1600	82,8	86,7	89,6	92,2	93,3	93,8	94,2	94,8	95,2	95,7
2000	82,4	86,3	89,2	91,8	92,9	93,3	93,8	94,3	94,8	95,3
2500	81,2	85,2	88,1	90,7	91,8	92,3	92,7	93,2	93,7	94,2
3150	79,6	83,6	86,5	89,2	90,3	90,7	91,1	91,6	92,1	92,7
4000	76,9	81,0	84,0	86,7	87,8	88,1	88,5	89,0	89,6	90,2
5000	72,9	77,1	80,2	83,0	84,1	84,4	84,8	85,3	85,9	86,6
6300	66,6	71,0	74,2	77,0	78,2	78,6	79,0	79,5	80,2	80,8
8000	57,7	62,1	65,4	68,3	69,5	70,0	70,4	71,0	71,6	72,2
10000	47,3	51,7	55,0	57,9	59,2	59,7	60,2	60,8	61,4	62,0

Tab. 7: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,9	57,1	57,0	56,8	56,6	56,5	56,5	56,4	56,4
25	63,2	63,4	63,3	63,1	62,9	62,8	62,7	62,7	62,7
31,5	68,8	69,0	68,9	68,7	68,5	68,3	68,3	68,3	68,2
40	73,7	73,9	73,8	73,5	73,3	73,2	73,2	73,2	73,1
50	77,9	78,1	78,0	77,8	77,6	77,4	77,4	77,4	77,3
63	81,5	81,7	81,6	81,4	81,2	81,1	81,0	81,0	81,0
80	84,6	84,8	84,7	84,4	84,2	84,1	84,1	84,0	84,0
100	86,9	87,0	86,9	86,6	86,4	86,3	86,3	86,2	86,2
125	88,0	88,2	88,0	87,6	87,4	87,3	87,2	87,2	87,1
160	88,8	88,9	88,7	88,3	88,0	87,9	87,8	87,8	87,7
200	89,7	89,8	89,5	89,0	88,8	88,6	88,5	88,5	88,4
250	90,9	90,9	90,6	90,1	89,9	89,7	89,6	89,5	89,5
315	92,0	91,9	91,6	91,1	90,8	90,6	90,5	90,5	90,4
400	92,9	92,8	92,5	92,0	91,7	91,5	91,5	91,4	91,3
500	93,5	93,5	93,2	92,8	92,5	92,4	92,3	92,3	92,2
630	93,9	94,0	93,8	93,5	93,3	93,2	93,2	93,2	93,2
800	94,2	94,5	94,3	94,1	94,0	94,0	94,1	94,2	94,2
1000	94,8	95,1	95,1	95,0	95,0	95,1	95,2	95,4	95,5
1250	95,5	95,9	95,9	96,0	96,1	96,3	96,5	96,6	96,7
1600	96,1	96,6	96,7	96,9	97,2	97,4	97,5	97,6	97,6
2000	95,7	96,3	96,4	96,9	97,2	97,3	97,3	97,3	97,2
2500	94,7	95,3	95,6	96,2	96,3	96,2	96,1	96,0	95,8
3150	93,2	94,0	94,3	94,8	94,5	94,3	94,1	93,9	93,8
4000	90,9	91,7	92,0	92,0	91,5	91,2	91,0	90,8	90,6
5000	87,3	88,0	88,1	87,6	87,1	86,8	86,6	86,4	86,2
6300	81,5	82,0	81,9	81,2	80,7	80,3	80,1	79,8	79,6
8000	72,9	73,2	73,0	72,2	71,6	71,2	71,0	70,7	70,5
10000	62,5	62,9	62,6	61,8	61,1	60,6	60,3	60,0	59,8

3.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 8: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,9	51,3	53,2	54,7	55,3	55,8	56,1	56,5	56,8	57,1
25	54,7	57,3	59,3	60,9	61,6	62,0	62,3	62,8	63,1	63,3
31,5	59,8	62,5	64,6	66,3	67,0	67,5	67,9	68,3	68,6	68,9
40	64,1	67,0	69,3	71,1	71,8	72,3	72,7	73,2	73,5	73,7
50	67,9	70,9	73,3	75,2	75,9	76,4	76,8	77,3	77,6	77,9
63	71,2	74,3	76,7	78,7	79,5	80,0	80,4	80,9	81,2	81,5
80	74,0	77,1	79,6	81,6	82,5	83,0	83,4	84,0	84,3	84,6
100	76,0	79,2	81,7	83,8	84,7	85,2	85,7	86,2	86,5	86,8
125	77,1	80,3	82,9	85,0	85,8	86,4	86,9	87,4	87,7	88,0
160	77,9	81,1	83,7	85,8	86,7	87,2	87,7	88,3	88,6	88,8
200	78,8	82,0	84,5	86,7	87,6	88,2	88,7	89,2	89,5	89,8
250	79,9	83,1	85,7	87,8	88,8	89,4	89,9	90,5	90,7	90,9
315	80,8	84,1	86,7	88,9	89,8	90,4	90,9	91,5	91,7	92,0
400	81,4	84,8	87,5	89,7	90,7	91,3	91,8	92,4	92,6	92,8
500	81,6	85,2	88,0	90,3	91,2	91,8	92,3	92,9	93,2	93,4
630	81,7	85,3	88,2	90,5	91,5	92,1	92,6	93,2	93,5	93,8
800	81,9	85,5	88,4	90,8	91,7	92,3	92,8	93,4	93,7	94,0
1000	82,4	86,0	88,9	91,3	92,2	92,8	93,3	93,9	94,2	94,5
1250	82,9	86,6	89,5	92,0	92,9	93,4	93,9	94,5	94,8	95,2
1600	83,4	87,1	90,0	92,5	93,4	93,9	94,4	94,9	95,3	95,8
2000	82,8	86,6	89,6	92,1	92,9	93,4	93,9	94,4	94,9	95,3
2500	81,6	85,5	88,5	90,9	91,8	92,3	92,7	93,3	93,8	94,2
3150	79,9	83,7	86,8	89,3	90,1	90,5	90,9	91,5	92,0	92,6
4000	77,1	81,0	84,1	86,6	87,4	87,8	88,2	88,8	89,4	89,9
5000	72,8	76,8	80,0	82,6	83,4	83,8	84,2	84,8	85,4	86,0
6300	66,1	70,3	73,6	76,3	77,1	77,6	78,0	78,6	79,2	79,8
8000	56,5	60,7	64,1	66,8	67,8	68,3	68,7	69,3	70,0	70,5
10000	45,1	49,3	52,7	55,5	56,4	57,0	57,5	58,1	58,7	59,3

Tab. 9: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,1	57,2	57,1	56,8	56,7	56,6	56,6	56,5	56,5
25	63,4	63,5	63,4	63,1	63,0	62,9	62,9	62,8	62,8
31,5	69,0	69,1	69,0	68,7	68,6	68,5	68,4	68,4	68,4
40	73,9	74,0	73,9	73,6	73,5	73,4	73,3	73,3	73,3
50	78,1	78,2	78,1	77,8	77,7	77,6	77,6	77,5	77,5
63	81,7	81,9	81,7	81,4	81,3	81,2	81,2	81,1	81,1
80	84,8	84,9	84,8	84,5	84,4	84,3	84,2	84,2	84,1
100	87,1	87,2	87,0	86,7	86,5	86,4	86,4	86,3	86,3
125	88,2	88,2	88,0	87,7	87,5	87,4	87,4	87,3	87,3
160	89,0	89,0	88,7	88,3	88,1	88,0	87,9	87,9	87,9
200	89,9	89,8	89,5	89,0	88,8	88,7	88,6	88,6	88,6
250	91,1	90,9	90,6	90,1	89,9	89,8	89,7	89,6	89,6
315	92,1	91,9	91,6	91,1	90,8	90,7	90,6	90,6	90,5
400	93,0	92,8	92,4	92,0	91,7	91,6	91,5	91,5	91,5
500	93,6	93,5	93,2	92,8	92,5	92,5	92,4	92,4	92,4
630	94,0	94,0	93,8	93,5	93,3	93,3	93,3	93,3	93,3
800	94,4	94,5	94,4	94,1	94,1	94,2	94,2	94,3	94,4
1000	94,9	95,2	95,1	95,0	95,1	95,2	95,4	95,5	95,6
1250	95,7	96,0	96,0	96,0	96,2	96,4	96,6	96,7	96,8
1600	96,3	96,6	96,8	97,0	97,3	97,5	97,6	97,6	97,7
2000	95,9	96,3	96,5	97,0	97,3	97,3	97,3	97,2	97,1
2500	94,8	95,3	95,7	96,2	96,2	96,1	96,0	95,8	95,7
3150	93,3	93,9	94,3	94,5	94,3	94,0	93,8	93,6	93,5
4000	90,7	91,4	91,7	91,4	91,0	90,7	90,5	90,3	90,2
5000	86,9	87,4	87,4	86,7	86,3	86,0	85,8	85,6	85,4
6300	80,6	81,0	80,7	79,9	79,4	79,1	78,9	78,6	78,4
8000	71,2	71,4	71,0	70,2	69,7	69,3	69,0	68,8	68,6
10000	59,9	60,0	59,6	58,7	58,1	57,7	57,4	57,1	56,9

3.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 10: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,0	56,4	56,8	57,1	57,2
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,3	62,6	63,0	63,3	63,5
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,8	68,2	68,6	68,9	69,1
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,6	73,0	73,4	73,7	74,0
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,7	77,2	77,6	77,9	78,2
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,3	80,7	81,2	81,5	81,8
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,3	83,8	84,2	84,6	84,8
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,5	86,0	86,5	86,8	87,1
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,7	87,2	87,7	88,0	88,2
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,5	88,0	88,5	88,8	89,1
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,4	89,0	89,5	89,8	90,0
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,6	90,2	90,7	90,9	91,1
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,6	91,2	91,7	92,0	92,2
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,5	92,1	92,6	92,8	93,0
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,0	92,6	93,1	93,4	93,6
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,2	92,8	93,4	93,7	93,9
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,5	93,0	93,6	93,9	94,2
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	92,9	93,5	94,0	94,4	94,7
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,5	94,1	94,6	95,0	95,4
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,0	94,5	95,0	95,5	95,9
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,5	94,0	94,5	95,0	95,4
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,2	92,7	93,2	93,8	94,2
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,3	90,8	91,3	91,9	92,4
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,4	87,8	88,4	89,0	89,6
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,0	83,4	84,0	84,7	85,3
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,2	76,6	77,2	77,9	78,6
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	65,9	66,4	67,1	67,7	68,3
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,3	53,8	54,5	55,1	55,7

Tab. 11: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,4	57,4	57,2	57,0	56,9	56,8	56,8	56,8	56,7
25	63,7	63,7	63,5	63,3	63,2	63,1	63,0	63,0	63,0
31,5	69,3	69,3	69,1	68,8	68,7	68,7	68,6	68,6	68,6
40	74,2	74,2	73,9	73,7	73,6	73,5	73,5	73,5	73,5
50	78,4	78,4	78,2	77,9	77,9	77,8	77,7	77,7	77,7
63	82,1	82,0	81,8	81,6	81,5	81,4	81,3	81,3	81,3
80	85,1	85,1	84,8	84,6	84,5	84,4	84,4	84,4	84,3
100	87,4	87,3	87,0	86,8	86,7	86,6	86,5	86,5	86,5
125	88,5	88,4	88,1	87,8	87,6	87,6	87,5	87,5	87,5
160	89,3	89,1	88,7	88,4	88,2	88,1	88,1	88,1	88,1
200	90,1	89,9	89,5	89,1	88,9	88,8	88,8	88,7	88,7
250	91,2	91,0	90,6	90,2	90,0	89,9	89,8	89,8	89,8
315	92,2	91,9	91,5	91,1	90,9	90,8	90,7	90,7	90,7
400	93,1	92,8	92,4	92,0	91,8	91,7	91,6	91,6	91,6
500	93,8	93,5	93,1	92,8	92,6	92,5	92,5	92,5	92,5
630	94,2	94,1	93,8	93,5	93,4	93,4	93,4	93,4	93,5
800	94,6	94,6	94,4	94,2	94,2	94,3	94,3	94,4	94,5
1000	95,2	95,2	95,2	95,1	95,2	95,4	95,5	95,6	95,7
1250	95,9	96,0	96,1	96,2	96,4	96,5	96,7	96,8	96,9
1600	96,5	96,7	96,8	97,1	97,4	97,5	97,6	97,7	97,7
2000	96,1	96,3	96,7	97,1	97,3	97,3	97,2	97,2	97,1
2500	95,0	95,3	95,8	96,1	96,1	95,9	95,7	95,6	95,5
3150	93,3	93,7	94,2	94,1	93,9	93,6	93,4	93,3	93,1
4000	90,5	91,0	91,1	90,7	90,3	90,1	89,9	89,7	89,6
5000	86,3	86,6	86,2	85,6	85,3	85,0	84,8	84,6	84,5
6300	79,4	79,4	78,8	78,2	77,8	77,5	77,3	77,1	76,9
8000	69,0	68,9	68,2	67,5	67,1	66,8	66,5	66,3	66,0
10000	56,3	56,2	55,4	54,7	54,2	53,8	53,5	53,2	53,0

3.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 12: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,0	56,4	56,8	57,1	57,2
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,3	62,6	63,0	63,3	63,5
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,8	68,2	68,6	68,9	69,1
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,6	73,0	73,4	73,7	74,0
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,7	77,2	77,6	77,9	78,2
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,3	80,7	81,2	81,5	81,8
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,3	83,8	84,2	84,6	84,8
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,5	86,0	86,5	86,8	87,1
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,7	87,2	87,7	88,0	88,2
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,5	88,0	88,5	88,8	89,1
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,4	89,0	89,5	89,8	90,0
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,6	90,2	90,7	90,9	91,1
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,6	91,2	91,7	92,0	92,2
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,5	92,1	92,6	92,8	93,0
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,0	92,6	93,1	93,4	93,6
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,2	92,8	93,4	93,7	93,9
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,5	93,0	93,6	93,9	94,2
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	92,9	93,5	94,0	94,4	94,7
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,5	94,1	94,6	95,0	95,4
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,0	94,5	95,0	95,5	95,9
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,5	94,0	94,5	95,0	95,4
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,2	92,7	93,2	93,8	94,2
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,3	90,8	91,3	91,9	92,4
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,4	87,8	88,4	89,0	89,6
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,0	83,4	84,0	84,7	85,3
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,2	76,6	77,2	77,9	78,6
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	65,9	66,4	67,1	67,7	68,3
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,3	53,8	54,5	55,1	55,7

Tab. 13: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,4	57,4	57,2	57,0	56,9	56,8	56,8	56,8	56,7
25	63,7	63,7	63,5	63,3	63,2	63,1	63,0	63,0	63,0
31,5	69,3	69,3	69,1	68,8	68,7	68,7	68,6	68,6	68,6
40	74,2	74,2	73,9	73,7	73,6	73,5	73,5	73,5	73,5
50	78,4	78,4	78,2	77,9	77,9	77,8	77,7	77,7	77,7
63	82,1	82,0	81,8	81,6	81,5	81,4	81,3	81,3	81,3
80	85,1	85,1	84,8	84,6	84,5	84,4	84,4	84,4	84,3
100	87,4	87,3	87,0	86,8	86,7	86,6	86,5	86,5	86,5
125	88,5	88,4	88,1	87,8	87,6	87,6	87,5	87,5	87,5
160	89,3	89,1	88,7	88,4	88,2	88,1	88,1	88,1	88,1
200	90,1	89,9	89,5	89,1	88,9	88,8	88,8	88,7	88,7
250	91,2	91,0	90,6	90,2	90,0	89,9	89,8	89,8	89,8
315	92,2	91,9	91,5	91,1	90,9	90,8	90,7	90,7	90,7
400	93,1	92,8	92,4	92,0	91,8	91,7	91,6	91,6	91,6
500	93,8	93,5	93,1	92,8	92,6	92,5	92,5	92,5	92,5
630	94,2	94,1	93,8	93,5	93,4	93,4	93,4	93,4	93,5
800	94,6	94,6	94,4	94,2	94,2	94,3	94,3	94,4	94,5
1000	95,2	95,2	95,2	95,1	95,2	95,4	95,5	95,6	95,7
1250	95,9	96,0	96,1	96,2	96,4	96,5	96,7	96,8	96,9
1600	96,5	96,7	96,8	97,1	97,4	97,5	97,6	97,7	97,7
2000	96,1	96,3	96,7	97,1	97,3	97,3	97,2	97,2	97,1
2500	95,0	95,3	95,8	96,1	96,1	95,9	95,7	95,6	95,5
3150	93,3	93,7	94,2	94,1	93,9	93,6	93,4	93,3	93,1
4000	90,5	91,0	91,1	90,7	90,3	90,1	89,9	89,7	89,6
5000	86,3	86,6	86,2	85,6	85,3	85,0	84,8	84,6	84,5
6300	79,4	79,4	78,8	78,2	77,8	77,5	77,3	77,1	76,9
8000	69,0	68,9	68,2	67,5	67,1	66,8	66,5	66,3	66,0
10000	56,3	56,2	55,4	54,7	54,2	53,8	53,5	53,2	53,0

3.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 14: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,0	56,4	56,8	57,1	57,2
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,3	62,6	63,0	63,3	63,5
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,8	68,2	68,6	68,9	69,1
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,6	73,0	73,4	73,7	74,0
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,7	77,2	77,6	77,9	78,2
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,3	80,7	81,2	81,5	81,8
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,3	83,8	84,2	84,6	84,8
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,5	86,0	86,5	86,8	87,1
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,7	87,2	87,7	88,0	88,2
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,5	88,0	88,5	88,8	89,1
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,4	89,0	89,5	89,8	90,0
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,6	90,2	90,7	90,9	91,1
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,6	91,2	91,7	92,0	92,2
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,5	92,1	92,6	92,8	93,0
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,0	92,6	93,1	93,4	93,6
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,2	92,8	93,4	93,7	93,9
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,5	93,0	93,6	93,9	94,2
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	92,9	93,5	94,0	94,4	94,7
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,5	94,1	94,6	95,0	95,4
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,0	94,5	95,0	95,5	95,9
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,5	94,0	94,5	95,0	95,4
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,2	92,7	93,2	93,8	94,2
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,3	90,8	91,3	91,9	92,4
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,4	87,8	88,4	89,0	89,6
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,0	83,4	84,0	84,7	85,3
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,2	76,6	77,2	77,9	78,6
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	65,9	66,4	67,1	67,7	68,3
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,3	53,8	54,5	55,1	55,7

Tab. 15: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,4	57,4	57,2	57,0	56,9	56,8	56,8	56,8	56,7
25	63,7	63,7	63,5	63,3	63,2	63,1	63,0	63,0	63,0
31,5	69,3	69,3	69,1	68,8	68,7	68,7	68,6	68,6	68,6
40	74,2	74,2	73,9	73,7	73,6	73,5	73,5	73,5	73,5
50	78,4	78,4	78,2	77,9	77,9	77,8	77,7	77,7	77,7
63	82,1	82,0	81,8	81,6	81,5	81,4	81,3	81,3	81,3
80	85,1	85,1	84,8	84,6	84,5	84,4	84,4	84,4	84,3
100	87,4	87,3	87,0	86,8	86,7	86,6	86,5	86,5	86,5
125	88,5	88,4	88,1	87,8	87,6	87,6	87,5	87,5	87,5
160	89,3	89,1	88,7	88,4	88,2	88,1	88,1	88,1	88,1
200	90,1	89,9	89,5	89,1	88,9	88,8	88,8	88,7	88,7
250	91,2	91,0	90,6	90,2	90,0	89,9	89,8	89,8	89,8
315	92,2	91,9	91,5	91,1	90,9	90,8	90,7	90,7	90,7
400	93,1	92,8	92,4	92,0	91,8	91,7	91,6	91,6	91,6
500	93,8	93,5	93,1	92,8	92,6	92,5	92,5	92,5	92,5
630	94,2	94,1	93,8	93,5	93,4	93,4	93,4	93,4	93,5
800	94,6	94,6	94,4	94,2	94,2	94,3	94,3	94,4	94,5
1000	95,2	95,2	95,2	95,1	95,2	95,4	95,5	95,6	95,7
1250	95,9	96,0	96,1	96,2	96,4	96,5	96,7	96,8	96,9
1600	96,5	96,7	96,8	97,1	97,4	97,5	97,6	97,7	97,7
2000	96,1	96,3	96,7	97,1	97,3	97,3	97,2	97,2	97,1
2500	95,0	95,3	95,8	96,1	96,1	95,9	95,7	95,6	95,5
3150	93,3	93,7	94,2	94,1	93,9	93,6	93,4	93,3	93,1
4000	90,5	91,0	91,1	90,7	90,3	90,1	89,9	89,7	89,6
5000	86,3	86,6	86,2	85,6	85,3	85,0	84,8	84,6	84,5
6300	79,4	79,4	78,8	78,2	77,8	77,5	77,3	77,1	76,9
8000	69,0	68,9	68,2	67,5	67,1	66,8	66,5	66,3	66,0
10000	56,3	56,2	55,4	54,7	54,2	53,8	53,5	53,2	53,0

3.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 16: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,9	52,1	54,1	55,3	55,8	56,2	56,6	57,0	57,3	57,4
25	55,7	58,1	60,2	61,5	62,0	62,5	62,9	63,3	63,6	63,7
31,5	60,8	63,4	65,6	67,0	67,5	68,0	68,4	68,8	69,1	69,2
40	65,2	67,9	70,2	71,8	72,3	72,8	73,2	73,7	74,0	74,1
50	69,0	71,9	74,3	75,9	76,4	76,9	77,4	77,8	78,1	78,3
63	72,3	75,2	77,7	79,4	80,0	80,5	81,0	81,4	81,7	82,0
80	75,1	78,1	80,6	82,3	83,0	83,5	84,0	84,4	84,8	85,0
100	77,2	80,2	82,8	84,5	85,2	85,7	86,2	86,7	87,0	87,3
125	78,3	81,3	83,9	85,7	86,3	86,9	87,4	87,9	88,2	88,4
160	79,1	82,1	84,7	86,5	87,2	87,7	88,3	88,7	89,0	89,2
200	79,9	83,0	85,6	87,3	88,1	88,6	89,2	89,6	89,9	90,1
250	81,0	84,1	86,7	88,5	89,2	89,8	90,4	90,8	91,1	91,3
315	81,9	85,0	87,7	89,5	90,3	90,8	91,4	91,8	92,1	92,3
400	82,5	85,8	88,5	90,4	91,1	91,7	92,3	92,7	93,0	93,1
500	82,7	86,1	89,0	90,9	91,6	92,2	92,8	93,2	93,5	93,7
630	82,8	86,3	89,2	91,1	91,9	92,4	93,0	93,5	93,8	94,1
800	83,0	86,4	89,4	91,4	92,1	92,6	93,2	93,7	94,0	94,4
1000	83,4	86,9	89,9	91,8	92,5	93,1	93,6	94,1	94,5	94,9
1250	84,0	87,5	90,5	92,4	93,1	93,6	94,2	94,7	95,1	95,5
1600	84,3	87,9	90,9	92,9	93,5	94,0	94,6	95,1	95,6	96,0
2000	83,7	87,3	90,3	92,3	92,9	93,5	94,0	94,5	95,0	95,5
2500	82,3	85,9	89,0	91,0	91,6	92,1	92,6	93,2	93,7	94,2
3150	80,3	83,9	87,0	89,0	89,6	90,1	90,6	91,2	91,7	92,3
4000	77,0	80,8	83,9	85,9	86,5	86,9	87,4	88,0	88,6	89,3
5000	72,1	75,9	79,2	81,2	81,8	82,2	82,6	83,3	84,0	84,7
6300	64,3	68,3	71,6	73,8	74,4	74,9	75,3	76,0	76,7	77,4
8000	52,9	56,9	60,4	62,6	63,3	63,8	64,3	65,0	65,6	66,3
10000	39,0	43,0	46,4	48,7	49,4	50,0	50,5	51,2	51,8	52,4

Tab. 17: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,6	57,5	57,3	57,1	57,0	57,0	56,9	56,9	56,9
25	63,9	63,8	63,6	63,4	63,3	63,2	63,2	63,2	63,2
31,5	69,5	69,4	69,2	69,0	68,9	68,8	68,8	68,7	68,8
40	74,4	74,3	74,1	73,9	73,8	73,7	73,6	73,6	73,6
50	78,6	78,5	78,3	78,1	78,0	77,9	77,9	77,8	77,9
63	82,3	82,1	81,9	81,7	81,6	81,5	81,5	81,4	81,5
80	85,3	85,2	84,9	84,8	84,6	84,6	84,5	84,5	84,5
100	87,6	87,4	87,1	86,9	86,8	86,7	86,7	86,7	86,7
125	88,7	88,5	88,1	87,9	87,8	87,7	87,7	87,6	87,6
160	89,4	89,2	88,8	88,5	88,4	88,3	88,2	88,2	88,2
200	90,2	90,0	89,5	89,2	89,0	89,0	88,9	88,9	88,9
250	91,4	91,1	90,6	90,3	90,1	90,0	89,9	89,9	89,9
315	92,3	92,0	91,5	91,2	91,0	90,9	90,9	90,8	90,8
400	93,2	92,9	92,4	92,1	91,9	91,8	91,8	91,7	91,8
500	93,9	93,6	93,1	92,9	92,7	92,6	92,6	92,6	92,7
630	94,3	94,1	93,8	93,6	93,5	93,5	93,5	93,5	93,6
800	94,7	94,6	94,4	94,3	94,3	94,4	94,5	94,6	94,7
1000	95,3	95,3	95,2	95,2	95,3	95,5	95,6	95,7	95,9
1250	96,0	96,1	96,1	96,3	96,5	96,6	96,8	96,9	97,0
1600	96,6	96,7	96,9	97,3	97,5	97,6	97,6	97,7	97,7
2000	96,1	96,3	96,8	97,1	97,2	97,2	97,1	97,1	97,0
2500	94,9	95,2	95,8	96,0	95,9	95,7	95,5	95,4	95,3
3150	93,2	93,5	94,0	93,8	93,5	93,3	93,1	92,9	92,8
4000	90,2	90,6	90,5	90,1	89,8	89,5	89,3	89,1	89,0
5000	85,6	85,7	85,2	84,7	84,4	84,1	83,9	83,7	83,6
6300	78,1	78,0	77,3	76,7	76,4	76,1	75,8	75,6	75,5
8000	66,8	66,6	65,8	65,2	64,8	64,5	64,2	64,0	63,8
10000	52,9	52,6	51,8	51,1	50,6	50,3	50,0	49,7	49,5

3.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 18: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	50,1	52,3	54,2	55,5	55,9	56,3	56,7	57,1	57,4	57,5
25	55,9	58,3	60,4	61,7	62,2	62,6	63,0	63,3	63,7	63,8
31,5	61,0	63,6	65,8	67,2	67,7	68,1	68,5	68,9	69,2	69,4
40	65,5	68,2	70,4	71,9	72,4	72,9	73,4	73,7	74,1	74,3
50	69,3	72,1	74,5	76,0	76,6	77,0	77,5	77,9	78,3	78,5
63	72,6	75,5	77,9	79,5	80,1	80,6	81,1	81,5	81,9	82,1
80	75,4	78,3	80,9	82,5	83,1	83,6	84,1	84,5	84,9	85,2
100	77,4	80,4	83,0	84,7	85,3	85,8	86,4	86,8	87,1	87,4
125	78,5	81,6	84,1	85,8	86,5	87,0	87,6	88,0	88,3	88,6
160	79,3	82,3	84,9	86,6	87,3	87,8	88,4	88,8	89,1	89,4
200	80,1	83,2	85,8	87,5	88,2	88,8	89,4	89,7	90,0	90,2
250	81,2	84,3	86,9	88,7	89,3	89,9	90,6	90,9	91,2	91,4
315	82,1	85,3	87,9	89,7	90,3	91,0	91,6	91,9	92,2	92,4
400	82,7	86,0	88,7	90,5	91,2	91,8	92,4	92,8	93,0	93,2
500	83,0	86,4	89,2	91,0	91,7	92,3	92,9	93,3	93,6	93,8
630	83,0	86,5	89,4	91,3	91,9	92,5	93,1	93,6	93,9	94,2
800	83,2	86,7	89,6	91,5	92,1	92,7	93,3	93,8	94,1	94,5
1000	83,6	87,1	90,0	92,0	92,6	93,1	93,7	94,2	94,6	95,0
1250	84,2	87,7	90,6	92,6	93,2	93,7	94,3	94,7	95,2	95,6
1600	84,5	88,0	91,0	93,0	93,6	94,1	94,6	95,1	95,6	96,1
2000	83,9	87,4	90,4	92,4	92,9	93,5	94,0	94,5	95,0	95,6
2500	82,4	86,0	89,1	91,0	91,6	92,1	92,6	93,1	93,7	94,3
3150	80,3	83,9	87,0	89,0	89,5	89,9	90,5	91,0	91,6	92,3
4000	76,9	80,6	83,8	85,7	86,2	86,6	87,1	87,7	88,4	89,1
5000	71,8	75,6	78,8	80,8	81,3	81,7	82,2	82,8	83,5	84,3
6300	63,7	67,6	71,0	73,1	73,6	74,0	74,5	75,2	75,9	76,7
8000	51,8	55,8	59,2	61,3	62,0	62,5	63,0	63,7	64,3	65,0
10000	37,1	41,1	44,5	46,7	47,4	47,9	48,5	49,1	49,8	50,4

Tab. 19: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,7	57,6	57,3	57,2	57,1	57,0	57,0	57,0	57,0
25	64,0	63,9	63,6	63,5	63,4	63,3	63,3	63,3	63,2
31,5	69,6	69,5	69,2	69,1	69,0	68,9	68,9	68,9	68,8
40	74,5	74,4	74,1	73,9	73,9	73,8	73,7	73,7	73,7
50	78,7	78,6	78,3	78,2	78,1	78,0	78,0	78,0	77,9
63	82,3	82,2	81,9	81,8	81,7	81,6	81,6	81,6	81,5
80	85,4	85,3	85,0	84,8	84,7	84,7	84,6	84,6	84,6
100	87,6	87,5	87,2	87,0	86,9	86,8	86,8	86,8	86,7
125	88,7	88,5	88,2	88,0	87,9	87,8	87,7	87,7	87,7
160	89,5	89,2	88,8	88,6	88,5	88,4	88,3	88,3	88,3
200	90,3	90,0	89,5	89,3	89,1	89,0	89,0	89,0	89,0
250	91,4	91,1	90,6	90,3	90,2	90,1	90,0	90,0	90,0
315	92,4	92,0	91,5	91,2	91,1	91,0	90,9	90,9	90,9
400	93,2	92,9	92,4	92,1	92,0	91,9	91,8	91,8	91,8
500	93,9	93,6	93,1	92,9	92,8	92,7	92,7	92,7	92,7
630	94,3	94,1	93,8	93,6	93,6	93,5	93,6	93,6	93,7
800	94,7	94,7	94,4	94,3	94,4	94,4	94,5	94,6	94,7
1000	95,3	95,3	95,2	95,3	95,4	95,5	95,7	95,8	95,9
1250	96,0	96,1	96,2	96,3	96,6	96,7	96,8	97,0	97,0
1600	96,6	96,7	97,0	97,3	97,5	97,6	97,7	97,7	97,7
2000	96,1	96,3	96,8	97,1	97,2	97,2	97,1	97,0	96,9
2500	94,9	95,2	95,8	95,9	95,8	95,6	95,4	95,3	95,1
3150	93,0	93,4	93,8	93,5	93,3	93,1	92,9	92,7	92,6
4000	89,9	90,3	90,1	89,7	89,4	89,2	89,0	88,8	88,7
5000	85,1	85,2	84,6	84,1	83,8	83,6	83,4	83,2	83,0
6300	77,3	77,1	76,3	75,8	75,5	75,2	75,0	74,8	74,6
8000	65,4	65,2	64,3	63,7	63,4	63,0	62,8	62,6	62,4
10000	50,8	50,5	49,5	48,9	48,5	48,1	47,8	47,6	47,3

4 Betriebsmodus I s

4.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 20: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	51,3	52,6	53,8	54,6	54,8	55,0	55,3	55,5	55,8	56,1	56,2
25	57,2	58,6	59,9	60,7	60,9	61,2	61,5	61,7	62,0	62,3	62,4
31,5	62,4	63,9	65,3	66,1	66,4	66,6	66,9	67,2	67,5	67,8	67,9
40	66,9	68,5	70,0	70,8	71,1	71,4	71,7	71,9	72,3	72,6	72,7
50	70,8	72,5	74,0	74,9	75,1	75,4	75,8	76,0	76,4	76,7	76,8
63	74,1	75,8	77,4	78,3	78,6	78,9	79,3	79,6	79,9	80,2	80,4
80	77,0	78,7	80,4	81,3	81,6	81,9	82,2	82,5	82,9	83,2	83,4
100	79,1	80,9	82,5	83,5	83,8	84,1	84,5	84,8	85,1	85,5	85,6
125	80,2	81,9	83,6	84,6	84,9	85,2	85,6	85,9	86,3	86,7	86,8
160	81,0	82,7	84,4	85,4	85,7	86,1	86,5	86,8	87,2	87,6	87,7
200	81,8	83,6	85,3	86,3	86,6	86,9	87,4	87,7	88,1	88,5	88,7
250	82,9	84,7	86,5	87,4	87,8	88,1	88,6	88,9	89,3	89,7	89,9
315	83,9	85,7	87,5	88,4	88,8	89,1	89,6	89,9	90,4	90,8	90,9
400	84,6	86,5	88,3	89,3	89,6	89,9	90,4	90,8	91,2	91,6	91,8
500	84,9	86,9	88,7	89,8	90,1	90,4	90,9	91,2	91,7	92,1	92,2
630	85,0	87,0	89,0	90,0	90,3	90,6	91,1	91,4	91,8	92,3	92,4
800	85,2	87,2	89,2	90,2	90,5	90,8	91,3	91,6	92,0	92,4	92,6
1000	85,7	87,7	89,7	90,7	91,0	91,3	91,7	92,0	92,4	92,8	93,0
1250	86,3	88,3	90,3	91,3	91,6	91,9	92,3	92,6	93,0	93,4	93,6
1600	86,7	88,8	90,7	91,8	92,0	92,3	92,7	93,0	93,4	93,8	94,0
2000	86,2	88,3	90,2	91,3	91,5	91,8	92,1	92,5	92,8	93,2	93,4
2500	84,9	87,0	89,0	90,0	90,3	90,5	90,9	91,2	91,5	91,9	92,1
3150	83,0	85,2	87,2	88,2	88,4	88,6	88,9	89,2	89,5	89,9	90,2
4000	80,1	82,2	84,3	85,3	85,4	85,7	85,9	86,2	86,5	86,8	87,1
5000	75,5	77,8	79,8	80,9	81,0	81,3	81,5	81,7	82,0	82,3	82,7
6300	68,4	70,7	72,8	73,9	74,1	74,4	74,7	74,9	75,2	75,5	75,9
8000	57,8	60,2	62,4	63,5	63,8	64,1	64,4	64,7	65,0	65,3	65,7
10000	45,1	47,5	49,7	50,8	51,1	51,4	51,8	52,1	52,4	52,8	53,1

Tab. 21: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	56,4	56,5	56,5	56,9	56,9	56,8	56,8	56,6	56,4	56,4
25	62,6	62,7	62,7	63,2	63,1	63,1	63,0	62,8	62,7	62,6
31,5	68,1	68,2	68,3	68,7	68,7	68,6	68,5	68,4	68,2	68,1
40	72,9	73,0	73,1	73,6	73,5	73,5	73,4	73,2	73,0	73,0
50	77,0	77,2	77,3	77,8	77,7	77,7	77,6	77,4	77,2	77,1
63	80,6	80,8	80,9	81,4	81,3	81,2	81,1	80,9	80,8	80,7
80	83,6	83,8	84,0	84,4	84,3	84,3	84,2	84,0	83,8	83,7
100	85,8	86,0	86,2	86,6	86,5	86,5	86,4	86,1	86,0	85,9
125	87,0	87,2	87,4	87,8	87,6	87,5	87,4	87,2	87,0	86,9
160	87,9	88,1	88,2	88,6	88,4	88,3	88,1	87,8	87,6	87,5
200	88,8	89,0	89,1	89,4	89,2	89,1	88,9	88,5	88,3	88,2
250	90,1	90,2	90,3	90,6	90,3	90,2	89,9	89,6	89,3	89,2
315	91,1	91,2	91,3	91,6	91,3	91,1	90,9	90,5	90,3	90,1
400	91,9	92,1	92,2	92,4	92,2	92,0	91,7	91,4	91,1	91,0
500	92,4	92,6	92,7	93,0	92,8	92,6	92,4	92,1	91,9	91,8
630	92,6	92,8	93,0	93,4	93,2	93,1	93,0	92,7	92,5	92,5
800	92,8	93,0	93,2	93,7	93,6	93,6	93,5	93,3	93,2	93,2
1000	93,2	93,4	93,7	94,2	94,2	94,2	94,2	94,1	94,1	94,2
1250	93,8	94,0	94,4	94,9	94,9	95,0	95,0	95,0	95,1	95,3
1600	94,2	94,4	94,8	95,4	95,5	95,6	95,7	95,8	96,1	96,3
2000	93,7	93,9	94,4	95,0	95,1	95,3	95,4	95,7	96,0	96,2
2500	92,4	92,6	93,1	93,8	94,0	94,2	94,4	94,9	95,1	95,0
3150	90,5	90,7	91,3	92,1	92,3	92,6	92,8	93,2	93,1	92,9
4000	87,5	87,8	88,4	89,3	89,6	89,9	90,1	90,0	89,6	89,4
5000	83,1	83,4	84,1	85,1	85,3	85,5	85,5	85,0	84,6	84,3
6300	76,3	76,6	77,3	78,2	78,3	78,3	78,2	77,6	77,2	76,9
8000	66,1	66,4	67,1	67,9	67,9	67,8	67,6	67,0	66,5	66,2
10000	53,5	53,8	54,5	55,2	55,2	55,1	54,9	54,2	53,7	53,3

4.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 22: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,9	50,5	52,3	53,8	54,3	54,7	55,0	55,4	55,7	55,9
25	53,6	56,4	58,4	59,9	60,5	60,8	61,2	61,6	61,9	62,1
31,5	58,7	61,6	63,7	65,3	65,9	66,3	66,7	67,1	67,4	67,6
40	63,0	66,0	68,3	70,0	70,6	71,0	71,4	71,9	72,2	72,4
50	66,8	69,9	72,3	74,1	74,7	75,1	75,5	76,0	76,3	76,6
63	70,0	73,2	75,7	77,5	78,2	78,6	79,0	79,5	79,9	80,1
80	72,8	76,1	78,6	80,5	81,1	81,6	82,0	82,5	82,9	83,2
100	74,9	78,2	80,7	82,6	83,3	83,8	84,3	84,7	85,1	85,4
125	76,0	79,3	81,8	83,7	84,5	85,0	85,4	85,9	86,4	86,6
160	76,8	80,1	82,6	84,6	85,3	85,8	86,3	86,8	87,3	87,5
200	77,6	81,0	83,5	85,4	86,2	86,7	87,2	87,8	88,2	88,4
250	78,8	82,1	84,7	86,6	87,4	87,9	88,5	89,0	89,5	89,7
315	79,6	83,1	85,7	87,7	88,5	89,0	89,5	90,1	90,5	90,7
400	80,2	83,8	86,5	88,5	89,3	89,8	90,3	90,9	91,4	91,6
500	80,4	84,1	86,9	89,0	89,8	90,3	90,8	91,4	91,9	92,1
630	80,5	84,2	87,1	89,3	90,1	90,6	91,1	91,7	92,1	92,3
800	80,7	84,5	87,3	89,5	90,3	90,8	91,3	91,9	92,3	92,6
1000	81,2	85,0	87,9	90,1	90,8	91,3	91,8	92,3	92,8	93,0
1250	81,8	85,6	88,6	90,8	91,5	91,9	92,4	92,9	93,4	93,7
1600	82,3	86,1	89,1	91,3	92,1	92,5	92,9	93,5	93,9	94,2
2000	81,8	85,7	88,7	91,0	91,7	92,1	92,5	93,0	93,5	93,8
2500	80,8	84,7	87,7	90,0	90,6	91,0	91,5	92,0	92,4	92,8
3150	79,2	83,2	86,3	88,5	89,2	89,5	89,9	90,4	90,8	91,2
4000	76,7	80,8	84,0	86,2	86,8	87,1	87,5	87,9	88,4	88,8
5000	72,9	77,2	80,4	82,7	83,3	83,6	84,0	84,4	84,8	85,3
6300	67,1	71,4	74,8	77,2	77,9	78,2	78,6	79,0	79,4	80,0
8000	58,9	63,2	66,6	69,1	69,9	70,2	70,7	71,1	71,6	72,1
10000	49,5	53,8	57,3	59,8	60,5	60,9	61,4	61,9	62,4	62,9

Tab. 23: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,0	56,3	56,4	56,3	56,1	55,9	55,8	55,7	55,7
25	62,3	62,6	62,7	62,5	62,3	62,1	62,0	62,0	61,9
31,5	67,8	68,1	68,2	68,1	67,9	67,7	67,6	67,5	67,5
40	72,6	73,0	73,0	72,9	72,7	72,5	72,4	72,3	72,3
50	76,8	77,2	77,2	77,1	76,9	76,7	76,6	76,5	76,5
63	80,4	80,7	80,8	80,7	80,5	80,2	80,2	80,1	80,0
80	83,4	83,8	83,8	83,7	83,5	83,3	83,2	83,1	83,1
100	85,6	86,0	86,1	85,9	85,7	85,4	85,3	85,3	85,2
125	86,8	87,2	87,2	87,0	86,7	86,4	86,3	86,2	86,2
160	87,7	88,0	88,0	87,7	87,4	87,1	86,9	86,8	86,8
200	88,7	88,9	88,8	88,5	88,1	87,8	87,6	87,5	87,5
250	89,9	90,1	90,0	89,6	89,2	88,9	88,7	88,6	88,6
315	90,9	91,1	90,9	90,6	90,2	89,8	89,6	89,5	89,5
400	91,8	92,0	91,8	91,5	91,1	90,7	90,5	90,4	90,4
500	92,3	92,6	92,5	92,2	91,8	91,5	91,3	91,3	91,3
630	92,6	93,0	93,0	92,7	92,5	92,2	92,1	92,1	92,2
800	92,9	93,3	93,4	93,3	93,1	92,9	92,9	93,0	93,1
1000	93,3	93,9	94,0	94,0	93,9	93,9	94,0	94,1	94,3
1250	94,0	94,6	94,8	94,8	94,9	95,0	95,2	95,4	95,5
1600	94,6	95,2	95,5	95,6	95,8	96,0	96,3	96,5	96,5
2000	94,2	94,9	95,3	95,4	95,8	96,1	96,3	96,3	96,3
2500	93,2	94,0	94,4	94,6	95,1	95,4	95,3	95,2	95,0
3150	91,7	92,6	93,1	93,4	93,9	93,7	93,5	93,3	93,0
4000	89,3	90,4	91,0	91,3	91,3	90,9	90,6	90,3	90,1
5000	85,9	87,0	87,6	87,7	87,3	86,7	86,4	86,2	85,9
6300	80,6	81,7	82,0	81,9	81,3	80,7	80,4	80,1	79,9
8000	72,7	73,7	73,9	73,7	73,1	72,4	72,0	71,7	71,4
10000	63,5	64,4	64,5	64,3	63,6	62,9	62,4	62,1	61,8

4.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 24: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,4	51,0	52,8	54,1	54,5	54,9	55,2	55,7	55,9	56,1
25	54,2	56,9	58,8	60,3	60,7	61,1	61,4	61,9	62,1	62,3
31,5	59,2	62,1	64,2	65,7	66,1	66,5	66,9	67,4	67,6	67,9
40	63,6	66,6	68,8	70,4	70,9	71,3	71,7	72,1	72,4	72,7
50	67,3	70,5	72,8	74,4	74,9	75,4	75,8	76,3	76,6	76,8
63	70,6	73,8	76,2	77,9	78,4	78,9	79,3	79,8	80,1	80,4
80	73,4	76,7	79,1	80,8	81,4	81,9	82,3	82,8	83,1	83,4
100	75,5	78,8	81,2	83,0	83,6	84,1	84,5	85,0	85,4	85,6
125	76,6	79,9	82,4	84,2	84,7	85,2	85,7	86,2	86,6	86,8
160	77,4	80,7	83,2	85,0	85,6	86,1	86,6	87,1	87,5	87,7
200	78,3	81,5	84,1	85,9	86,5	87,0	87,5	88,1	88,4	88,7
250	79,4	82,7	85,2	87,1	87,7	88,2	88,7	89,3	89,7	89,9
315	80,3	83,6	86,2	88,1	88,7	89,2	89,8	90,4	90,7	90,9
400	80,8	84,3	87,0	88,9	89,5	90,1	90,6	91,2	91,6	91,8
500	81,1	84,7	87,5	89,4	90,0	90,6	91,1	91,7	92,1	92,3
630	81,1	84,8	87,7	89,7	90,2	90,8	91,3	91,9	92,3	92,5
800	81,3	85,0	87,9	89,9	90,5	91,0	91,5	92,1	92,5	92,7
1000	81,8	85,6	88,4	90,4	91,0	91,5	92,0	92,6	92,9	93,2
1250	82,4	86,2	89,1	91,1	91,6	92,1	92,6	93,2	93,5	93,8
1600	82,8	86,7	89,6	91,6	92,1	92,6	93,1	93,6	94,0	94,3
2000	82,4	86,3	89,2	91,2	91,7	92,2	92,6	93,2	93,6	93,9
2500	81,2	85,2	88,1	90,1	90,6	91,0	91,5	92,0	92,4	92,8
3150	79,6	83,6	86,5	88,6	89,0	89,4	89,8	90,3	90,7	91,1
4000	76,9	81,0	84,0	86,1	86,5	86,8	87,2	87,7	88,1	88,6
5000	72,9	77,1	80,2	82,3	82,7	83,1	83,4	83,8	84,3	84,8
6300	66,6	71,0	74,2	76,4	76,8	77,2	77,5	78,0	78,5	79,0
8000	57,7	62,1	65,4	67,6	68,1	68,6	68,9	69,5	70,0	70,5
10000	47,3	51,7	55,0	57,3	57,8	58,3	58,7	59,2	59,8	60,3

Tab. 25: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,2	56,6	56,5	56,4	56,2	56,0	55,9	55,9	55,8
25	62,4	62,9	62,7	62,6	62,4	62,2	62,1	62,1	62,1
31,5	68,0	68,4	68,3	68,2	67,9	67,8	67,7	67,6	67,6
40	72,8	73,3	73,1	73,0	72,8	72,6	72,5	72,5	72,4
50	77,0	77,4	77,3	77,2	76,9	76,8	76,7	76,6	76,6
63	80,6	81,0	80,9	80,8	80,5	80,4	80,3	80,2	80,2
80	83,6	84,1	83,9	83,8	83,6	83,4	83,3	83,2	83,2
100	85,9	86,3	86,1	86,0	85,7	85,6	85,4	85,4	85,4
125	87,1	87,4	87,2	87,0	86,7	86,5	86,4	86,4	86,3
160	87,9	88,2	88,0	87,7	87,3	87,1	87,0	87,0	86,9
200	88,8	89,1	88,8	88,5	88,1	87,9	87,7	87,7	87,6
250	90,0	90,2	90,0	89,6	89,2	88,9	88,8	88,7	88,7
315	91,1	91,2	90,9	90,6	90,1	89,9	89,7	89,6	89,6
400	91,9	92,1	91,8	91,4	91,0	90,8	90,6	90,5	90,5
500	92,5	92,7	92,5	92,2	91,7	91,5	91,4	91,4	91,3
630	92,8	93,1	93,0	92,7	92,4	92,3	92,2	92,2	92,3
800	93,0	93,5	93,4	93,3	93,1	93,0	93,1	93,2	93,2
1000	93,5	94,1	94,1	94,0	93,9	94,0	94,1	94,3	94,4
1250	94,2	94,8	94,9	94,9	95,0	95,1	95,3	95,5	95,6
1600	94,8	95,5	95,5	95,7	95,9	96,2	96,4	96,5	96,6
2000	94,4	95,1	95,3	95,5	96,0	96,2	96,3	96,3	96,2
2500	93,3	94,2	94,4	94,7	95,2	95,3	95,1	95,0	94,8
3150	91,8	92,7	93,0	93,4	93,6	93,4	93,1	92,9	92,8
4000	89,3	90,4	90,7	91,0	90,8	90,3	90,0	89,8	89,7
5000	85,6	86,7	87,0	87,0	86,4	85,9	85,6	85,4	85,2
6300	79,9	80,9	80,9	80,7	80,0	79,5	79,1	78,9	78,7
8000	71,3	72,1	72,0	71,8	71,0	70,4	70,1	69,8	69,5
10000	61,0	61,8	61,7	61,4	60,5	59,9	59,5	59,1	58,8

4.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 26: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,9	51,3	53,2	54,4	54,7	55,1	55,5	55,9	56,1	56,3
25	54,7	57,3	59,3	60,5	60,9	61,3	61,7	62,1	62,3	62,5
31,5	59,8	62,5	64,6	66,0	66,3	66,8	67,1	67,6	67,8	68,0
40	64,1	67,0	69,3	70,7	71,0	71,5	71,9	72,4	72,6	72,8
50	67,9	70,9	73,3	74,7	75,1	75,6	76,0	76,5	76,7	77,0
63	71,2	74,3	76,7	78,2	78,6	79,1	79,5	80,0	80,3	80,5
80	74,0	77,1	79,6	81,1	81,6	82,1	82,5	83,0	83,3	83,6
100	76,0	79,2	81,7	83,3	83,8	84,3	84,7	85,3	85,6	85,8
125	77,1	80,3	82,9	84,4	84,9	85,5	85,9	86,5	86,8	87,0
160	77,9	81,1	83,7	85,3	85,8	86,3	86,8	87,4	87,6	87,9
200	78,8	82,0	84,6	86,2	86,7	87,3	87,7	88,3	88,6	88,8
250	79,9	83,1	85,7	87,3	87,9	88,5	88,9	89,6	89,8	90,1
315	80,8	84,1	86,7	88,3	88,9	89,5	90,0	90,6	90,8	91,1
400	81,4	84,8	87,5	89,2	89,7	90,3	90,8	91,4	91,7	91,9
500	81,6	85,2	88,0	89,7	90,2	90,8	91,3	91,9	92,2	92,4
630	81,7	85,3	88,2	89,9	90,4	91,0	91,5	92,1	92,4	92,7
800	81,9	85,5	88,4	90,1	90,6	91,2	91,7	92,3	92,6	92,9
1000	82,4	86,0	88,9	90,6	91,1	91,7	92,1	92,7	93,0	93,3
1250	82,9	86,6	89,6	91,3	91,7	92,3	92,7	93,3	93,6	93,9
1600	83,4	87,1	90,0	91,8	92,2	92,7	93,2	93,8	94,1	94,4
2000	82,8	86,6	89,6	91,3	91,7	92,2	92,7	93,2	93,6	93,9
2500	81,6	85,5	88,5	90,2	90,5	91,0	91,5	92,0	92,4	92,8
3150	79,9	83,7	86,8	88,5	88,8	89,3	89,7	90,2	90,6	91,0
4000	77,1	81,0	84,1	85,8	86,1	86,5	86,9	87,4	87,8	88,3
5000	72,8	76,8	80,0	81,8	82,1	82,5	82,8	83,2	83,7	84,2
6300	66,1	70,3	73,6	75,4	75,8	76,2	76,5	77,0	77,5	78,0
8000	56,5	60,7	64,1	66,0	66,4	66,9	67,2	67,8	68,3	68,8
10000	45,1	49,3	52,7	54,6	55,1	55,6	56,0	56,5	57,1	57,6

Tab. 27: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,4	56,7	56,6	56,4	56,2	56,1	56,0	56,0	56,0
25	62,7	63,0	62,9	62,7	62,5	62,4	62,3	62,2	62,2
31,5	68,2	68,5	68,4	68,2	68,0	67,9	67,8	67,8	67,7
40	73,1	73,4	73,2	73,1	72,8	72,7	72,6	72,6	72,6
50	77,3	77,5	77,4	77,2	77,0	76,9	76,8	76,8	76,7
63	80,9	81,1	81,0	80,8	80,6	80,5	80,4	80,4	80,3
80	83,9	84,2	84,0	83,8	83,6	83,5	83,4	83,4	83,3
100	86,2	86,4	86,2	86,0	85,8	85,7	85,6	85,5	85,5
125	87,3	87,5	87,3	87,0	86,8	86,6	86,5	86,5	86,5
160	88,2	88,3	88,1	87,7	87,4	87,2	87,1	87,1	87,1
200	89,1	89,1	88,9	88,5	88,1	87,9	87,8	87,8	87,7
250	90,2	90,3	90,0	89,6	89,2	89,0	88,8	88,8	88,8
315	91,3	91,2	90,9	90,5	90,1	89,9	89,8	89,7	89,7
400	92,1	92,1	91,8	91,4	91,0	90,8	90,6	90,6	90,6
500	92,7	92,7	92,5	92,1	91,7	91,6	91,5	91,5	91,5
630	93,0	93,1	93,0	92,7	92,4	92,3	92,3	92,3	92,4
800	93,3	93,5	93,5	93,3	93,1	93,1	93,1	93,3	93,4
1000	93,8	94,1	94,1	94,0	94,0	94,1	94,2	94,4	94,5
1250	94,5	94,9	94,9	95,0	95,0	95,3	95,4	95,6	95,8
1600	95,0	95,5	95,6	95,8	96,0	96,3	96,5	96,6	96,6
2000	94,6	95,1	95,3	95,6	96,1	96,2	96,3	96,2	96,1
2500	93,5	94,1	94,4	94,8	95,2	95,1	95,0	94,8	94,7
3150	91,8	92,6	92,9	93,4	93,3	93,1	92,8	92,7	92,5
4000	89,2	90,1	90,4	90,6	90,1	89,8	89,6	89,4	89,2
5000	85,3	86,2	86,4	86,1	85,5	85,1	84,9	84,6	84,4
6300	79,1	79,8	79,8	79,3	78,6	78,2	77,9	77,7	77,5
8000	69,8	70,3	70,2	69,6	68,9	68,5	68,1	67,9	67,6
10000	58,5	58,9	58,8	58,2	57,4	56,9	56,5	56,2	55,9

4.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 28: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 29: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 30: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 31: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 32: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 33: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 34: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,9	52,1	54,0	54,9	55,2	55,6	56,0	56,3	56,5	56,6
25	55,7	58,1	60,2	61,0	61,3	61,8	62,2	62,5	62,7	62,9
31,5	60,8	63,4	65,5	66,4	66,8	67,2	67,7	68,0	68,2	68,4
40	65,2	67,9	70,2	71,1	71,5	72,0	72,4	72,8	73,0	73,2
50	69,0	71,9	74,2	75,2	75,6	76,1	76,6	76,9	77,2	77,4
63	72,3	75,2	77,7	78,7	79,1	79,6	80,1	80,5	80,7	81,0
80	75,1	78,1	80,6	81,6	82,0	82,6	83,1	83,5	83,7	84,0
100	77,2	80,2	82,7	83,8	84,2	84,8	85,3	85,7	86,0	86,3
125	78,3	81,3	83,9	84,9	85,4	85,9	86,5	86,9	87,2	87,4
160	79,1	82,1	84,6	85,7	86,2	86,8	87,4	87,8	88,1	88,3
200	79,9	83,0	85,5	86,6	87,1	87,7	88,3	88,8	89,0	89,2
250	81,0	84,1	86,7	87,8	88,3	88,9	89,5	90,0	90,2	90,4
315	81,9	85,0	87,6	88,8	89,3	89,9	90,5	91,0	91,2	91,4
400	82,5	85,8	88,4	89,6	90,1	90,7	91,3	91,8	92,0	92,2
500	82,7	86,1	88,9	90,0	90,6	91,2	91,8	92,3	92,5	92,8
630	82,8	86,3	89,1	90,2	90,8	91,4	92,0	92,5	92,7	93,0
800	83,0	86,4	89,3	90,4	90,9	91,5	92,1	92,6	92,9	93,2
1000	83,4	86,9	89,8	90,9	91,4	91,9	92,5	93,0	93,3	93,7
1250	84,0	87,5	90,4	91,5	91,9	92,5	93,1	93,5	93,8	94,2
1600	84,3	87,9	90,8	91,9	92,3	92,9	93,4	93,9	94,2	94,7
2000	83,7	87,3	90,3	91,4	91,7	92,2	92,8	93,3	93,6	94,1
2500	82,3	85,9	89,0	90,0	90,4	90,9	91,4	91,9	92,3	92,8
3150	80,3	83,9	87,0	88,0	88,3	88,8	89,3	89,8	90,2	90,8
4000	77,0	80,8	83,8	84,9	85,1	85,6	86,0	86,5	87,0	87,6
5000	72,1	75,9	79,1	80,1	80,4	80,8	81,2	81,7	82,2	83,0
6300	64,3	68,3	71,6	72,7	73,0	73,4	73,8	74,4	74,9	75,7
8000	52,9	56,9	60,3	61,5	61,8	62,3	62,8	63,3	63,9	64,6
10000	39,0	43,0	46,4	47,6	48,0	48,5	49,0	49,6	50,1	50,8

Tab. 35: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,1	57,0	56,9	56,7	56,5	56,4	56,4	56,3	56,3
25	63,3	63,2	63,1	62,9	62,8	62,7	62,6	62,5	62,5
31,5	68,9	68,8	68,7	68,4	68,3	68,2	68,1	68,1	68,1
40	73,7	73,6	73,5	73,3	73,1	73,0	73,0	72,9	72,9
50	77,9	77,8	77,7	77,4	77,3	77,2	77,1	77,1	77,1
63	81,5	81,4	81,2	81,0	80,9	80,8	80,7	80,7	80,6
80	84,5	84,4	84,3	84,0	83,9	83,8	83,7	83,7	83,7
100	86,8	86,6	86,5	86,2	86,0	86,0	85,9	85,8	85,8
125	87,9	87,7	87,5	87,2	87,0	86,9	86,8	86,8	86,8
160	88,7	88,4	88,2	87,8	87,6	87,5	87,4	87,4	87,4
200	89,5	89,3	88,9	88,5	88,3	88,1	88,1	88,0	88,0
250	90,7	90,4	90,0	89,6	89,3	89,2	89,1	89,1	89,1
315	91,6	91,3	90,9	90,5	90,2	90,1	90,0	90,0	90,0
400	92,5	92,2	91,8	91,3	91,1	90,9	90,9	90,8	90,8
500	93,1	92,8	92,5	92,1	91,8	91,7	91,7	91,7	91,7
630	93,4	93,3	93,0	92,7	92,6	92,5	92,6	92,6	92,6
800	93,7	93,7	93,5	93,3	93,3	93,3	93,4	93,5	93,6
1000	94,2	94,3	94,2	94,2	94,2	94,4	94,5	94,7	94,8
1250	94,9	95,0	95,1	95,1	95,3	95,5	95,7	95,8	95,9
1600	95,4	95,6	95,7	96,0	96,3	96,5	96,6	96,6	96,6
2000	94,9	95,1	95,4	95,9	96,1	96,2	96,1	96,0	95,9
2500	93,7	94,0	94,3	94,9	94,9	94,8	94,6	94,4	94,3
3150	91,8	92,2	92,6	92,9	92,6	92,3	92,1	91,9	91,8
4000	88,9	89,3	89,5	89,3	88,9	88,6	88,3	88,1	88,0
5000	84,2	84,5	84,6	83,9	83,5	83,2	82,9	82,7	82,6
6300	76,8	76,9	76,7	76,0	75,5	75,2	74,9	74,6	74,5
8000	65,6	65,6	65,3	64,5	63,9	63,6	63,2	63,0	62,8
10000	51,7	51,6	51,3	50,4	49,8	49,4	49,0	48,7	48,5

4.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 36: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	50,1	52,3	54,2	54,9	55,3	55,7	56,1	56,4	56,6	56,7
25	55,9	58,3	60,3	61,1	61,5	61,9	62,3	62,6	62,8	63,0
31,5	61,0	63,6	65,7	66,5	66,9	67,3	67,8	68,1	68,4	68,5
40	65,5	68,2	70,4	71,2	71,7	72,1	72,6	72,9	73,2	73,3
50	69,3	72,1	74,4	75,3	75,7	76,2	76,7	77,1	77,3	77,5
63	72,6	75,5	77,9	78,8	79,2	79,7	80,2	80,6	80,8	81,1
80	75,4	78,3	80,8	81,7	82,2	82,7	83,2	83,6	83,9	84,1
100	77,4	80,4	82,9	83,9	84,4	84,9	85,4	85,8	86,1	86,4
125	78,5	81,6	84,1	85,0	85,5	86,1	86,6	87,0	87,3	87,6
160	79,3	82,3	84,8	85,8	86,4	86,9	87,5	87,9	88,2	88,4
200	80,1	83,2	85,7	86,7	87,2	87,8	88,4	88,9	89,1	89,3
250	81,2	84,3	86,8	87,9	88,4	89,0	89,6	90,1	90,3	90,5
315	82,1	85,3	87,8	88,9	89,4	90,0	90,6	91,1	91,3	91,5
400	82,7	86,0	88,6	89,7	90,2	90,8	91,4	91,9	92,1	92,3
500	83,0	86,4	89,1	90,1	90,7	91,3	91,9	92,4	92,6	92,8
630	83,0	86,5	89,3	90,3	90,8	91,4	92,1	92,5	92,8	93,1
800	83,2	86,7	89,5	90,5	91,0	91,6	92,2	92,7	92,9	93,3
1000	83,6	87,1	89,9	91,0	91,4	92,0	92,6	93,1	93,3	93,7
1250	84,2	87,7	90,5	91,5	92,0	92,5	93,1	93,6	93,9	94,3
1600	84,5	88,0	90,9	91,9	92,4	92,9	93,5	93,9	94,2	94,7
2000	83,9	87,4	90,3	91,3	91,7	92,2	92,8	93,3	93,6	94,2
2500	82,4	86,0	89,0	89,9	90,3	90,8	91,3	91,8	92,2	92,8
3150	80,3	83,9	86,9	87,8	88,2	88,6	89,2	89,7	90,1	90,7
4000	76,9	80,6	83,6	84,5	84,9	85,3	85,7	86,2	86,7	87,5
5000	71,8	75,6	78,7	79,6	79,9	80,3	80,7	81,3	81,8	82,6
6300	63,7	67,6	70,9	71,8	72,2	72,6	73,0	73,6	74,1	75,0
8000	51,8	55,8	59,1	60,1	60,5	61,0	61,5	62,0	62,6	63,4
10000	37,1	41,1	44,4	45,5	45,9	46,4	46,9	47,5	48,0	48,9

Tab. 37: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,2	57,1	57,0	56,7	56,6	56,5	56,4	56,4	56,4
25	63,4	63,3	63,2	62,9	62,8	62,8	62,7	62,6	62,6
31,5	69,0	68,9	68,7	68,5	68,4	68,3	68,2	68,2	68,2
40	73,8	73,7	73,6	73,3	73,2	73,1	73,0	73,0	73,0
50	78,0	77,9	77,7	77,5	77,4	77,3	77,2	77,2	77,2
63	81,6	81,5	81,3	81,1	81,0	80,9	80,8	80,8	80,7
80	84,6	84,5	84,3	84,1	84,0	83,9	83,8	83,8	83,8
100	86,8	86,7	86,5	86,3	86,1	86,0	85,9	85,9	85,9
125	88,0	87,8	87,5	87,2	87,1	87,0	86,9	86,9	86,9
160	88,7	88,5	88,2	87,9	87,7	87,5	87,5	87,5	87,5
200	89,6	89,3	88,9	88,6	88,3	88,2	88,2	88,1	88,1
250	90,7	90,4	90,0	89,6	89,4	89,2	89,2	89,2	89,2
315	91,7	91,3	90,9	90,5	90,3	90,1	90,1	90,0	90,1
400	92,5	92,2	91,8	91,4	91,1	91,0	91,0	90,9	90,9
500	93,1	92,8	92,5	92,1	91,9	91,8	91,8	91,8	91,8
630	93,4	93,3	93,0	92,7	92,6	92,6	92,6	92,6	92,7
800	93,8	93,7	93,5	93,4	93,4	93,4	93,5	93,6	93,7
1000	94,3	94,3	94,3	94,2	94,3	94,4	94,6	94,7	94,9
1250	95,0	95,0	95,1	95,2	95,4	95,6	95,7	95,9	96,0
1600	95,5	95,6	95,8	96,1	96,3	96,5	96,6	96,6	96,6
2000	94,9	95,1	95,4	95,9	96,1	96,2	96,1	96,0	95,9
2500	93,7	93,9	94,4	94,8	94,8	94,6	94,4	94,3	94,1
3150	91,7	92,1	92,6	92,6	92,4	92,1	91,9	91,7	91,6
4000	88,6	89,0	89,2	88,9	88,5	88,2	88,0	87,8	87,7
5000	83,8	84,1	84,0	83,3	82,9	82,6	82,4	82,2	82,0
6300	76,0	76,1	75,8	75,0	74,6	74,3	74,0	73,8	73,6
8000	64,3	64,2	63,8	63,0	62,5	62,2	61,8	61,6	61,4
10000	49,6	49,5	49,1	48,2	47,7	47,2	46,9	46,6	46,4

5 Betriebsmodus II s

5.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 38: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	51,3	52,6	53,5	53,9	54,2	54,4	54,7	55,0	55,2	55,4	55,5
25	57,2	58,6	59,6	60,0	60,3	60,5	60,9	61,1	61,4	61,6	61,6
31,5	62,4	63,9	65,0	65,4	65,7	65,9	66,3	66,5	66,8	67,0	67,1
40	66,9	68,5	69,6	70,1	70,4	70,6	71,0	71,2	71,5	71,8	71,8
50	70,8	72,5	73,6	74,1	74,4	74,6	75,0	75,3	75,6	75,8	75,9
63	74,1	75,9	77,0	77,5	77,8	78,1	78,5	78,8	79,1	79,3	79,4
80	77,0	78,7	80,0	80,5	80,8	81,0	81,4	81,7	82,0	82,3	82,4
100	79,1	80,9	82,1	82,6	82,9	83,2	83,6	84,0	84,2	84,5	84,6
125	80,2	82,0	83,2	83,7	84,1	84,4	84,8	85,1	85,4	85,7	85,8
160	81,0	82,7	84,0	84,6	84,9	85,2	85,6	86,0	86,3	86,6	86,7
200	81,8	83,6	84,9	85,4	85,8	86,1	86,6	87,0	87,3	87,5	87,6
250	82,9	84,7	86,1	86,6	87,0	87,3	87,7	88,2	88,5	88,7	88,8
315	83,9	85,7	87,0	87,6	88,0	88,3	88,7	89,2	89,5	89,7	89,8
400	84,6	86,5	87,8	88,4	88,8	89,1	89,5	90,0	90,3	90,5	90,6
500	84,9	86,9	88,3	88,8	89,2	89,5	90,0	90,4	90,7	91,0	91,0
630	85,0	87,0	88,5	89,0	89,3	89,7	90,1	90,5	90,9	91,1	91,2
800	85,2	87,2	88,7	89,2	89,5	89,8	90,3	90,7	91,0	91,3	91,4
1000	85,7	87,7	89,1	89,7	90,0	90,3	90,7	91,1	91,4	91,7	91,8
1250	86,3	88,4	89,8	90,3	90,6	90,8	91,3	91,6	92,0	92,2	92,3
1600	86,7	88,8	90,2	90,7	91,0	91,3	91,7	92,0	92,3	92,6	92,8
2000	86,2	88,3	89,7	90,2	90,4	90,7	91,1	91,4	91,7	92,0	92,2
2500	84,9	87,0	88,4	88,9	89,1	89,4	89,8	90,1	90,4	90,7	90,9
3150	83,0	85,2	86,6	87,0	87,2	87,4	87,8	88,1	88,4	88,7	89,0
4000	80,1	82,2	83,7	84,1	84,3	84,4	84,7	85,0	85,3	85,6	85,9
5000	75,5	77,8	79,2	79,6	79,8	80,0	80,3	80,5	80,7	81,2	81,5
6300	68,4	70,7	72,2	72,7	72,9	73,1	73,4	73,6	73,8	74,3	74,6
8000	57,8	60,2	61,8	62,3	62,5	62,7	63,1	63,4	63,6	64,1	64,4
10000	45,1	47,5	49,1	49,6	49,8	50,1	50,4	50,7	51,0	51,5	51,8

Tab. 39: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	55,6	55,7	55,7	55,8	56,3	56,3	56,2	56,1	55,9	55,8
25	61,7	61,9	61,9	62,0	62,5	62,5	62,4	62,3	62,1	62,0
31,5	67,2	67,3	67,4	67,5	68,0	68,0	67,9	67,8	67,6	67,5
40	71,9	72,1	72,1	72,3	72,8	72,8	72,7	72,6	72,4	72,2
50	76,0	76,2	76,2	76,4	77,0	76,9	76,8	76,7	76,5	76,4
63	79,5	79,7	79,7	80,0	80,5	80,5	80,3	80,3	80,1	79,9
80	82,5	82,7	82,7	83,0	83,5	83,5	83,4	83,3	83,1	82,9
100	84,7	84,9	84,9	85,2	85,7	85,7	85,5	85,4	85,2	85,1
125	85,9	86,0	86,1	86,3	86,8	86,7	86,6	86,4	86,2	86,0
160	86,7	86,9	86,9	87,1	87,6	87,4	87,3	87,1	86,8	86,6
200	87,6	87,8	87,8	88,0	88,4	88,2	88,0	87,8	87,5	87,3
250	88,8	88,9	89,0	89,2	89,6	89,3	89,1	88,9	88,6	88,4
315	89,8	89,9	90,0	90,1	90,5	90,3	90,0	89,8	89,5	89,3
400	90,6	90,7	90,8	91,0	91,3	91,1	90,9	90,6	90,3	90,1
500	91,1	91,2	91,3	91,5	91,9	91,7	91,5	91,3	91,0	90,9
630	91,2	91,4	91,5	91,8	92,3	92,1	92,0	91,9	91,7	91,5
800	91,4	91,6	91,7	92,1	92,6	92,5	92,5	92,4	92,3	92,2
1000	91,9	92,1	92,1	92,6	93,2	93,1	93,2	93,1	93,1	93,1
1250	92,5	92,7	92,8	93,2	93,9	93,9	94,0	94,0	94,0	94,2
1600	92,9	93,1	93,3	93,8	94,4	94,6	94,6	94,7	94,9	95,1
2000	92,4	92,6	92,8	93,3	94,0	94,2	94,3	94,5	94,9	95,1
2500	91,1	91,4	91,5	92,1	92,9	93,1	93,3	93,6	94,0	94,0
3150	89,2	89,5	89,7	90,3	91,2	91,5	91,7	92,0	92,1	91,9
4000	86,2	86,6	86,8	87,5	88,5	88,7	88,9	89,1	88,7	88,4
5000	81,8	82,2	82,4	83,2	84,2	84,3	84,4	84,2	83,7	83,3
6300	75,0	75,4	75,6	76,4	77,2	77,2	77,1	76,8	76,2	75,9
8000	64,7	65,1	65,3	66,0	66,7	66,7	66,5	66,2	65,6	65,2
10000	52,1	52,4	52,7	53,3	54,0	54,0	53,8	53,5	52,8	52,3

5.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 40: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,9	50,5	52,3	53,3	53,7	54,1	54,5	54,8	55,0	55,1
25	53,6	56,4	58,4	59,4	59,8	60,2	60,6	61,0	61,2	61,3
31,5	58,7	61,6	63,7	64,8	65,2	65,6	66,1	66,4	66,7	66,7
40	63,0	66,0	68,3	69,5	69,9	70,3	70,8	71,1	71,4	71,5
50	66,8	69,9	72,2	73,5	73,9	74,3	74,8	75,2	75,5	75,6
63	70,0	73,2	75,6	76,9	77,4	77,8	78,3	78,7	79,0	79,1
80	72,8	76,1	78,5	79,8	80,3	80,8	81,3	81,7	81,9	82,1
100	74,9	78,2	80,6	82,0	82,5	83,0	83,5	83,9	84,2	84,3
125	76,0	79,3	81,7	83,1	83,6	84,1	84,7	85,1	85,4	85,5
160	76,8	80,1	82,6	83,9	84,5	85,0	85,6	86,0	86,3	86,3
200	77,6	81,0	83,4	84,8	85,4	85,9	86,5	87,0	87,2	87,3
250	78,8	82,1	84,6	86,0	86,6	87,1	87,7	88,2	88,4	88,5
315	79,6	83,1	85,6	87,0	87,6	88,1	88,8	89,2	89,5	89,5
400	80,2	83,8	86,4	87,9	88,4	89,0	89,6	90,1	90,3	90,3
500	80,4	84,1	86,8	88,3	88,9	89,4	90,0	90,5	90,8	90,8
630	80,5	84,2	87,0	88,5	89,1	89,6	90,2	90,7	91,0	91,0
800	80,7	84,5	87,3	88,8	89,3	89,8	90,4	90,9	91,1	91,2
1000	81,2	85,0	87,8	89,3	89,8	90,3	90,9	91,3	91,6	91,7
1250	81,8	85,6	88,5	90,0	90,5	90,9	91,5	91,9	92,2	92,4
1600	82,3	86,1	89,0	90,5	91,0	91,4	92,0	92,4	92,7	92,9
2000	81,8	85,7	88,7	90,1	90,6	91,0	91,5	92,0	92,3	92,5
2500	80,8	84,7	87,7	89,1	89,5	89,9	90,4	90,9	91,2	91,5
3150	79,2	83,2	86,2	87,6	88,0	88,4	88,8	89,2	89,7	90,0
4000	76,7	80,8	83,9	85,3	85,6	85,9	86,4	86,7	87,2	87,6
5000	72,9	77,2	80,3	81,8	82,1	82,4	82,8	83,1	83,7	84,1
6300	67,1	71,4	74,7	76,2	76,6	76,9	77,3	77,7	78,3	78,7
8000	58,9	63,2	66,5	68,1	68,6	69,0	69,4	69,8	70,4	70,8
10000	49,5	53,8	57,1	58,8	59,2	59,6	60,1	60,5	61,1	61,5

Tab. 41: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,3	55,3	55,9	55,7	55,6	55,4	55,2	55,2	55,1
25	61,5	61,5	62,1	62,0	61,8	61,5	61,4	61,4	61,3
31,5	66,9	67,0	67,6	67,4	67,3	67,0	66,9	66,8	66,8
40	71,7	71,8	72,4	72,2	72,1	71,8	71,7	71,6	71,6
50	75,8	75,9	76,5	76,4	76,2	76,0	75,8	75,8	75,7
63	79,3	79,5	80,0	79,9	79,8	79,5	79,4	79,3	79,3
80	82,3	82,5	83,1	82,9	82,8	82,5	82,4	82,3	82,3
100	84,5	84,7	85,3	85,1	84,9	84,6	84,5	84,4	84,4
125	85,7	85,9	86,4	86,2	85,9	85,6	85,5	85,4	85,4
160	86,5	86,7	87,1	86,9	86,6	86,3	86,1	86,0	86,0
200	87,4	87,6	88,0	87,7	87,4	87,0	86,8	86,7	86,7
250	88,6	88,7	89,1	88,8	88,5	88,1	87,9	87,8	87,7
315	89,6	89,7	90,1	89,8	89,4	89,0	88,8	88,7	88,6
400	90,4	90,6	91,0	90,6	90,3	89,9	89,7	89,6	89,5
500	90,9	91,1	91,6	91,3	91,0	90,6	90,5	90,4	90,4
630	91,2	91,4	92,0	91,8	91,6	91,3	91,2	91,2	91,2
800	91,4	91,7	92,4	92,3	92,1	92,0	91,9	92,0	92,1
1000	91,9	92,3	93,0	93,0	92,9	92,8	92,9	93,1	93,3
1250	92,6	93,0	93,8	93,8	93,8	93,9	94,1	94,3	94,5
1600	93,2	93,6	94,4	94,5	94,6	94,9	95,2	95,4	95,5
2000	92,8	93,3	94,2	94,3	94,5	95,0	95,2	95,3	95,2
2500	91,8	92,3	93,3	93,5	93,9	94,3	94,2	94,1	94,0
3150	90,3	90,9	92,0	92,3	92,7	92,7	92,4	92,2	92,0
4000	88,0	88,7	89,9	90,2	90,4	89,9	89,5	89,3	89,1
5000	84,6	85,3	86,4	86,6	86,5	85,8	85,4	85,1	84,9
6300	79,2	79,9	80,9	80,9	80,5	79,8	79,4	79,1	78,8
8000	71,2	71,9	72,8	72,6	72,3	71,5	71,0	70,6	70,4
10000	61,9	62,6	63,4	63,2	62,8	61,9	61,4	61,0	60,7

5.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 42: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,4	51,0	52,7	53,6	54,0	54,3	54,7	55,0	55,2	55,3
25	54,2	56,9	58,8	59,7	60,1	60,5	60,9	61,2	61,4	61,5
31,5	59,2	62,1	64,1	65,0	65,5	65,9	66,3	66,6	66,8	66,9
40	63,6	66,6	68,7	69,7	70,1	70,6	71,0	71,4	71,5	71,7
50	67,3	70,5	72,7	73,7	74,2	74,6	75,1	75,4	75,6	75,8
63	70,6	73,8	76,1	77,1	77,6	78,1	78,6	78,9	79,1	79,3
80	73,4	76,7	79,0	80,1	80,6	81,0	81,5	81,9	82,1	82,3
100	75,5	78,8	81,1	82,2	82,7	83,2	83,7	84,1	84,3	84,5
125	76,6	79,9	82,2	83,4	83,9	84,4	84,9	85,3	85,5	85,7
160	77,4	80,7	83,0	84,2	84,7	85,2	85,8	86,2	86,4	86,5
200	78,3	81,5	83,9	85,1	85,6	86,2	86,7	87,2	87,4	87,4
250	79,4	82,7	85,0	86,3	86,8	87,4	88,0	88,4	88,6	88,6
315	80,3	83,6	86,0	87,3	87,8	88,4	89,0	89,4	89,6	89,6
400	80,8	84,3	86,8	88,1	88,6	89,2	89,8	90,3	90,4	90,5
500	81,1	84,7	87,3	88,6	89,1	89,6	90,2	90,7	90,9	90,9
630	81,1	84,8	87,5	88,8	89,3	89,8	90,4	90,9	91,0	91,2
800	81,3	85,0	87,7	89,0	89,5	90,0	90,6	91,1	91,2	91,4
1000	81,8	85,6	88,2	89,5	89,9	90,5	91,0	91,5	91,7	91,8
1250	82,4	86,2	88,9	90,1	90,6	91,1	91,6	92,1	92,3	92,5
1600	82,8	86,7	89,4	90,6	91,1	91,6	92,1	92,5	92,8	93,0
2000	82,4	86,3	89,0	90,2	90,6	91,1	91,6	92,0	92,3	92,6
2500	81,2	85,2	87,9	89,1	89,5	90,0	90,4	90,9	91,2	91,5
3150	79,6	83,6	86,3	87,5	87,9	88,3	88,7	89,1	89,5	89,9
4000	76,9	81,0	83,8	85,0	85,3	85,7	86,1	86,5	86,9	87,3
5000	72,9	77,1	80,0	81,2	81,5	81,8	82,2	82,6	83,1	83,6
6300	66,6	71,0	74,0	75,2	75,6	75,9	76,3	76,7	77,3	77,8
8000	57,7	62,1	65,1	66,5	66,9	67,3	67,7	68,2	68,7	69,1
10000	47,3	51,7	54,8	56,1	56,5	57,0	57,4	57,9	58,4	58,9

Tab. 43: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,4	55,6	56,0	55,9	55,7	55,4	55,4	55,3	55,3
25	61,6	61,8	62,2	62,1	61,8	61,6	61,6	61,5	61,4
31,5	67,1	67,3	67,7	67,6	67,3	67,1	67,0	67,0	66,9
40	71,8	72,1	72,5	72,3	72,1	71,9	71,8	71,8	71,7
50	75,9	76,3	76,6	76,5	76,3	76,0	76,0	75,9	75,9
63	79,4	79,8	80,2	80,0	79,8	79,6	79,5	79,4	79,4
80	82,4	82,8	83,2	83,0	82,8	82,6	82,5	82,4	82,4
100	84,6	85,0	85,4	85,2	85,0	84,7	84,6	84,6	84,5
125	85,8	86,2	86,4	86,2	86,0	85,7	85,6	85,5	85,5
160	86,6	87,0	87,2	86,9	86,6	86,3	86,2	86,1	86,1
200	87,5	87,8	88,0	87,7	87,3	87,0	86,9	86,8	86,8
250	88,7	89,0	89,1	88,8	88,4	88,1	87,9	87,8	87,8
315	89,7	90,0	90,1	89,8	89,3	89,0	88,9	88,8	88,7
400	90,5	90,8	90,9	90,6	90,2	89,9	89,7	89,6	89,6
500	91,0	91,4	91,5	91,3	90,9	90,6	90,5	90,5	90,5
630	91,3	91,7	92,0	91,8	91,5	91,3	91,3	91,3	91,3
800	91,5	92,0	92,4	92,3	92,1	92,0	92,1	92,1	92,3
1000	92,0	92,6	93,0	93,0	92,9	92,9	93,1	93,2	93,4
1250	92,7	93,3	93,8	93,9	93,9	94,0	94,3	94,5	94,6
1600	93,3	94,0	94,5	94,6	94,8	95,1	95,3	95,5	95,5
2000	92,9	93,6	94,2	94,4	94,8	95,1	95,2	95,2	95,2
2500	91,8	92,6	93,3	93,6	94,0	94,2	94,1	93,9	93,8
3150	90,2	91,1	91,9	92,3	92,6	92,4	92,1	91,9	91,7
4000	87,7	88,8	89,6	89,9	89,8	89,3	89,0	88,8	88,6
5000	84,0	85,1	85,9	85,9	85,5	84,9	84,6	84,3	84,1
6300	78,2	79,2	79,8	79,7	79,1	78,4	78,1	77,8	77,6
8000	69,6	70,5	71,0	70,7	70,1	69,4	69,0	68,7	68,5
10000	59,3	60,1	60,6	60,4	59,6	58,9	58,5	58,1	57,8

5.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 44: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,9	51,4	53,0	53,8	54,2	54,6	54,9	55,3	55,3	55,5
25	54,7	57,3	59,1	59,9	60,3	60,7	61,1	61,4	61,5	61,7
31,5	59,8	62,5	64,4	65,3	65,7	66,1	66,5	66,9	67,0	67,1
40	64,1	67,1	69,1	69,9	70,3	70,8	71,2	71,6	71,7	71,9
50	67,9	70,9	73,0	73,9	74,4	74,8	75,3	75,7	75,8	76,0
63	71,2	74,3	76,5	77,4	77,8	78,3	78,8	79,2	79,3	79,5
80	74,0	77,1	79,4	80,3	80,8	81,3	81,7	82,1	82,3	82,5
100	76,0	79,2	81,5	82,5	82,9	83,5	84,0	84,4	84,5	84,7
125	77,1	80,3	82,6	83,6	84,1	84,6	85,1	85,5	85,7	85,8
160	77,9	81,1	83,4	84,4	84,9	85,5	86,0	86,4	86,5	86,7
200	78,8	82,0	84,3	85,3	85,8	86,4	86,9	87,4	87,5	87,6
250	79,9	83,1	85,4	86,5	87,0	87,6	88,2	88,6	88,7	88,8
315	80,8	84,1	86,4	87,5	88,0	88,6	89,2	89,6	89,7	89,8
400	81,4	84,8	87,2	88,3	88,8	89,4	90,0	90,4	90,5	90,6
500	81,6	85,2	87,7	88,7	89,3	89,9	90,4	90,8	90,9	91,1
630	81,7	85,3	87,8	88,9	89,4	90,0	90,6	91,0	91,1	91,3
800	81,9	85,5	88,1	89,1	89,6	90,2	90,8	91,2	91,3	91,5
1000	82,4	86,0	88,6	89,6	90,1	90,6	91,2	91,6	91,7	92,0
1250	82,9	86,6	89,2	90,2	90,7	91,2	91,8	92,2	92,4	92,6
1600	83,4	87,1	89,7	90,7	91,2	91,7	92,2	92,6	92,8	93,1
2000	82,8	86,6	89,2	90,2	90,7	91,2	91,7	92,1	92,3	92,6
2500	81,6	85,5	88,1	89,1	89,5	89,9	90,4	90,9	91,1	91,5
3150	79,9	83,8	86,4	87,3	87,7	88,1	88,6	89,1	89,4	89,8
4000	77,1	81,0	83,7	84,6	84,9	85,3	85,7	86,2	86,6	87,1
5000	72,8	76,8	79,6	80,6	80,9	81,2	81,6	82,1	82,5	83,1
6300	66,1	70,3	73,2	74,2	74,5	74,9	75,3	75,8	76,3	76,8
8000	56,5	60,7	63,7	64,7	65,1	65,5	66,0	66,5	67,0	67,5
10000	45,1	49,3	52,3	53,4	53,8	54,2	54,7	55,3	55,7	56,2

Tab. 45: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,6	56,0	56,1	55,9	55,7	55,6	55,5	55,4	55,4
25	61,8	62,2	62,3	62,1	61,9	61,8	61,7	61,6	61,6
31,5	67,3	67,7	67,8	67,6	67,4	67,3	67,1	67,1	67,1
40	72,0	72,5	72,6	72,4	72,2	72,1	71,9	71,9	71,9
50	76,1	76,6	76,7	76,5	76,3	76,2	76,1	76,0	76,0
63	79,7	80,2	80,3	80,1	79,9	79,7	79,6	79,6	79,5
80	82,7	83,2	83,3	83,1	82,9	82,7	82,6	82,6	82,5
100	84,9	85,4	85,5	85,3	85,0	84,9	84,7	84,7	84,7
125	86,0	86,5	86,5	86,3	86,0	85,8	85,7	85,6	85,6
160	86,8	87,3	87,2	87,0	86,6	86,4	86,3	86,2	86,2
200	87,7	88,2	88,0	87,7	87,3	87,1	87,0	86,9	86,9
250	88,9	89,3	89,2	88,8	88,4	88,1	88,0	87,9	87,9
315	89,9	90,3	90,1	89,7	89,3	89,0	88,9	88,8	88,8
400	90,7	91,1	90,9	90,6	90,1	89,9	89,8	89,7	89,7
500	91,2	91,7	91,6	91,3	90,8	90,7	90,6	90,5	90,6
630	91,5	92,0	92,0	91,8	91,5	91,4	91,4	91,4	91,4
800	91,7	92,4	92,5	92,3	92,1	92,1	92,2	92,3	92,4
1000	92,2	92,9	93,1	93,1	93,0	93,1	93,2	93,4	93,5
1250	92,9	93,7	93,9	93,9	94,0	94,2	94,4	94,6	94,7
1600	93,4	94,3	94,6	94,7	94,9	95,3	95,4	95,5	95,6
2000	93,0	93,9	94,2	94,4	95,0	95,2	95,2	95,2	95,1
2500	91,9	92,9	93,3	93,6	94,1	94,1	93,9	93,8	93,6
3150	90,2	91,3	91,8	92,2	92,4	92,1	91,8	91,6	91,4
4000	87,6	88,8	89,3	89,5	89,2	88,8	88,5	88,3	88,1
5000	83,6	84,8	85,3	85,2	84,5	84,1	83,8	83,6	83,4
6300	77,4	78,5	78,7	78,4	77,7	77,2	76,9	76,6	76,4
8000	68,0	69,0	69,1	68,7	68,0	67,5	67,1	66,8	66,5
10000	56,7	57,6	57,7	57,3	56,5	55,9	55,5	55,1	54,9

5.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 46: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 47: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 48: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 49: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 50: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 51: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 52: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,9	52,2	53,7	54,2	54,6	55,0	55,3	55,6	55,7	55,9
25	55,7	58,2	59,8	60,3	60,7	61,2	61,5	61,8	61,9	62,1
31,5	60,8	63,4	65,2	65,7	66,1	66,6	66,9	67,2	67,3	67,5
40	65,2	68,0	69,8	70,4	70,8	71,3	71,7	72,0	72,1	72,3
50	69,0	71,9	73,8	74,4	74,8	75,3	75,7	76,0	76,2	76,4
63	72,3	75,2	77,2	77,8	78,3	78,8	79,2	79,5	79,7	79,9
80	75,1	78,1	80,2	80,8	81,2	81,8	82,2	82,5	82,7	82,9
100	77,2	80,2	82,3	82,9	83,4	84,0	84,4	84,7	84,9	85,1
125	78,3	81,3	83,4	84,1	84,6	85,1	85,6	85,9	86,0	86,2
160	79,1	82,1	84,2	84,9	85,4	86,0	86,5	86,8	86,9	87,0
200	79,9	83,0	85,1	85,8	86,3	86,9	87,4	87,7	87,8	87,9
250	81,0	84,1	86,2	86,9	87,5	88,1	88,6	88,9	88,9	89,1
315	81,9	85,0	87,2	87,9	88,4	89,1	89,6	89,9	89,9	90,0
400	82,5	85,7	88,0	88,7	89,2	89,9	90,4	90,6	90,7	90,8
500	82,7	86,1	88,4	89,1	89,6	90,3	90,8	91,1	91,1	91,3
630	82,8	86,2	88,6	89,2	89,8	90,4	91,0	91,2	91,3	91,5
800	83,0	86,4	88,8	89,4	89,9	90,6	91,1	91,4	91,5	91,7
1000	83,4	86,9	89,2	89,9	90,3	91,0	91,5	91,8	91,9	92,2
1250	84,0	87,5	89,8	90,4	90,9	91,5	92,0	92,3	92,5	92,8
1600	84,3	87,9	90,2	90,8	91,3	91,9	92,3	92,7	92,9	93,2
2000	83,7	87,3	89,7	90,2	90,7	91,2	91,7	92,1	92,3	92,7
2500	82,3	86,0	88,3	88,9	89,3	89,8	90,2	90,7	91,0	91,3
3150	80,3	84,0	86,3	86,8	87,2	87,7	88,1	88,6	88,9	89,4
4000	77,0	80,8	83,2	83,6	83,9	84,4	84,8	85,3	85,7	86,2
5000	72,1	75,9	78,4	78,9	79,2	79,6	79,9	80,5	81,0	81,5
6300	64,3	68,3	70,9	71,4	71,7	72,2	72,5	73,2	73,7	74,2
8000	52,9	56,9	59,6	60,2	60,5	61,0	61,4	62,1	62,6	63,0
10000	39,0	43,0	45,7	46,3	46,7	47,2	47,6	48,3	48,7	49,2

Tab. 53: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,0	56,5	56,4	56,1	56,0	55,9	55,8	55,8	55,7
25	62,2	62,7	62,6	62,3	62,1	62,1	62,0	61,9	61,9
31,5	67,7	68,2	68,1	67,8	67,6	67,6	67,5	67,4	67,4
40	72,5	73,0	72,9	72,6	72,4	72,4	72,3	72,2	72,2
50	76,7	77,1	77,0	76,7	76,6	76,5	76,4	76,4	76,3
63	80,2	80,7	80,5	80,3	80,1	80,0	79,9	79,9	79,9
80	83,2	83,7	83,5	83,3	83,1	83,0	82,9	82,9	82,8
100	85,4	85,9	85,7	85,4	85,2	85,1	85,0	85,0	85,0
125	86,6	86,9	86,7	86,4	86,2	86,1	86,0	85,9	85,9
160	87,3	87,6	87,4	87,0	86,8	86,6	86,6	86,5	86,5
200	88,2	88,4	88,2	87,8	87,5	87,3	87,2	87,2	87,2
250	89,3	89,5	89,2	88,8	88,5	88,3	88,3	88,2	88,2
315	90,3	90,5	90,1	89,7	89,4	89,2	89,1	89,1	89,1
400	91,1	91,3	91,0	90,5	90,2	90,1	90,0	90,0	90,0
500	91,6	91,9	91,6	91,2	91,0	90,8	90,8	90,8	90,8
630	91,9	92,3	92,1	91,8	91,6	91,6	91,6	91,6	91,7
800	92,2	92,6	92,6	92,4	92,3	92,3	92,4	92,5	92,7
1000	92,7	93,2	93,2	93,1	93,2	93,3	93,5	93,6	93,8
1250	93,4	94,0	94,0	94,1	94,2	94,5	94,6	94,8	94,9
1600	93,9	94,5	94,7	94,9	95,2	95,4	95,5	95,6	95,6
2000	93,3	94,1	94,3	94,7	95,0	95,1	95,1	95,0	94,9
2500	92,1	92,9	93,2	93,7	93,8	93,7	93,5	93,3	93,2
3150	90,2	91,2	91,5	91,8	91,6	91,3	91,0	90,9	90,7
4000	87,2	88,2	88,5	88,3	87,8	87,5	87,3	87,1	86,9
5000	82,5	83,5	83,5	83,0	82,5	82,2	81,9	81,7	81,5
6300	75,1	75,9	75,7	75,1	74,5	74,1	73,8	73,6	73,4
8000	63,9	64,5	64,3	63,6	62,9	62,6	62,2	61,9	61,7
10000	50,0	50,6	50,3	49,5	48,8	48,4	48,0	47,7	47,4

5.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 54: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	50,1	52,4	53,8	54,3	54,7	55,1	55,5	55,7	55,8	56,0
25	55,9	58,4	59,9	60,4	60,8	61,3	61,6	61,9	62,0	62,2
31,5	61,0	63,6	65,3	65,8	66,2	66,7	67,1	67,3	67,4	67,6
40	65,5	68,2	69,9	70,5	70,9	71,4	71,8	72,1	72,2	72,4
50	69,3	72,1	73,9	74,5	74,9	75,4	75,9	76,1	76,3	76,5
63	72,6	75,5	77,4	78,0	78,4	78,9	79,4	79,6	79,8	80,0
80	75,4	78,4	80,3	80,9	81,3	81,9	82,3	82,6	82,8	83,0
100	77,4	80,5	82,4	83,1	83,5	84,1	84,5	84,8	85,0	85,2
125	78,5	81,6	83,5	84,2	84,7	85,3	85,7	86,0	86,1	86,3
160	79,3	82,3	84,4	85,0	85,5	86,1	86,6	86,9	87,0	87,1
200	80,1	83,2	85,2	85,9	86,4	87,1	87,5	87,8	87,9	88,0
250	81,2	84,3	86,4	87,1	87,6	88,2	88,7	88,9	89,0	89,2
315	82,1	85,3	87,3	88,0	88,6	89,2	89,7	89,9	90,0	90,1
400	82,7	86,0	88,1	88,8	89,3	90,0	90,5	90,7	90,8	90,9
500	83,0	86,3	88,5	89,2	89,7	90,4	90,9	91,1	91,2	91,4
630	83,0	86,5	88,7	89,4	89,9	90,5	91,1	91,3	91,4	91,6
800	83,2	86,6	88,9	89,5	90,0	90,7	91,2	91,4	91,6	91,8
1000	83,6	87,1	89,3	89,9	90,4	91,1	91,5	91,8	92,0	92,2
1250	84,2	87,7	89,9	90,5	91,0	91,6	92,1	92,4	92,6	92,8
1600	84,5	88,1	90,3	90,9	91,3	91,9	92,4	92,7	92,9	93,2
2000	83,9	87,4	89,7	90,2	90,7	91,2	91,7	92,1	92,3	92,6
2500	82,4	86,1	88,3	88,8	89,2	89,7	90,2	90,6	90,9	91,3
3150	80,3	84,0	86,2	86,7	87,0	87,5	88,0	88,5	88,8	89,2
4000	76,9	80,7	82,9	83,3	83,7	84,1	84,5	85,1	85,5	85,9
5000	71,8	75,6	77,9	78,4	78,7	79,1	79,5	80,1	80,6	81,1
6300	63,7	67,7	70,1	70,6	70,9	71,3	71,7	72,4	72,9	73,4
8000	51,8	55,8	58,3	58,8	59,2	59,7	60,1	60,8	61,2	61,7
10000	37,1	41,1	43,6	44,2	44,6	45,1	45,6	46,2	46,7	47,1

Tab. 55: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,2	56,6	56,4	56,2	56,0	56,0	55,9	55,9	55,8
25	62,5	62,8	62,6	62,4	62,2	62,2	62,1	62,0	62,0
31,5	68,0	68,3	68,1	67,9	67,7	67,6	67,6	67,5	67,5
40	72,7	73,0	72,9	72,7	72,5	72,4	72,4	72,3	72,3
50	76,9	77,2	77,1	76,8	76,6	76,6	76,5	76,4	76,4
63	80,4	80,7	80,6	80,3	80,2	80,1	80,0	80,0	79,9
80	83,4	83,7	83,6	83,3	83,2	83,1	83,0	83,0	82,9
100	85,6	85,9	85,8	85,5	85,3	85,2	85,1	85,1	85,1
125	86,8	87,0	86,8	86,4	86,2	86,1	86,1	86,0	86,0
160	87,5	87,7	87,5	87,1	86,8	86,7	86,6	86,6	86,6
200	88,4	88,5	88,2	87,8	87,5	87,4	87,3	87,3	87,3
250	89,5	89,5	89,3	88,8	88,5	88,4	88,3	88,3	88,3
315	90,5	90,5	90,2	89,7	89,4	89,3	89,2	89,2	89,2
400	91,3	91,3	91,0	90,5	90,2	90,2	90,1	90,0	90,0
500	91,8	91,9	91,6	91,2	91,0	90,9	90,8	90,8	90,9
630	92,1	92,3	92,1	91,8	91,6	91,7	91,6	91,7	91,8
800	92,4	92,7	92,6	92,4	92,3	92,4	92,5	92,6	92,7
1000	92,9	93,2	93,3	93,2	93,2	93,4	93,6	93,7	93,9
1250	93,5	94,0	94,1	94,1	94,3	94,5	94,7	94,8	94,9
1600	94,0	94,5	94,7	94,9	95,2	95,5	95,5	95,6	95,6
2000	93,5	94,1	94,3	94,8	95,0	95,1	95,0	94,9	94,8
2500	92,2	92,9	93,2	93,7	93,7	93,6	93,4	93,2	93,1
3150	90,2	91,0	91,4	91,6	91,3	91,1	90,8	90,7	90,5
4000	87,1	87,9	88,2	87,9	87,5	87,2	86,9	86,7	86,6
5000	82,2	83,0	83,0	82,4	81,9	81,6	81,3	81,1	80,9
6300	74,5	75,0	74,8	74,1	73,6	73,2	73,0	72,7	72,5
8000	62,7	63,1	62,9	62,1	61,5	61,1	60,8	60,5	60,3
10000	48,1	48,5	48,2	47,3	46,7	46,2	45,8	45,5	45,3

6 Betriebsmodus 4000 kW s

6.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 56: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	51,3	52,6	53,8	54,8	55,5	55,7	55,9	56,1	56,4	56,7	56,9
25	57,2	58,6	59,9	61,0	61,7	61,9	62,2	62,4	62,7	63,0	63,1
31,5	62,4	63,9	65,3	66,5	67,1	67,4	67,7	67,9	68,2	68,5	68,7
40	66,9	68,5	70,0	71,2	71,9	72,2	72,5	72,7	73,0	73,4	73,5
50	70,8	72,5	74,0	75,3	76,0	76,3	76,6	76,9	77,2	77,5	77,7
63	74,1	75,8	77,4	78,8	79,5	79,8	80,2	80,4	80,8	81,1	81,3
80	77,0	78,7	80,4	81,8	82,5	82,8	83,2	83,4	83,8	84,2	84,3
100	79,1	80,9	82,5	83,9	84,7	85,0	85,4	85,7	86,1	86,4	86,6
125	80,2	81,9	83,6	85,1	85,8	86,2	86,6	86,8	87,2	87,6	87,8
160	81,0	82,7	84,4	85,8	86,6	87,0	87,4	87,7	88,1	88,5	88,6
200	81,8	83,6	85,3	86,7	87,5	87,9	88,3	88,6	89,0	89,4	89,5
250	82,9	84,7	86,5	87,9	88,7	89,1	89,5	89,8	90,2	90,6	90,8
315	83,9	85,7	87,5	88,9	89,7	90,1	90,5	90,8	91,3	91,7	91,8
400	84,6	86,5	88,3	89,8	90,6	90,9	91,4	91,7	92,1	92,5	92,6
500	84,9	86,9	88,8	90,3	91,1	91,5	91,9	92,2	92,7	93,1	93,2
630	85,0	87,0	89,0	90,5	91,4	91,7	92,1	92,5	92,9	93,3	93,5
800	85,2	87,2	89,2	90,8	91,6	91,9	92,4	92,7	93,1	93,5	93,7
1000	85,7	87,7	89,7	91,3	92,1	92,4	92,8	93,1	93,5	93,9	94,1
1250	86,3	88,3	90,3	92,0	92,8	93,1	93,4	93,7	94,1	94,5	94,7
1600	86,7	88,8	90,7	92,4	93,2	93,5	93,9	94,2	94,6	95,0	95,2
2000	86,2	88,3	90,2	91,9	92,7	93,0	93,4	93,6	94,0	94,4	94,7
2500	84,9	87,0	89,0	90,7	91,5	91,8	92,1	92,4	92,7	93,2	93,4
3150	83,0	85,2	87,2	88,9	89,7	89,9	90,2	90,5	90,8	91,3	91,6
4000	80,1	82,2	84,3	86,0	86,8	87,0	87,3	87,5	87,8	88,3	88,6
5000	75,5	77,8	79,8	81,6	82,4	82,6	82,9	83,1	83,4	83,9	84,3
6300	68,4	70,7	72,8	74,7	75,5	75,8	76,1	76,3	76,6	77,1	77,5
8000	57,8	60,2	62,4	64,3	65,2	65,5	65,8	66,1	66,5	66,9	67,4
10000	45,1	47,5	49,7	51,6	52,5	52,8	53,2	53,5	53,9	54,4	54,8

Tab. 57: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	57,1	57,4	57,5	57,4	57,3	57,2	57,0	56,9	56,9	56,8
25	63,4	63,6	63,7	63,7	63,6	63,4	63,3	63,2	63,1	63,1
31,5	68,9	69,2	69,3	69,3	69,2	69,0	68,9	68,8	68,7	68,6
40	73,8	74,0	74,2	74,2	74,1	73,9	73,7	73,6	73,6	73,5
50	78,0	78,2	78,4	78,4	78,3	78,1	77,9	77,9	77,8	77,7
63	81,5	81,8	82,0	82,0	81,9	81,7	81,6	81,5	81,4	81,3
80	84,6	84,9	85,1	85,1	84,9	84,8	84,6	84,5	84,4	84,4
100	86,8	87,1	87,4	87,3	87,2	87,0	86,8	86,7	86,6	86,5
125	88,0	88,3	88,5	88,4	88,2	88,0	87,8	87,6	87,6	87,5
160	88,9	89,1	89,3	89,1	88,9	88,7	88,4	88,2	88,1	88,1
200	89,8	90,0	90,1	89,9	89,7	89,4	89,1	89,0	88,8	88,8
250	91,0	91,2	91,3	91,0	90,9	90,5	90,2	90,0	89,9	89,8
315	92,0	92,2	92,3	92,0	91,8	91,5	91,1	91,0	90,8	90,8
400	92,9	93,1	93,1	92,9	92,7	92,4	92,0	91,9	91,7	91,7
500	93,4	93,6	93,8	93,6	93,4	93,1	92,8	92,6	92,5	92,5
630	93,7	94,0	94,2	94,1	94,0	93,7	93,5	93,4	93,3	93,3
800	94,0	94,2	94,6	94,5	94,5	94,3	94,1	94,1	94,1	94,2
1000	94,4	94,7	95,1	95,1	95,1	95,1	95,0	95,0	95,1	95,2
1250	95,1	95,4	95,8	95,9	95,9	95,9	96,0	96,1	96,3	96,4
1600	95,5	95,9	96,4	96,5	96,6	96,7	96,9	97,1	97,3	97,4
2000	95,0	95,4	96,0	96,1	96,2	96,5	96,9	97,1	97,2	97,2
2500	93,8	94,2	94,9	95,1	95,2	95,6	96,0	96,0	95,9	95,8
3150	92,0	92,4	93,2	93,4	93,7	94,1	94,1	93,9	93,7	93,6
4000	89,1	89,5	90,4	90,7	90,9	91,0	90,7	90,4	90,2	90,0
5000	84,8	85,3	86,2	86,4	86,4	86,2	85,7	85,4	85,2	85,0
6300	78,0	78,5	79,3	79,4	79,2	78,8	78,2	77,9	77,7	77,5
8000	67,8	68,3	68,9	68,9	68,7	68,2	67,6	67,2	67,0	66,7
10000	55,2	55,6	56,2	56,2	55,9	55,4	54,8	54,4	54,1	53,8

6.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 58: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,9	50,5	52,3	53,9	55,0	55,3	55,7	56,1	56,4	56,7
25	53,6	56,4	58,4	60,1	61,2	61,5	61,9	62,3	62,7	62,9
31,5	58,7	61,6	63,7	65,5	66,7	67,0	67,4	67,8	68,2	68,5
40	63,0	66,0	68,3	70,2	71,4	71,8	72,2	72,7	73,0	73,3
50	66,8	69,9	72,3	74,3	75,5	75,9	76,4	76,8	77,2	77,5
63	70,0	73,2	75,7	77,7	79,1	79,5	79,9	80,4	80,8	81,1
80	72,8	76,1	78,6	80,7	82,0	82,5	82,9	83,4	83,9	84,2
100	74,9	78,2	80,7	82,9	84,2	84,7	85,2	85,7	86,1	86,4
125	76,0	79,3	81,8	84,0	85,4	85,9	86,4	86,9	87,3	87,6
160	76,8	80,1	82,6	84,8	86,2	86,7	87,2	87,7	88,2	88,5
200	77,6	81,0	83,5	85,7	87,1	87,6	88,2	88,7	89,1	89,4
250	78,8	82,1	84,7	86,9	88,3	88,9	89,4	89,9	90,3	90,6
315	79,6	83,1	85,7	87,9	89,4	89,9	90,4	91,0	91,4	91,6
400	80,2	83,8	86,5	88,8	90,2	90,8	91,3	91,9	92,3	92,5
500	80,4	84,1	86,9	89,3	90,8	91,3	91,9	92,4	92,8	93,1
630	80,5	84,2	87,1	89,6	91,1	91,6	92,1	92,7	93,1	93,4
800	80,7	84,5	87,3	89,9	91,4	91,9	92,4	92,9	93,4	93,7
1000	81,2	85,0	87,9	90,4	91,9	92,4	92,9	93,4	93,9	94,2
1250	81,8	85,6	88,6	91,1	92,6	93,1	93,6	94,1	94,6	94,9
1600	82,3	86,1	89,1	91,7	93,2	93,6	94,1	94,6	95,1	95,5
2000	81,8	85,7	88,7	91,3	92,8	93,3	93,7	94,3	94,8	95,2
2500	80,8	84,7	87,7	90,3	91,8	92,2	92,7	93,2	93,7	94,2
3150	79,2	83,2	86,3	88,9	90,4	90,8	91,2	91,7	92,2	92,7
4000	76,7	80,8	84,0	86,6	88,1	88,4	88,8	89,3	89,9	90,4
5000	72,9	77,2	80,4	83,1	84,6	85,0	85,4	85,8	86,4	87,0
6300	67,1	71,4	74,8	77,6	79,2	79,6	80,0	80,5	81,1	81,7
8000	58,9	63,2	66,6	69,5	71,2	71,7	72,1	72,6	73,3	73,9
10000	49,5	53,8	57,2	60,2	61,9	62,4	62,8	63,4	64,0	64,6

Tab. 59: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,9	56,9	56,8	56,6	56,4	56,3	56,3	56,2	56,2
25	63,2	63,2	63,1	62,9	62,7	62,6	62,5	62,5	62,5
31,5	68,8	68,8	68,7	68,4	68,3	68,2	68,1	68,1	68,1
40	73,6	73,7	73,5	73,3	73,1	73,0	73,0	72,9	72,9
50	77,8	77,9	77,8	77,5	77,3	77,2	77,2	77,2	77,2
63	81,4	81,5	81,4	81,1	81,0	80,9	80,8	80,8	80,8
80	84,5	84,6	84,4	84,2	84,0	83,9	83,9	83,8	83,8
100	86,7	86,8	86,7	86,4	86,2	86,1	86,0	86,0	86,0
125	87,9	87,9	87,7	87,4	87,2	87,1	87,0	87,0	86,9
160	88,7	88,7	88,4	88,1	87,8	87,7	87,6	87,5	87,5
200	89,7	89,5	89,2	88,8	88,5	88,4	88,3	88,2	88,2
250	90,8	90,7	90,4	89,9	89,6	89,5	89,4	89,3	89,3
315	91,9	91,7	91,4	90,9	90,5	90,4	90,3	90,3	90,3
400	92,8	92,6	92,3	91,8	91,5	91,3	91,3	91,2	91,2
500	93,4	93,3	93,0	92,6	92,3	92,2	92,1	92,1	92,1
630	93,8	93,8	93,6	93,3	93,0	93,0	93,0	93,0	93,1
800	94,1	94,3	94,2	93,9	93,8	93,9	93,9	94,0	94,1
1000	94,7	94,9	94,9	94,8	94,8	94,9	95,1	95,2	95,3
1250	95,4	95,7	95,8	95,8	95,9	96,1	96,3	96,5	96,6
1600	96,0	96,4	96,5	96,7	97,0	97,3	97,4	97,5	97,5
2000	95,7	96,2	96,4	96,8	97,1	97,2	97,2	97,2	97,2
2500	94,8	95,3	95,6	96,1	96,3	96,2	96,1	95,9	95,8
3150	93,4	94,1	94,4	94,8	94,6	94,4	94,2	94,0	93,8
4000	91,2	92,0	92,2	92,2	91,8	91,5	91,2	91,1	90,9
5000	87,8	88,6	88,6	88,1	87,6	87,3	87,1	86,9	86,7
6300	82,4	83,0	82,9	82,2	81,6	81,3	81,0	80,8	80,6
8000	74,5	74,9	74,6	73,9	73,3	72,9	72,6	72,3	72,1
10000	65,2	65,5	65,2	64,4	63,7	63,3	63,0	62,7	62,4

6.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 60: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,4	51,0	52,8	54,4	55,2	55,5	55,9	56,3	56,6	56,9
25	54,2	56,9	58,8	60,5	61,4	61,8	62,1	62,5	62,8	63,2
31,5	59,2	62,1	64,2	66,0	66,9	67,3	67,7	68,1	68,4	68,7
40	63,6	66,6	68,8	70,7	71,7	72,1	72,5	72,9	73,2	73,6
50	67,3	70,5	72,8	74,8	75,8	76,2	76,6	77,1	77,4	77,8
63	70,6	73,8	76,2	78,3	79,3	79,7	80,2	80,7	81,0	81,4
80	73,4	76,7	79,1	81,2	82,3	82,7	83,2	83,7	84,0	84,4
100	75,5	78,8	81,2	83,4	84,5	85,0	85,4	85,9	86,3	86,7
125	76,6	79,9	82,4	84,5	85,6	86,1	86,6	87,2	87,5	87,8
160	77,4	80,7	83,2	85,4	86,5	87,0	87,5	88,0	88,3	88,7
200	78,3	81,5	84,1	86,2	87,4	87,9	88,4	89,0	89,3	89,6
250	79,4	82,7	85,2	87,4	88,6	89,1	89,6	90,2	90,5	90,8
315	80,3	83,6	86,2	88,5	89,6	90,1	90,7	91,3	91,5	91,8
400	80,8	84,3	87,0	89,3	90,5	91,0	91,6	92,2	92,4	92,7
500	81,1	84,7	87,5	89,9	91,0	91,6	92,1	92,7	93,0	93,3
630	81,1	84,8	87,7	90,1	91,3	91,8	92,4	93,0	93,3	93,6
800	81,3	85,0	87,9	90,4	91,6	92,1	92,6	93,2	93,5	93,9
1000	81,8	85,6	88,4	90,9	92,1	92,6	93,1	93,7	94,0	94,4
1250	82,4	86,2	89,1	91,6	92,8	93,2	93,7	94,3	94,7	95,1
1600	82,8	86,7	89,6	92,2	93,3	93,8	94,2	94,8	95,2	95,7
2000	82,4	86,3	89,2	91,8	92,9	93,3	93,8	94,3	94,8	95,3
2500	81,2	85,2	88,1	90,7	91,8	92,3	92,7	93,2	93,7	94,3
3150	79,6	83,6	86,5	89,2	90,3	90,7	91,1	91,6	92,1	92,7
4000	76,9	81,0	84,0	86,7	87,8	88,1	88,5	89,0	89,6	90,3
5000	72,9	77,1	80,2	83,0	84,1	84,4	84,8	85,3	85,9	86,6
6300	66,6	71,0	74,2	77,0	78,2	78,6	79,0	79,5	80,2	80,8
8000	57,7	62,1	65,4	68,3	69,5	70,0	70,4	71,0	71,6	72,3
10000	47,3	51,7	55,0	57,9	59,2	59,7	60,2	60,8	61,4	62,0

Tab. 61: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,1	57,1	56,9	56,6	56,5	56,5	56,4	56,4	56,4
25	63,4	63,3	63,2	62,9	62,8	62,7	62,7	62,7	62,6
31,5	69,0	68,9	68,7	68,5	68,4	68,3	68,2	68,2	68,2
40	73,9	73,8	73,6	73,4	73,3	73,2	73,1	73,1	73,1
50	78,1	78,0	77,8	77,6	77,5	77,4	77,3	77,3	77,3
63	81,7	81,6	81,4	81,2	81,1	81,0	80,9	80,9	80,9
80	84,8	84,7	84,5	84,2	84,1	84,0	84,0	84,0	84,0
100	87,0	86,9	86,7	86,4	86,3	86,2	86,1	86,1	86,1
125	88,1	88,0	87,8	87,4	87,3	87,2	87,1	87,1	87,1
160	88,9	88,7	88,4	88,0	87,9	87,8	87,7	87,7	87,7
200	89,8	89,6	89,2	88,8	88,6	88,5	88,4	88,4	88,4
250	91,0	90,7	90,3	89,9	89,7	89,6	89,5	89,4	89,4
315	92,0	91,7	91,3	90,8	90,6	90,5	90,4	90,4	90,4
400	92,9	92,6	92,2	91,7	91,5	91,4	91,4	91,3	91,3
500	93,5	93,3	92,9	92,5	92,3	92,3	92,2	92,2	92,2
630	94,0	93,8	93,6	93,2	93,1	93,1	93,1	93,1	93,2
800	94,3	94,3	94,2	93,9	93,9	94,0	94,1	94,1	94,2
1000	94,9	95,0	94,9	94,8	94,9	95,1	95,2	95,3	95,5
1250	95,7	95,8	95,8	95,9	96,1	96,3	96,4	96,6	96,7
1600	96,3	96,5	96,6	96,9	97,2	97,4	97,5	97,5	97,6
2000	96,0	96,2	96,5	97,0	97,2	97,2	97,2	97,2	97,1
2500	95,0	95,3	95,7	96,2	96,2	96,1	95,9	95,8	95,6
3150	93,6	94,0	94,4	94,5	94,3	94,1	93,9	93,7	93,6
4000	91,2	91,7	91,9	91,6	91,2	91,0	90,7	90,6	90,5
5000	87,6	88,0	87,8	87,2	86,8	86,5	86,3	86,1	86,0
6300	81,8	81,9	81,5	80,8	80,4	80,1	79,8	79,6	79,4
8000	73,0	73,1	72,6	71,8	71,3	71,0	70,7	70,5	70,3
10000	62,7	62,7	62,2	61,3	60,8	60,4	60,0	59,8	59,5

6.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 62: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,9	51,3	53,2	54,7	55,3	55,8	56,1	56,5	56,8	57,1
25	54,7	57,3	59,3	60,9	61,6	62,0	62,3	62,8	63,1	63,4
31,5	59,8	62,5	64,6	66,3	67,0	67,5	67,9	68,3	68,6	69,0
40	64,1	67,0	69,3	71,1	71,8	72,3	72,7	73,2	73,5	73,8
50	67,9	70,9	73,3	75,2	75,9	76,4	76,8	77,3	77,6	78,0
63	71,2	74,3	76,7	78,7	79,5	80,0	80,4	80,9	81,2	81,6
80	74,0	77,1	79,6	81,6	82,5	83,0	83,4	84,0	84,3	84,7
100	76,0	79,2	81,7	83,8	84,7	85,2	85,7	86,2	86,5	86,9
125	77,1	80,3	82,9	85,0	85,8	86,4	86,9	87,4	87,7	88,1
160	77,9	81,1	83,7	85,8	86,7	87,2	87,7	88,3	88,6	88,9
200	78,8	82,0	84,5	86,7	87,6	88,2	88,7	89,2	89,5	89,8
250	79,9	83,1	85,7	87,8	88,8	89,4	89,9	90,5	90,7	91,0
315	80,8	84,1	86,7	88,9	89,8	90,4	90,9	91,5	91,7	92,0
400	81,4	84,8	87,5	89,7	90,7	91,3	91,8	92,4	92,6	92,9
500	81,6	85,2	88,0	90,3	91,2	91,8	92,3	92,9	93,2	93,5
630	81,7	85,3	88,2	90,5	91,5	92,1	92,6	93,2	93,5	93,8
800	81,9	85,5	88,4	90,8	91,7	92,3	92,8	93,4	93,7	94,1
1000	82,4	86,0	88,9	91,3	92,2	92,8	93,3	93,9	94,2	94,6
1250	82,9	86,6	89,5	92,0	92,9	93,4	93,9	94,5	94,8	95,3
1600	83,4	87,1	90,0	92,5	93,4	93,9	94,4	94,9	95,3	95,8
2000	82,8	86,6	89,6	92,1	92,9	93,4	93,9	94,4	94,9	95,4
2500	81,6	85,5	88,5	90,9	91,8	92,3	92,7	93,3	93,8	94,3
3150	79,9	83,7	86,8	89,3	90,1	90,5	90,9	91,5	92,0	92,6
4000	77,1	81,0	84,1	86,6	87,4	87,8	88,2	88,8	89,4	90,0
5000	72,8	76,8	80,0	82,6	83,4	83,8	84,2	84,8	85,4	86,1
6300	66,1	70,3	73,6	76,3	77,1	77,6	78,0	78,6	79,2	79,9
8000	56,5	60,7	64,1	66,8	67,8	68,3	68,7	69,3	70,0	70,6
10000	45,1	49,3	52,7	55,5	56,4	57,0	57,5	58,1	58,7	59,3

Tab. 63: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,3	57,2	56,9	56,7	56,6	56,6	56,5	56,5	56,5
25	63,6	63,5	63,2	63,0	62,9	62,9	62,8	62,8	62,8
31,5	69,1	69,0	68,8	68,6	68,5	68,4	68,4	68,4	68,3
40	74,0	73,9	73,7	73,5	73,4	73,3	73,3	73,2	73,2
50	78,3	78,1	77,9	77,7	77,6	77,5	77,5	77,4	77,4
63	81,9	81,7	81,5	81,3	81,2	81,1	81,1	81,0	81,0
80	84,9	84,8	84,6	84,3	84,2	84,2	84,1	84,1	84,1
100	87,2	87,0	86,7	86,5	86,4	86,3	86,3	86,3	86,2
125	88,3	88,1	87,8	87,5	87,4	87,3	87,3	87,2	87,2
160	89,0	88,8	88,4	88,1	87,9	87,9	87,8	87,8	87,8
200	89,9	89,6	89,2	88,8	88,6	88,6	88,5	88,5	88,5
250	91,1	90,7	90,3	89,9	89,7	89,6	89,6	89,6	89,5
315	92,0	91,7	91,3	90,9	90,7	90,6	90,5	90,5	90,5
400	92,9	92,6	92,2	91,8	91,6	91,5	91,4	91,4	91,4
500	93,6	93,3	92,9	92,6	92,4	92,3	92,3	92,3	92,3
630	94,1	93,9	93,6	93,3	93,2	93,2	93,2	93,3	93,3
800	94,5	94,4	94,2	94,0	94,0	94,1	94,2	94,3	94,4
1000	95,1	95,1	95,0	94,9	95,0	95,2	95,3	95,5	95,6
1250	95,8	95,9	95,9	96,0	96,2	96,4	96,6	96,7	96,8
1600	96,5	96,6	96,7	97,0	97,3	97,4	97,5	97,6	97,5
2000	96,1	96,3	96,6	97,0	97,2	97,2	97,2	97,1	97,0
2500	95,1	95,3	95,8	96,1	96,1	95,9	95,8	95,6	95,5
3150	93,6	93,9	94,3	94,2	94,0	93,8	93,6	93,4	93,3
4000	91,1	91,4	91,5	91,0	90,7	90,5	90,3	90,1	90,0
5000	87,2	87,3	87,0	86,4	86,0	85,8	85,6	85,4	85,2
6300	80,8	80,8	80,2	79,5	79,1	78,9	78,6	78,4	78,2
8000	71,3	71,2	70,5	69,8	69,4	69,1	68,8	68,5	68,3
10000	60,0	59,8	59,0	58,2	57,8	57,4	57,1	56,9	56,6

6.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 64: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,0	56,4	56,8	57,1	57,4
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,3	62,6	63,0	63,3	63,7
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,8	68,2	68,6	68,9	69,2
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,6	73,0	73,4	73,7	74,1
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,7	77,2	77,6	77,9	78,3
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,3	80,7	81,2	81,5	81,9
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,3	83,8	84,2	84,6	85,0
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,5	86,0	86,5	86,8	87,2
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,7	87,2	87,7	88,0	88,3
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,5	88,0	88,5	88,8	89,2
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,4	89,0	89,5	89,8	90,0
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,6	90,2	90,7	90,9	91,2
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,6	91,2	91,7	92,0	92,2
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,5	92,1	92,6	92,8	93,1
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,0	92,6	93,1	93,4	93,7
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,2	92,8	93,4	93,7	94,0
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,5	93,0	93,6	93,9	94,3
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	92,9	93,5	94,0	94,4	94,8
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,5	94,1	94,6	95,0	95,5
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,0	94,5	95,0	95,5	96,0
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,5	94,0	94,5	95,0	95,6
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,2	92,7	93,2	93,8	94,4
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,3	90,8	91,3	91,9	92,6
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,4	87,8	88,4	89,0	89,8
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,0	83,4	84,0	84,7	85,5
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,2	76,6	77,2	77,9	78,7
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	65,9	66,4	67,1	67,7	68,4
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,3	53,8	54,5	55,1	55,8

Tab. 65: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,4	57,3	57,1	56,9	56,8	56,8	56,7	56,7	56,7
25	63,7	63,6	63,4	63,2	63,1	63,0	63,0	63,0	62,9
31,5	69,3	69,2	68,9	68,8	68,7	68,6	68,6	68,5	68,5
40	74,1	74,0	73,8	73,6	73,5	73,5	73,4	73,4	73,4
50	78,4	78,3	78,0	77,9	77,7	77,7	77,7	77,6	77,6
63	82,0	81,9	81,6	81,5	81,3	81,3	81,3	81,2	81,2
80	85,0	84,9	84,7	84,5	84,4	84,3	84,3	84,3	84,2
100	87,3	87,1	86,9	86,7	86,6	86,5	86,5	86,4	86,4
125	88,4	88,2	87,9	87,7	87,5	87,5	87,4	87,4	87,4
160	89,1	88,9	88,5	88,3	88,1	88,0	88,0	88,0	88,0
200	90,0	89,7	89,2	89,0	88,8	88,7	88,7	88,7	88,7
250	91,1	90,8	90,3	90,0	89,8	89,8	89,7	89,7	89,7
315	92,1	91,7	91,2	91,0	90,8	90,7	90,7	90,6	90,7
400	92,9	92,6	92,1	91,9	91,7	91,6	91,6	91,5	91,6
500	93,6	93,3	92,9	92,7	92,5	92,5	92,4	92,4	92,5
630	94,1	93,9	93,6	93,4	93,3	93,3	93,3	93,4	93,5
800	94,5	94,4	94,2	94,1	94,1	94,2	94,3	94,4	94,5
1000	95,1	95,1	95,0	95,1	95,2	95,3	95,5	95,6	95,7
1250	95,9	96,0	96,0	96,2	96,4	96,5	96,7	96,8	96,9
1600	96,5	96,6	96,9	97,2	97,4	97,5	97,6	97,6	97,5
2000	96,1	96,3	96,8	97,1	97,1	97,1	97,1	97,0	96,9
2500	95,0	95,3	95,9	96,0	95,9	95,7	95,5	95,4	95,3
3150	93,3	93,8	94,1	93,9	93,6	93,4	93,2	93,1	92,9
4000	90,6	91,0	90,8	90,4	90,1	89,8	89,7	89,5	89,4
5000	86,3	86,4	85,8	85,4	85,0	84,8	84,6	84,4	84,2
6300	79,3	79,1	78,4	77,9	77,5	77,3	77,0	76,8	76,7
8000	68,8	68,6	67,8	67,2	66,8	66,5	66,2	66,0	65,8
10000	56,1	55,8	54,9	54,3	53,9	53,5	53,2	53,0	52,7

6.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 66: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,0	56,4	56,8	57,1	57,4
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,3	62,6	63,0	63,3	63,7
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,8	68,2	68,6	68,9	69,2
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,6	73,0	73,4	73,7	74,1
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,7	77,2	77,6	77,9	78,3
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,3	80,7	81,2	81,5	81,9
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,3	83,8	84,2	84,6	85,0
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,5	86,0	86,5	86,8	87,2
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,7	87,2	87,7	88,0	88,3
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,5	88,0	88,5	88,8	89,2
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,4	89,0	89,5	89,8	90,0
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,6	90,2	90,7	90,9	91,2
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,6	91,2	91,7	92,0	92,2
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,5	92,1	92,6	92,8	93,1
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,0	92,6	93,1	93,4	93,7
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,2	92,8	93,4	93,7	94,0
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,5	93,0	93,6	93,9	94,3
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	92,9	93,5	94,0	94,4	94,8
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,5	94,1	94,6	95,0	95,5
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,0	94,5	95,0	95,5	96,0
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,5	94,0	94,5	95,0	95,6
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,2	92,7	93,2	93,8	94,4
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,3	90,8	91,3	91,9	92,6
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,4	87,8	88,4	89,0	89,8
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,0	83,4	84,0	84,7	85,5
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,2	76,6	77,2	77,9	78,7
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	65,9	66,4	67,1	67,7	68,4
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,3	53,8	54,5	55,1	55,8

Tab. 67: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,4	57,3	57,1	56,9	56,8	56,8	56,7	56,7	56,7
25	63,7	63,6	63,4	63,2	63,1	63,0	63,0	63,0	62,9
31,5	69,3	69,2	68,9	68,8	68,7	68,6	68,6	68,5	68,5
40	74,1	74,0	73,8	73,6	73,5	73,5	73,4	73,4	73,4
50	78,4	78,3	78,0	77,9	77,7	77,7	77,7	77,6	77,6
63	82,0	81,9	81,6	81,5	81,3	81,3	81,3	81,2	81,2
80	85,0	84,9	84,7	84,5	84,4	84,3	84,3	84,3	84,2
100	87,3	87,1	86,9	86,7	86,6	86,5	86,5	86,4	86,4
125	88,4	88,2	87,9	87,7	87,5	87,5	87,4	87,4	87,4
160	89,1	88,9	88,5	88,3	88,1	88,0	88,0	88,0	88,0
200	90,0	89,7	89,2	89,0	88,8	88,7	88,7	88,7	88,7
250	91,1	90,8	90,3	90,0	89,8	89,8	89,7	89,7	89,7
315	92,1	91,7	91,2	91,0	90,8	90,7	90,7	90,6	90,7
400	92,9	92,6	92,1	91,9	91,7	91,6	91,6	91,5	91,6
500	93,6	93,3	92,9	92,7	92,5	92,5	92,4	92,4	92,5
630	94,1	93,9	93,6	93,4	93,3	93,3	93,3	93,4	93,5
800	94,5	94,4	94,2	94,1	94,1	94,2	94,3	94,4	94,5
1000	95,1	95,1	95,0	95,1	95,2	95,3	95,5	95,6	95,7
1250	95,9	96,0	96,0	96,2	96,4	96,5	96,7	96,8	96,9
1600	96,5	96,6	96,9	97,2	97,4	97,5	97,6	97,6	97,5
2000	96,1	96,3	96,8	97,1	97,1	97,1	97,1	97,0	96,9
2500	95,0	95,3	95,9	96,0	95,9	95,7	95,5	95,4	95,3
3150	93,3	93,8	94,1	93,9	93,6	93,4	93,2	93,1	92,9
4000	90,6	91,0	90,8	90,4	90,1	89,8	89,7	89,5	89,4
5000	86,3	86,4	85,8	85,4	85,0	84,8	84,6	84,4	84,2
6300	79,3	79,1	78,4	77,9	77,5	77,3	77,0	76,8	76,7
8000	68,8	68,6	67,8	67,2	66,8	66,5	66,2	66,0	65,8
10000	56,1	55,8	54,9	54,3	53,9	53,5	53,2	53,0	52,7

6.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 68: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,0	56,4	56,8	57,1	57,4
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,3	62,6	63,0	63,3	63,7
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,8	68,2	68,6	68,9	69,2
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,6	73,0	73,4	73,7	74,1
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,7	77,2	77,6	77,9	78,3
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,3	80,7	81,2	81,5	81,9
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,3	83,8	84,2	84,6	85,0
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,5	86,0	86,5	86,8	87,2
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,7	87,2	87,7	88,0	88,3
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,5	88,0	88,5	88,8	89,2
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,4	89,0	89,5	89,8	90,0
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,6	90,2	90,7	90,9	91,2
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,6	91,2	91,7	92,0	92,2
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,5	92,1	92,6	92,8	93,1
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,0	92,6	93,1	93,4	93,7
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,2	92,8	93,4	93,7	94,0
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,5	93,0	93,6	93,9	94,3
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	92,9	93,5	94,0	94,4	94,8
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,5	94,1	94,6	95,0	95,5
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,0	94,5	95,0	95,5	96,0
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,5	94,0	94,5	95,0	95,6
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,2	92,7	93,2	93,8	94,4
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,3	90,8	91,3	91,9	92,6
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,4	87,8	88,4	89,0	89,8
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,0	83,4	84,0	84,7	85,5
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,2	76,6	77,2	77,9	78,7
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	65,9	66,4	67,1	67,7	68,4
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,3	53,8	54,5	55,1	55,8

Tab. 69: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,4	57,3	57,1	56,9	56,8	56,8	56,7	56,7	56,7
25	63,7	63,6	63,4	63,2	63,1	63,0	63,0	63,0	62,9
31,5	69,3	69,2	68,9	68,8	68,7	68,6	68,6	68,5	68,5
40	74,1	74,0	73,8	73,6	73,5	73,5	73,4	73,4	73,4
50	78,4	78,3	78,0	77,9	77,7	77,7	77,7	77,6	77,6
63	82,0	81,9	81,6	81,5	81,3	81,3	81,3	81,2	81,2
80	85,0	84,9	84,7	84,5	84,4	84,3	84,3	84,3	84,2
100	87,3	87,1	86,9	86,7	86,6	86,5	86,5	86,4	86,4
125	88,4	88,2	87,9	87,7	87,5	87,5	87,4	87,4	87,4
160	89,1	88,9	88,5	88,3	88,1	88,0	88,0	88,0	88,0
200	90,0	89,7	89,2	89,0	88,8	88,7	88,7	88,7	88,7
250	91,1	90,8	90,3	90,0	89,8	89,8	89,7	89,7	89,7
315	92,1	91,7	91,2	91,0	90,8	90,7	90,7	90,6	90,7
400	92,9	92,6	92,1	91,9	91,7	91,6	91,6	91,5	91,6
500	93,6	93,3	92,9	92,7	92,5	92,5	92,4	92,4	92,5
630	94,1	93,9	93,6	93,4	93,3	93,3	93,3	93,4	93,5
800	94,5	94,4	94,2	94,1	94,1	94,2	94,3	94,4	94,5
1000	95,1	95,1	95,0	95,1	95,2	95,3	95,5	95,6	95,7
1250	95,9	96,0	96,0	96,2	96,4	96,5	96,7	96,8	96,9
1600	96,5	96,6	96,9	97,2	97,4	97,5	97,6	97,6	97,5
2000	96,1	96,3	96,8	97,1	97,1	97,1	97,1	97,0	96,9
2500	95,0	95,3	95,9	96,0	95,9	95,7	95,5	95,4	95,3
3150	93,3	93,8	94,1	93,9	93,6	93,4	93,2	93,1	92,9
4000	90,6	91,0	90,8	90,4	90,1	89,8	89,7	89,5	89,4
5000	86,3	86,4	85,8	85,4	85,0	84,8	84,6	84,4	84,2
6300	79,3	79,1	78,4	77,9	77,5	77,3	77,0	76,8	76,7
8000	68,8	68,6	67,8	67,2	66,8	66,5	66,2	66,0	65,8
10000	56,1	55,8	54,9	54,3	53,9	53,5	53,2	53,0	52,7

6.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 70: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,9	52,1	54,1	55,3	55,8	56,2	56,6	57,0	57,3	57,6
25	55,7	58,1	60,2	61,5	62,0	62,5	62,9	63,3	63,6	63,9
31,5	60,8	63,4	65,6	67,0	67,5	68,0	68,4	68,8	69,1	69,5
40	65,2	67,9	70,2	71,8	72,3	72,8	73,2	73,7	74,0	74,3
50	69,0	71,9	74,3	75,9	76,4	76,9	77,4	77,8	78,2	78,5
63	72,3	75,2	77,7	79,4	80,0	80,5	81,0	81,4	81,7	82,1
80	75,1	78,1	80,6	82,3	83,0	83,5	84,0	84,4	84,8	85,2
100	77,2	80,2	82,8	84,5	85,2	85,7	86,2	86,7	87,0	87,4
125	78,3	81,3	83,9	85,7	86,3	86,9	87,4	87,9	88,2	88,6
160	79,1	82,1	84,7	86,5	87,2	87,7	88,3	88,7	89,0	89,4
200	79,9	83,0	85,6	87,3	88,1	88,6	89,2	89,6	89,9	90,2
250	81,0	84,1	86,7	88,5	89,2	89,8	90,4	90,8	91,1	91,4
315	81,9	85,0	87,7	89,5	90,3	90,8	91,4	91,8	92,1	92,4
400	82,5	85,8	88,5	90,4	91,1	91,7	92,3	92,7	93,0	93,2
500	82,7	86,1	89,0	90,9	91,6	92,2	92,8	93,2	93,5	93,9
630	82,8	86,3	89,2	91,1	91,9	92,4	93,0	93,5	93,8	94,2
800	83,0	86,4	89,4	91,4	92,1	92,6	93,2	93,7	94,0	94,5
1000	83,4	86,9	89,9	91,8	92,5	93,1	93,6	94,1	94,5	95,1
1250	84,0	87,5	90,5	92,4	93,1	93,6	94,2	94,7	95,1	95,7
1600	84,3	87,9	90,9	92,9	93,5	94,0	94,6	95,1	95,6	96,2
2000	83,7	87,3	90,3	92,3	92,9	93,5	94,0	94,5	95,0	95,7
2500	82,3	85,9	89,0	91,0	91,6	92,1	92,6	93,2	93,7	94,5
3150	80,3	83,9	87,0	89,0	89,6	90,1	90,6	91,2	91,7	92,6
4000	77,0	80,8	83,9	85,9	86,5	86,9	87,4	88,0	88,6	89,6
5000	72,1	75,9	79,2	81,2	81,8	82,2	82,6	83,3	84,0	85,0
6300	64,3	68,3	71,6	73,8	74,4	74,9	75,3	76,0	76,7	77,7
8000	52,9	56,9	60,4	62,6	63,3	63,8	64,3	65,0	65,6	66,5
10000	39,0	43,0	46,4	48,7	49,4	50,0	50,5	51,2	51,8	52,6

Tab. 71: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,6	57,4	57,2	57,0	57,0	56,9	56,9	56,9	56,9
25	63,9	63,7	63,5	63,3	63,2	63,2	63,2	63,1	63,1
31,5	69,4	69,3	69,0	68,9	68,8	68,8	68,7	68,7	68,7
40	74,3	74,2	73,9	73,8	73,7	73,6	73,6	73,6	73,6
50	78,5	78,4	78,1	78,0	77,9	77,9	77,8	77,8	77,8
63	82,1	82,0	81,7	81,6	81,5	81,5	81,4	81,4	81,4
80	85,2	85,0	84,8	84,6	84,5	84,5	84,4	84,4	84,4
100	87,4	87,2	86,9	86,8	86,7	86,7	86,6	86,6	86,6
125	88,5	88,3	87,9	87,8	87,7	87,6	87,6	87,6	87,6
160	89,2	88,9	88,5	88,3	88,2	88,2	88,1	88,2	88,2
200	90,0	89,7	89,2	89,0	88,9	88,8	88,8	88,8	88,8
250	91,1	90,8	90,3	90,1	90,0	89,9	89,8	89,9	89,9
315	92,1	91,7	91,2	91,0	90,9	90,8	90,8	90,8	90,8
400	93,0	92,6	92,1	91,9	91,8	91,7	91,7	91,7	91,7
500	93,6	93,3	92,9	92,7	92,6	92,5	92,5	92,6	92,6
630	94,1	93,9	93,6	93,5	93,4	93,4	93,4	93,5	93,6
800	94,6	94,4	94,2	94,2	94,3	94,3	94,4	94,6	94,7
1000	95,2	95,2	95,1	95,2	95,3	95,4	95,6	95,7	95,8
1250	96,0	96,0	96,1	96,3	96,5	96,6	96,8	96,9	96,9
1600	96,5	96,7	97,0	97,2	97,4	97,5	97,6	97,6	97,5
2000	96,1	96,4	96,9	97,1	97,1	97,1	97,0	96,9	96,8
2500	95,0	95,4	95,9	95,8	95,7	95,5	95,4	95,2	95,1
3150	93,2	93,7	93,8	93,5	93,3	93,1	92,9	92,7	92,6
4000	90,3	90,5	90,2	89,8	89,5	89,3	89,1	88,9	88,8
5000	85,6	85,5	84,8	84,4	84,1	83,9	83,7	83,5	83,4
6300	78,0	77,6	76,8	76,4	76,1	75,8	75,6	75,4	75,2
8000	66,6	66,2	65,3	64,8	64,5	64,2	63,9	63,7	63,5
10000	52,7	52,2	51,3	50,7	50,3	50,0	49,7	49,5	49,2

6.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 72: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	50,1	52,3	54,2	55,5	55,9	56,3	56,7	57,1	57,4	57,7
25	55,9	58,3	60,4	61,7	62,2	62,6	63,0	63,3	63,7	64,0
31,5	61,0	63,6	65,8	67,2	67,7	68,1	68,5	68,9	69,3	69,5
40	65,5	68,2	70,4	71,9	72,4	72,9	73,4	73,7	74,1	74,4
50	69,3	72,1	74,5	76,0	76,6	77,0	77,5	77,9	78,3	78,6
63	72,6	75,5	77,9	79,5	80,1	80,6	81,1	81,5	81,9	82,2
80	75,4	78,3	80,9	82,5	83,1	83,6	84,1	84,5	84,9	85,3
100	77,4	80,4	83,0	84,7	85,3	85,8	86,4	86,8	87,2	87,5
125	78,5	81,6	84,1	85,8	86,5	87,0	87,6	88,0	88,3	88,7
160	79,3	82,3	84,9	86,6	87,3	87,8	88,4	88,8	89,2	89,5
200	80,1	83,2	85,8	87,5	88,2	88,8	89,4	89,7	90,1	90,3
250	81,2	84,3	86,9	88,7	89,3	89,9	90,6	90,9	91,2	91,5
315	82,1	85,3	87,9	89,7	90,3	91,0	91,6	91,9	92,2	92,5
400	82,7	86,0	88,7	90,5	91,2	91,8	92,4	92,8	93,1	93,3
500	83,0	86,4	89,2	91,0	91,7	92,3	92,9	93,3	93,6	93,9
630	83,0	86,5	89,4	91,3	91,9	92,5	93,1	93,6	93,9	94,3
800	83,2	86,7	89,6	91,5	92,1	92,7	93,3	93,8	94,1	94,6
1000	83,6	87,1	90,0	92,0	92,6	93,1	93,7	94,2	94,6	95,2
1250	84,2	87,7	90,6	92,6	93,2	93,7	94,3	94,7	95,2	95,8
1600	84,5	88,0	91,0	93,0	93,6	94,1	94,6	95,1	95,6	96,3
2000	83,9	87,4	90,4	92,4	92,9	93,5	94,0	94,5	95,0	95,8
2500	82,4	86,0	89,1	91,0	91,6	92,1	92,6	93,1	93,7	94,5
3150	80,3	83,9	87,0	89,0	89,5	89,9	90,5	91,0	91,6	92,6
4000	76,9	80,6	83,8	85,7	86,2	86,6	87,1	87,7	88,4	89,4
5000	71,8	75,6	78,8	80,8	81,3	81,7	82,2	82,8	83,6	84,7
6300	63,7	67,6	71,0	73,1	73,6	74,0	74,5	75,2	76,0	76,9
8000	51,8	55,8	59,2	61,3	62,0	62,5	63,0	63,7	64,4	65,2
10000	37,1	41,1	44,5	46,7	47,4	47,9	48,5	49,1	49,8	50,6

Tab. 73: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,6	57,5	57,2	57,2	57,1	57,0	57,0	57,0	57,0
25	63,9	63,7	63,5	63,4	63,4	63,3	63,2	63,2	63,2
31,5	69,5	69,3	69,1	69,0	68,9	68,9	68,8	68,8	68,8
40	74,4	74,2	74,0	73,9	73,8	73,7	73,7	73,7	73,7
50	78,6	78,4	78,2	78,1	78,0	77,9	77,9	77,9	77,9
63	82,2	82,0	81,8	81,7	81,6	81,5	81,5	81,5	81,5
80	85,3	85,1	84,8	84,7	84,7	84,6	84,5	84,5	84,5
100	87,5	87,3	87,0	86,9	86,8	86,7	86,7	86,7	86,7
125	88,6	88,3	88,0	87,8	87,7	87,7	87,6	87,7	87,7
160	89,3	89,0	88,6	88,4	88,3	88,3	88,2	88,2	88,2
200	90,1	89,7	89,3	89,1	89,0	88,9	88,9	88,9	88,9
250	91,2	90,8	90,4	90,1	90,0	90,0	89,9	89,9	89,9
315	92,1	91,7	91,3	91,1	90,9	90,9	90,8	90,9	90,9
400	93,0	92,6	92,2	91,9	91,8	91,8	91,7	91,8	91,8
500	93,7	93,3	92,9	92,7	92,6	92,6	92,6	92,7	92,7
630	94,2	93,9	93,6	93,5	93,4	93,5	93,5	93,6	93,7
800	94,6	94,5	94,3	94,3	94,3	94,4	94,5	94,6	94,7
1000	95,2	95,2	95,1	95,2	95,4	95,5	95,6	95,8	95,9
1250	96,0	96,0	96,1	96,4	96,5	96,7	96,8	96,9	97,0
1600	96,5	96,7	97,0	97,3	97,5	97,5	97,6	97,6	97,5
2000	96,1	96,4	96,9	97,1	97,1	97,0	96,9	96,8	96,7
2500	94,9	95,4	95,8	95,7	95,6	95,4	95,2	95,1	95,0
3150	93,1	93,6	93,6	93,3	93,1	92,9	92,7	92,5	92,4
4000	90,0	90,2	89,8	89,5	89,2	89,0	88,8	88,6	88,5
5000	85,1	84,9	84,2	83,9	83,6	83,3	83,1	83,0	82,8
6300	77,1	76,6	75,9	75,5	75,2	75,0	74,7	74,5	74,4
8000	65,2	64,7	63,9	63,5	63,1	62,8	62,5	62,3	62,1
10000	50,6	49,9	49,1	48,6	48,2	47,8	47,5	47,3	47,1

7 Betriebsmodus 3500 kW s

7.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 74: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	51,3	52,6	53,8	54,8	55,5	55,7	55,9	56,1	56,4	56,7	57,2
25	57,2	58,6	59,9	61,0	61,7	61,9	62,2	62,4	62,7	63,0	63,4
31,5	62,4	63,9	65,3	66,5	67,1	67,4	67,7	67,9	68,2	68,5	69,0
40	66,9	68,5	70,0	71,2	71,9	72,2	72,5	72,7	73,0	73,4	73,8
50	70,8	72,5	74,0	75,3	76,0	76,3	76,6	76,9	77,2	77,5	78,0
63	74,1	75,8	77,4	78,8	79,5	79,8	80,2	80,4	80,8	81,1	81,6
80	77,0	78,7	80,4	81,8	82,5	82,8	83,2	83,4	83,8	84,2	84,6
100	79,1	80,9	82,5	83,9	84,7	85,0	85,4	85,7	86,1	86,4	86,9
125	80,2	81,9	83,6	85,1	85,8	86,2	86,6	86,8	87,2	87,6	88,1
160	81,0	82,7	84,4	85,8	86,6	87,0	87,4	87,7	88,1	88,5	88,9
200	81,8	83,6	85,3	86,7	87,5	87,9	88,3	88,6	89,0	89,4	89,8
250	82,9	84,7	86,5	87,9	88,7	89,1	89,5	89,8	90,2	90,6	91,1
315	83,9	85,7	87,5	88,9	89,7	90,1	90,5	90,8	91,3	91,7	92,1
400	84,6	86,5	88,3	89,8	90,6	90,9	91,4	91,7	92,1	92,5	92,9
500	84,9	86,9	88,8	90,3	91,1	91,5	91,9	92,2	92,7	93,1	93,5
630	85,0	87,0	89,0	90,5	91,4	91,7	92,1	92,5	92,9	93,3	93,8
800	85,2	87,2	89,2	90,8	91,6	91,9	92,4	92,7	93,1	93,5	94,0
1000	85,7	87,7	89,7	91,3	92,1	92,4	92,8	93,1	93,5	93,9	94,4
1250	86,3	88,3	90,3	92,0	92,8	93,1	93,4	93,7	94,1	94,5	95,0
1600	86,7	88,8	90,7	92,4	93,2	93,5	93,9	94,2	94,6	95,0	95,5
2000	86,2	88,3	90,2	91,9	92,7	93,0	93,4	93,6	94,0	94,4	95,0
2500	84,9	87,0	89,0	90,7	91,5	91,8	92,1	92,4	92,7	93,2	93,7
3150	83,0	85,2	87,2	88,9	89,7	89,9	90,2	90,5	90,8	91,3	91,9
4000	80,1	82,2	84,3	86,0	86,8	87,0	87,3	87,5	87,8	88,3	88,9
5000	75,5	77,8	79,8	81,6	82,4	82,6	82,9	83,1	83,4	83,9	84,6
6300	68,4	70,7	72,8	74,7	75,5	75,8	76,1	76,3	76,6	77,1	77,8
8000	57,8	60,2	62,4	64,3	65,2	65,5	65,8	66,1	66,5	66,9	67,7
10000	45,1	47,5	49,7	51,6	52,5	52,8	53,2	53,5	53,9	54,4	55,1

Tab. 75: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	57,2	57,2	57,1	57,0	56,8	56,7	56,6	56,5	56,5	56,5
25	63,5	63,5	63,4	63,3	63,0	62,9	62,9	62,8	62,8	62,8
31,5	69,1	69,0	68,9	68,8	68,6	68,5	68,4	68,4	68,3	68,3
40	74,0	73,9	73,8	73,7	73,4	73,3	73,3	73,2	73,2	73,2
50	78,2	78,1	78,0	77,9	77,6	77,5	77,5	77,4	77,4	77,4
63	81,8	81,7	81,6	81,5	81,2	81,1	81,1	81,0	81,0	80,9
80	84,8	84,7	84,6	84,5	84,3	84,2	84,1	84,0	84,0	84,0
100	87,1	87,0	86,9	86,7	86,5	86,3	86,3	86,2	86,2	86,1
125	88,2	88,1	87,9	87,7	87,5	87,3	87,2	87,1	87,1	87,1
160	89,0	88,8	88,6	88,4	88,1	87,9	87,8	87,7	87,7	87,7
200	89,9	89,6	89,4	89,2	88,8	88,6	88,5	88,4	88,4	88,3
250	91,0	90,8	90,5	90,3	89,9	89,7	89,6	89,5	89,5	89,4
315	92,0	91,7	91,5	91,2	90,9	90,7	90,5	90,4	90,4	90,3
400	92,9	92,6	92,4	92,1	91,7	91,5	91,4	91,3	91,3	91,2
500	93,5	93,3	93,1	92,8	92,5	92,3	92,2	92,2	92,1	92,1
630	93,9	93,7	93,6	93,4	93,2	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0
800	94,2	94,1	94,1	94,0	93,8	93,7	93,8	93,8	93,8	93,9
1000	94,7	94,7	94,7	94,7	94,6	94,7	94,7	94,8	94,9	95,0
1250	95,4	95,5	95,5	95,6	95,6	95,7	95,9	96,0	96,1	96,2
1600	96,0	96,1	96,2	96,3	96,4	96,7	96,9	97,0	97,0	97,1
2000	95,5	95,7	95,8	96,0	96,4	96,6	96,7	96,7	96,7	96,7
2500	94,4	94,6	94,8	95,0	95,5	95,5	95,5	95,4	95,3	95,2
3150	92,6	92,9	93,2	93,5	93,6	93,5	93,3	93,1	93,0	92,9
4000	89,8	90,2	90,4	90,6	90,3	90,0	89,8	89,6	89,4	89,3
5000	85,6	85,9	86,0	85,9	85,3	85,0	84,7	84,5	84,4	84,2
6300	78,7	78,9	78,8	78,6	77,9	77,5	77,3	77,0	76,8	76,7
8000	68,4	68,4	68,3	68,0	67,2	66,8	66,5	66,3	66,1	65,9
10000	55,7	55,7	55,6	55,2	54,4	54,0	53,6	53,3	53,1	52,9

7.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 76: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,9	50,5	52,3	53,9	55,0	55,3	55,7	56,1	56,6	56,7
25	53,6	56,4	58,4	60,1	61,2	61,5	61,9	62,3	62,8	63,0
31,5	58,7	61,6	63,7	65,5	66,7	67,0	67,4	67,8	68,4	68,6
40	63,0	66,0	68,3	70,2	71,4	71,8	72,2	72,7	73,2	73,4
50	66,8	69,9	72,3	74,3	75,5	75,9	76,4	76,8	77,4	77,7
63	70,0	73,2	75,7	77,7	79,1	79,5	79,9	80,4	81,0	81,3
80	72,8	76,1	78,6	80,7	82,0	82,5	82,9	83,4	84,0	84,3
100	74,9	78,2	80,7	82,9	84,2	84,7	85,2	85,7	86,3	86,6
125	76,0	79,3	81,8	84,0	85,4	85,9	86,4	86,9	87,5	87,7
160	76,8	80,1	82,6	84,8	86,2	86,7	87,2	87,7	88,3	88,6
200	77,6	81,0	83,5	85,7	87,1	87,6	88,2	88,7	89,3	89,5
250	78,8	82,1	84,7	86,9	88,3	88,9	89,4	89,9	90,5	90,7
315	79,6	83,1	85,7	87,9	89,4	89,9	90,4	91,0	91,5	91,7
400	80,2	83,8	86,5	88,8	90,2	90,8	91,3	91,9	92,4	92,6
500	80,4	84,1	86,9	89,3	90,8	91,3	91,9	92,4	93,0	93,2
630	80,5	84,2	87,1	89,6	91,1	91,6	92,1	92,7	93,3	93,6
800	80,7	84,5	87,3	89,9	91,4	91,9	92,4	92,9	93,5	94,0
1000	81,2	85,0	87,9	90,4	91,9	92,4	92,9	93,4	94,0	94,5
1250	81,8	85,6	88,6	91,1	92,6	93,1	93,6	94,1	94,7	95,3
1600	82,3	86,1	89,1	91,7	93,2	93,6	94,1	94,6	95,3	95,9
2000	81,8	85,7	88,7	91,3	92,8	93,3	93,7	94,3	94,9	95,6
2500	80,8	84,7	87,7	90,3	91,8	92,2	92,7	93,2	93,9	94,6
3150	79,2	83,2	86,3	88,9	90,4	90,8	91,2	91,7	92,4	93,3
4000	76,7	80,8	84,0	86,6	88,1	88,4	88,8	89,3	90,0	91,1
5000	72,9	77,2	80,4	83,1	84,6	85,0	85,4	85,8	86,6	87,7
6300	67,1	71,4	74,8	77,6	79,2	79,6	80,0	80,5	81,3	82,3
8000	58,9	63,2	66,6	69,5	71,2	71,7	72,1	72,6	73,4	74,4
10000	49,5	53,8	57,2	60,2	61,9	62,4	62,8	63,4	64,2	65,0

Tab. 77: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,6	56,5	56,3	56,1	56,1	56,0	56,0	56,0	55,9
25	62,9	62,8	62,5	62,4	62,3	62,3	62,3	62,2	62,2
31,5	68,5	68,3	68,1	67,9	67,9	67,8	67,8	67,8	67,8
40	73,4	73,2	72,9	72,8	72,7	72,7	72,7	72,6	72,6
50	77,6	77,4	77,1	77,0	76,9	76,9	76,9	76,8	76,8
63	81,2	81,0	80,7	80,6	80,5	80,5	80,5	80,4	80,4
80	84,2	84,0	83,8	83,6	83,6	83,5	83,5	83,4	83,4
100	86,4	86,2	86,0	85,8	85,7	85,7	85,6	85,6	85,6
125	87,5	87,3	87,0	86,8	86,7	86,6	86,6	86,6	86,6
160	88,3	88,0	87,6	87,4	87,3	87,2	87,2	87,2	87,2
200	89,1	88,8	88,4	88,1	88,0	87,9	87,9	87,9	87,9
250	90,3	89,9	89,5	89,2	89,1	89,0	89,0	89,0	89,0
315	91,3	90,9	90,4	90,2	90,0	90,0	89,9	89,9	89,9
400	92,2	91,8	91,3	91,1	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9
500	92,9	92,5	92,1	91,9	91,8	91,8	91,8	91,8	91,9
630	93,4	93,2	92,8	92,7	92,6	92,6	92,7	92,8	92,9
800	93,9	93,7	93,5	93,5	93,5	93,6	93,7	93,8	93,9
1000	94,5	94,5	94,4	94,5	94,6	94,7	94,9	95,0	95,1
1250	95,3	95,4	95,4	95,6	95,8	96,0	96,1	96,2	96,3
1600	96,0	96,2	96,4	96,7	96,9	97,0	97,1	97,1	97,1
2000	95,8	96,0	96,5	96,7	96,8	96,8	96,8	96,7	96,6
2500	95,0	95,3	95,8	95,8	95,7	95,6	95,5	95,3	95,2
3150	93,7	94,1	94,3	94,1	93,9	93,6	93,5	93,3	93,2
4000	91,6	91,9	91,6	91,2	90,9	90,7	90,6	90,4	90,3
5000	88,1	88,1	87,5	87,1	86,8	86,6	86,4	86,2	86,0
6300	82,5	82,3	81,5	81,0	80,7	80,5	80,3	80,1	79,9
8000	74,4	74,1	73,2	72,7	72,3	72,0	71,8	71,6	71,4
10000	65,0	64,6	63,7	63,1	62,7	62,4	62,1	61,9	61,6

7.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 78: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,4	51,0	52,8	54,4	55,2	55,5	55,9	56,3	56,9	56,9
25	54,2	56,9	58,8	60,5	61,4	61,8	62,1	62,5	63,1	63,2
31,5	59,2	62,1	64,2	66,0	66,9	67,3	67,7	68,1	68,7	68,7
40	63,6	66,6	68,8	70,7	71,7	72,1	72,5	72,9	73,5	73,6
50	67,3	70,5	72,8	74,8	75,8	76,2	76,6	77,1	77,7	77,8
63	70,6	73,8	76,2	78,3	79,3	79,7	80,2	80,7	81,3	81,4
80	73,4	76,7	79,1	81,2	82,3	82,7	83,2	83,7	84,3	84,5
100	75,5	78,8	81,2	83,4	84,5	85,0	85,4	85,9	86,6	86,7
125	76,6	79,9	82,4	84,5	85,6	86,1	86,6	87,2	87,8	87,8
160	77,4	80,7	83,2	85,4	86,5	87,0	87,5	88,0	88,6	88,6
200	78,3	81,5	84,1	86,2	87,4	87,9	88,4	89,0	89,6	89,5
250	79,4	82,7	85,2	87,4	88,6	89,1	89,6	90,2	90,8	90,7
315	80,3	83,6	86,2	88,5	89,6	90,1	90,7	91,3	91,8	91,7
400	80,8	84,3	87,0	89,3	90,5	91,0	91,6	92,2	92,7	92,6
500	81,1	84,7	87,5	89,9	91,0	91,6	92,1	92,7	93,3	93,2
630	81,1	84,8	87,7	90,1	91,3	91,8	92,4	93,0	93,6	93,6
800	81,3	85,0	87,9	90,4	91,6	92,1	92,6	93,2	93,8	94,0
1000	81,8	85,6	88,4	90,9	92,1	92,6	93,1	93,7	94,3	94,6
1250	82,4	86,2	89,1	91,6	92,8	93,2	93,7	94,3	95,0	95,4
1600	82,8	86,7	89,6	92,2	93,3	93,8	94,2	94,8	95,5	96,0
2000	82,4	86,3	89,2	91,8	92,9	93,3	93,8	94,3	95,1	95,7
2500	81,2	85,2	88,1	90,7	91,8	92,3	92,7	93,2	94,0	94,7
3150	79,6	83,6	86,5	89,2	90,3	90,7	91,1	91,6	92,4	93,2
4000	76,9	81,0	84,0	86,7	87,8	88,1	88,5	89,0	89,9	90,9
5000	72,9	77,1	80,2	83,0	84,1	84,4	84,8	85,3	86,2	87,3
6300	66,6	71,0	74,2	77,0	78,2	78,6	79,0	79,5	80,5	81,4
8000	57,7	62,1	65,4	68,3	69,5	70,0	70,4	71,0	71,9	72,6
10000	47,3	51,7	55,0	57,9	59,2	59,7	60,2	60,8	61,7	62,3

Tab. 79: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,8	56,6	56,3	56,2	56,2	56,1	56,1	56,1	56,1
25	63,0	62,8	62,6	62,5	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4
31,5	68,6	68,4	68,2	68,0	68,0	67,9	68,0	67,9	67,9
40	73,5	73,3	73,0	72,9	72,9	72,8	72,8	72,8	72,8
50	77,7	77,5	77,2	77,1	77,0	77,0	77,0	77,0	77,0
63	81,3	81,0	80,8	80,7	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6
80	84,3	84,1	83,9	83,7	83,7	83,6	83,6	83,6	83,6
100	86,5	86,3	86,0	85,9	85,8	85,8	85,8	85,8	85,8
125	87,6	87,3	87,0	86,9	86,8	86,7	86,8	86,7	86,8
160	88,3	88,0	87,6	87,5	87,4	87,3	87,3	87,3	87,4
200	89,2	88,8	88,4	88,2	88,1	88,0	88,0	88,0	88,1
250	90,3	89,9	89,5	89,3	89,2	89,1	89,1	89,1	89,1
315	91,3	90,9	90,4	90,2	90,1	90,0	90,0	90,0	90,1
400	92,2	91,8	91,4	91,2	91,0	91,0	91,0	91,0	91,0
500	92,9	92,5	92,2	92,0	91,9	91,9	91,9	91,9	92,0
630	93,4	93,2	92,9	92,8	92,7	92,8	92,8	92,9	93,0
800	93,9	93,8	93,6	93,6	93,6	93,7	93,8	93,9	94,1
1000	94,6	94,5	94,5	94,6	94,7	94,9	95,0	95,1	95,3
1250	95,4	95,4	95,6	95,8	95,9	96,1	96,2	96,3	96,4
1600	96,1	96,3	96,6	96,8	97,0	97,1	97,1	97,1	97,1
2000	95,8	96,1	96,6	96,8	96,8	96,7	96,7	96,6	96,5
2500	95,0	95,4	95,8	95,7	95,6	95,4	95,3	95,1	95,0
3150	93,6	94,0	94,0	93,8	93,5	93,3	93,2	93,1	93,0
4000	91,3	91,4	91,0	90,7	90,4	90,2	90,1	89,9	89,8
5000	87,5	87,3	86,6	86,3	86,0	85,8	85,6	85,4	85,3
6300	81,4	81,0	80,2	79,8	79,5	79,3	79,1	78,9	78,7
8000	72,5	72,0	71,2	70,7	70,4	70,1	69,9	69,7	69,5
10000	62,2	61,6	60,7	60,1	59,8	59,5	59,2	59,0	58,8

7.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 80: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,9	51,3	53,2	54,7	55,3	55,8	56,1	56,5	57,0	57,0
25	54,7	57,3	59,3	60,9	61,6	62,0	62,3	62,8	63,3	63,3
31,5	59,8	62,5	64,6	66,3	67,0	67,5	67,9	68,3	68,8	68,8
40	64,1	67,0	69,3	71,1	71,8	72,3	72,7	73,2	73,7	73,7
50	67,9	70,9	73,3	75,2	75,9	76,4	76,8	77,3	77,9	77,9
63	71,2	74,3	76,7	78,7	79,5	80,0	80,4	80,9	81,5	81,5
80	74,0	77,1	79,6	81,6	82,5	83,0	83,4	84,0	84,5	84,6
100	76,0	79,2	81,7	83,8	84,7	85,2	85,7	86,2	86,8	86,8
125	77,1	80,3	82,9	85,0	85,8	86,4	86,9	87,4	88,0	87,9
160	77,9	81,1	83,7	85,8	86,7	87,2	87,7	88,3	88,8	88,7
200	78,8	82,0	84,5	86,7	87,6	88,2	88,7	89,2	89,7	89,5
250	79,9	83,1	85,7	87,8	88,8	89,4	89,9	90,5	90,9	90,7
315	80,8	84,1	86,7	88,9	89,8	90,4	90,9	91,5	91,9	91,6
400	81,4	84,8	87,5	89,7	90,7	91,3	91,8	92,4	92,8	92,5
500	81,6	85,2	88,0	90,3	91,2	91,8	92,3	92,9	93,4	93,2
630	81,7	85,3	88,2	90,5	91,5	92,1	92,6	93,2	93,7	93,7
800	81,9	85,5	88,4	90,8	91,7	92,3	92,8	93,4	94,0	94,0
1000	82,4	86,0	88,9	91,3	92,2	92,8	93,3	93,9	94,5	94,7
1250	82,9	86,6	89,5	92,0	92,9	93,4	93,9	94,5	95,2	95,4
1600	83,4	87,1	90,0	92,5	93,4	93,9	94,4	94,9	95,7	96,0
2000	82,8	86,6	89,6	92,1	92,9	93,4	93,9	94,4	95,2	95,7
2500	81,6	85,5	88,5	90,9	91,8	92,3	92,7	93,3	94,1	94,7
3150	79,9	83,7	86,8	89,3	90,1	90,5	90,9	91,5	92,4	93,1
4000	77,1	81,0	84,1	86,6	87,4	87,8	88,2	88,8	89,8	90,7
5000	72,8	76,8	80,0	82,6	83,4	83,8	84,2	84,8	85,9	86,7
6300	66,1	70,3	73,6	76,3	77,1	77,6	78,0	78,6	79,7	80,3
8000	56,5	60,7	64,1	66,8	67,8	68,3	68,7	69,3	70,4	70,9
10000	45,1	49,3	52,7	55,5	56,4	57,0	57,5	58,1	59,1	59,5

Tab. 81: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,9	56,6	56,5	56,4	56,3	56,3	56,3	56,2	56,2
25	63,2	62,9	62,7	62,6	62,6	62,5	62,5	62,5	62,5
31,5	68,7	68,5	68,3	68,2	68,1	68,1	68,1	68,0	68,0
40	73,6	73,3	73,2	73,0	73,0	72,9	72,9	72,9	72,9
50	77,8	77,5	77,4	77,2	77,2	77,1	77,1	77,1	77,1
63	81,4	81,1	80,9	80,8	80,8	80,7	80,7	80,7	80,7
80	84,4	84,2	84,0	83,9	83,8	83,8	83,7	83,7	83,7
100	86,6	86,3	86,1	86,0	86,0	85,9	85,9	85,9	85,9
125	87,7	87,4	87,1	87,0	86,9	86,9	86,9	86,9	86,9
160	88,4	88,0	87,7	87,6	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
200	89,2	88,8	88,4	88,3	88,2	88,2	88,2	88,2	88,2
250	90,3	89,9	89,5	89,3	89,3	89,2	89,2	89,2	89,2
315	91,3	90,8	90,5	90,3	90,2	90,2	90,2	90,2	90,2
400	92,2	91,7	91,4	91,2	91,1	91,1	91,1	91,1	91,2
500	92,9	92,5	92,2	92,0	92,0	92,0	92,0	92,1	92,1
630	93,5	93,1	92,9	92,8	92,8	92,9	93,0	93,0	93,1
800	94,0	93,8	93,6	93,7	93,7	93,8	94,0	94,1	94,2
1000	94,7	94,6	94,6	94,7	94,8	95,0	95,1	95,2	95,4
1250	95,5	95,5	95,7	95,9	96,0	96,2	96,3	96,4	96,4
1600	96,2	96,4	96,7	96,9	97,0	97,1	97,1	97,1	97,1
2000	95,9	96,3	96,7	96,7	96,7	96,7	96,6	96,5	96,4
2500	95,0	95,5	95,7	95,6	95,4	95,2	95,1	95,0	94,9
3150	93,5	93,9	93,8	93,5	93,2	93,1	92,9	92,8	92,7
4000	91,0	90,9	90,5	90,2	90,0	89,8	89,6	89,5	89,3
5000	86,9	86,4	85,9	85,5	85,2	85,0	84,9	84,7	84,6
6300	80,3	79,6	79,0	78,6	78,3	78,1	77,9	77,7	77,5
8000	70,6	69,9	69,2	68,8	68,5	68,2	68,0	67,8	67,6
10000	59,2	58,4	57,7	57,2	56,8	56,5	56,3	56,1	55,9

7.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 82: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,0	56,4	56,9	57,2	57,1
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,3	62,6	63,1	63,5	63,4
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,8	68,2	68,7	69,1	69,0
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,6	73,0	73,5	73,9	73,8
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,7	77,2	77,7	78,1	78,0
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,3	80,7	81,3	81,7	81,6
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,3	83,8	84,3	84,8	84,7
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,5	86,0	86,6	87,0	86,9
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,7	87,2	87,8	88,2	88,0
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,5	88,0	88,6	89,0	88,7
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,4	89,0	89,6	89,9	89,6
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,6	90,2	90,8	91,0	90,7
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,6	91,2	91,8	92,0	91,7
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,5	92,1	92,7	92,9	92,6
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,0	92,6	93,2	93,5	93,2
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,2	92,8	93,5	93,9	93,7
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,5	93,0	93,7	94,2	94,1
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	92,9	93,5	94,1	94,7	94,7
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,5	94,1	94,7	95,4	95,5
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,0	94,5	95,1	95,9	96,1
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,5	94,0	94,6	95,4	95,7
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,2	92,7	93,3	94,2	94,6
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,3	90,8	91,4	92,5	93,0
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,4	87,8	88,5	89,6	90,2
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,0	83,4	84,1	85,4	85,9
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,2	76,6	77,3	78,6	78,9
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	65,9	66,4	67,2	68,3	68,4
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,3	53,8	54,6	55,6	55,7

Tab. 83: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,0	56,8	56,6	56,5	56,5	56,5	56,4	56,4	56,4
25	63,3	63,0	62,9	62,8	62,8	62,7	62,7	62,7	62,7
31,5	68,8	68,6	68,4	68,4	68,3	68,3	68,3	68,2	68,2
40	73,7	73,4	73,3	73,2	73,2	73,1	73,1	73,1	73,1
50	77,9	77,6	77,5	77,4	77,4	77,3	77,3	77,3	77,3
63	81,5	81,2	81,1	81,0	81,0	80,9	80,9	80,9	80,9
80	84,5	84,3	84,1	84,0	84,0	83,9	83,9	83,9	83,9
100	86,7	86,4	86,3	86,2	86,1	86,1	86,1	86,1	86,1
125	87,8	87,4	87,2	87,2	87,1	87,1	87,1	87,1	87,1
160	88,5	88,0	87,8	87,7	87,7	87,6	87,6	87,7	87,7
200	89,2	88,8	88,6	88,4	88,4	88,3	88,3	88,3	88,4
250	90,3	89,9	89,6	89,5	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4
315	91,3	90,8	90,6	90,4	90,4	90,3	90,3	90,3	90,4
400	92,2	91,7	91,5	91,3	91,3	91,2	91,2	91,3	91,3
500	92,9	92,5	92,3	92,2	92,1	92,1	92,1	92,2	92,3
630	93,5	93,1	93,0	93,0	93,0	93,0	93,1	93,2	93,3
800	94,0	93,8	93,8	93,8	93,9	94,0	94,1	94,2	94,3
1000	94,7	94,6	94,7	94,9	95,0	95,1	95,3	95,4	95,5
1250	95,5	95,6	95,8	96,0	96,2	96,3	96,4	96,5	96,5
1600	96,2	96,5	96,8	97,0	97,1	97,1	97,1	97,1	97,1
2000	95,9	96,5	96,7	96,7	96,7	96,6	96,5	96,4	96,3
2500	95,0	95,5	95,5	95,4	95,2	95,0	94,9	94,8	94,7
3150	93,4	93,6	93,3	93,1	92,9	92,7	92,6	92,4	92,3
4000	90,6	90,3	89,8	89,6	89,3	89,2	89,0	88,9	88,7
5000	85,9	85,2	84,8	84,5	84,3	84,1	83,9	83,7	83,6
6300	78,6	77,8	77,3	77,0	76,7	76,5	76,3	76,1	76,0
8000	68,0	67,2	66,6	66,3	66,0	65,7	65,5	65,3	65,1
10000	55,3	54,3	53,7	53,3	53,0	52,7	52,4	52,2	52,0

7.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 84: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,0	56,4	56,9	57,2	57,1
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,3	62,6	63,1	63,5	63,4
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,8	68,2	68,7	69,1	69,0
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,6	73,0	73,5	73,9	73,8
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,7	77,2	77,7	78,1	78,0
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,3	80,7	81,3	81,7	81,6
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,3	83,8	84,3	84,8	84,7
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,5	86,0	86,6	87,0	86,9
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,7	87,2	87,8	88,2	88,0
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,5	88,0	88,6	89,0	88,7
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,4	89,0	89,6	89,9	89,6
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,6	90,2	90,8	91,0	90,7
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,6	91,2	91,8	92,0	91,7
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,5	92,1	92,7	92,9	92,6
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,0	92,6	93,2	93,5	93,2
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,2	92,8	93,5	93,9	93,7
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,5	93,0	93,7	94,2	94,1
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	92,9	93,5	94,1	94,7	94,7
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,5	94,1	94,7	95,4	95,5
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,0	94,5	95,1	95,9	96,1
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,5	94,0	94,6	95,4	95,7
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,2	92,7	93,3	94,2	94,6
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,3	90,8	91,4	92,5	93,0
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,4	87,8	88,5	89,6	90,2
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,0	83,4	84,1	85,4	85,9
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,2	76,6	77,3	78,6	78,9
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	65,9	66,4	67,2	68,3	68,4
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,3	53,8	54,6	55,6	55,7

Tab. 85: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,0	56,8	56,6	56,5	56,5	56,5	56,4	56,4	56,4
25	63,3	63,0	62,9	62,8	62,8	62,7	62,7	62,7	62,7
31,5	68,8	68,6	68,4	68,4	68,3	68,3	68,3	68,2	68,2
40	73,7	73,4	73,3	73,2	73,2	73,1	73,1	73,1	73,1
50	77,9	77,6	77,5	77,4	77,4	77,3	77,3	77,3	77,3
63	81,5	81,2	81,1	81,0	81,0	80,9	80,9	80,9	80,9
80	84,5	84,3	84,1	84,0	84,0	83,9	83,9	83,9	83,9
100	86,7	86,4	86,3	86,2	86,1	86,1	86,1	86,1	86,1
125	87,8	87,4	87,2	87,2	87,1	87,1	87,1	87,1	87,1
160	88,5	88,0	87,8	87,7	87,7	87,6	87,6	87,7	87,7
200	89,2	88,8	88,6	88,4	88,4	88,3	88,3	88,3	88,4
250	90,3	89,9	89,6	89,5	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4
315	91,3	90,8	90,6	90,4	90,4	90,3	90,3	90,3	90,4
400	92,2	91,7	91,5	91,3	91,3	91,2	91,2	91,3	91,3
500	92,9	92,5	92,3	92,2	92,1	92,1	92,1	92,2	92,3
630	93,5	93,1	93,0	93,0	93,0	93,0	93,1	93,2	93,3
800	94,0	93,8	93,8	93,8	93,9	94,0	94,1	94,2	94,3
1000	94,7	94,6	94,7	94,9	95,0	95,1	95,3	95,4	95,5
1250	95,5	95,6	95,8	96,0	96,2	96,3	96,4	96,5	96,5
1600	96,2	96,5	96,8	97,0	97,1	97,1	97,1	97,1	97,1
2000	95,9	96,5	96,7	96,7	96,7	96,6	96,5	96,4	96,3
2500	95,0	95,5	95,5	95,4	95,2	95,0	94,9	94,8	94,7
3150	93,4	93,6	93,3	93,1	92,9	92,7	92,6	92,4	92,3
4000	90,6	90,3	89,8	89,6	89,3	89,2	89,0	88,9	88,7
5000	85,9	85,2	84,8	84,5	84,3	84,1	83,9	83,7	83,6
6300	78,6	77,8	77,3	77,0	76,7	76,5	76,3	76,1	76,0
8000	68,0	67,2	66,6	66,3	66,0	65,7	65,5	65,3	65,1
10000	55,3	54,3	53,7	53,3	53,0	52,7	52,4	52,2	52,0

7.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 86: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,0	56,4	56,9	57,2	57,1
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,3	62,6	63,1	63,5	63,4
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,8	68,2	68,7	69,1	69,0
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,6	73,0	73,5	73,9	73,8
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,7	77,2	77,7	78,1	78,0
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,3	80,7	81,3	81,7	81,6
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,3	83,8	84,3	84,8	84,7
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,5	86,0	86,6	87,0	86,9
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,7	87,2	87,8	88,2	88,0
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,5	88,0	88,6	89,0	88,7
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,4	89,0	89,6	89,9	89,6
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,6	90,2	90,8	91,0	90,7
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,6	91,2	91,8	92,0	91,7
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,5	92,1	92,7	92,9	92,6
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,0	92,6	93,2	93,5	93,2
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,2	92,8	93,5	93,9	93,7
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,5	93,0	93,7	94,2	94,1
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	92,9	93,5	94,1	94,7	94,7
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,5	94,1	94,7	95,4	95,5
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,0	94,5	95,1	95,9	96,1
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,5	94,0	94,6	95,4	95,7
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,2	92,7	93,3	94,2	94,6
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,3	90,8	91,4	92,5	93,0
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,4	87,8	88,5	89,6	90,2
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,0	83,4	84,1	85,4	85,9
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,2	76,6	77,3	78,6	78,9
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	65,9	66,4	67,2	68,3	68,4
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,3	53,8	54,6	55,6	55,7

Tab. 87: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,0	56,8	56,6	56,5	56,5	56,5	56,4	56,4	56,4
25	63,3	63,0	62,9	62,8	62,8	62,7	62,7	62,7	62,7
31,5	68,8	68,6	68,4	68,4	68,3	68,3	68,3	68,2	68,2
40	73,7	73,4	73,3	73,2	73,2	73,1	73,1	73,1	73,1
50	77,9	77,6	77,5	77,4	77,4	77,3	77,3	77,3	77,3
63	81,5	81,2	81,1	81,0	81,0	80,9	80,9	80,9	80,9
80	84,5	84,3	84,1	84,0	84,0	83,9	83,9	83,9	83,9
100	86,7	86,4	86,3	86,2	86,1	86,1	86,1	86,1	86,1
125	87,8	87,4	87,2	87,2	87,1	87,1	87,1	87,1	87,1
160	88,5	88,0	87,8	87,7	87,7	87,6	87,6	87,7	87,7
200	89,2	88,8	88,6	88,4	88,4	88,3	88,3	88,3	88,4
250	90,3	89,9	89,6	89,5	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4
315	91,3	90,8	90,6	90,4	90,4	90,3	90,3	90,3	90,4
400	92,2	91,7	91,5	91,3	91,3	91,2	91,2	91,3	91,3
500	92,9	92,5	92,3	92,2	92,1	92,1	92,1	92,2	92,3
630	93,5	93,1	93,0	93,0	93,0	93,0	93,1	93,2	93,3
800	94,0	93,8	93,8	93,8	93,9	94,0	94,1	94,2	94,3
1000	94,7	94,6	94,7	94,9	95,0	95,1	95,3	95,4	95,5
1250	95,5	95,6	95,8	96,0	96,2	96,3	96,4	96,5	96,5
1600	96,2	96,5	96,8	97,0	97,1	97,1	97,1	97,1	97,1
2000	95,9	96,5	96,7	96,7	96,7	96,6	96,5	96,4	96,3
2500	95,0	95,5	95,5	95,4	95,2	95,0	94,9	94,8	94,7
3150	93,4	93,6	93,3	93,1	92,9	92,7	92,6	92,4	92,3
4000	90,6	90,3	89,8	89,6	89,3	89,2	89,0	88,9	88,7
5000	85,9	85,2	84,8	84,5	84,3	84,1	83,9	83,7	83,6
6300	78,6	77,8	77,3	77,0	76,7	76,5	76,3	76,1	76,0
8000	68,0	67,2	66,6	66,3	66,0	65,7	65,5	65,3	65,1
10000	55,3	54,3	53,7	53,3	53,0	52,7	52,4	52,2	52,0

7.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 88: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,9	52,1	54,1	55,3	55,8	56,2	56,6	57,2	57,4	57,3
25	55,7	58,1	60,2	61,5	62,0	62,5	62,9	63,5	63,7	63,6
31,5	60,8	63,4	65,6	67,0	67,5	68,0	68,4	69,0	69,2	69,1
40	65,2	67,9	70,2	71,8	72,3	72,8	73,2	73,8	74,1	74,0
50	69,0	71,9	74,3	75,9	76,4	76,9	77,4	78,0	78,3	78,2
63	72,3	75,2	77,7	79,4	80,0	80,5	81,0	81,6	81,9	81,8
80	75,1	78,1	80,6	82,3	83,0	83,5	84,0	84,6	85,0	84,9
100	77,2	80,2	82,8	84,5	85,2	85,7	86,2	86,9	87,2	87,1
125	78,3	81,3	83,9	85,7	86,3	86,9	87,4	88,1	88,3	88,1
160	79,1	82,1	84,7	86,5	87,2	87,7	88,3	88,9	89,1	88,8
200	79,9	83,0	85,6	87,3	88,1	88,6	89,2	89,8	90,0	89,6
250	81,0	84,1	86,7	88,5	89,2	89,8	90,4	91,0	91,1	90,8
315	81,9	85,0	87,7	89,5	90,3	90,8	91,4	92,0	92,1	91,7
400	82,5	85,8	88,5	90,4	91,1	91,7	92,3	92,9	93,0	92,6
500	82,7	86,1	89,0	90,9	91,6	92,2	92,8	93,4	93,6	93,3
630	82,8	86,3	89,2	91,1	91,9	92,4	93,0	93,7	94,0	93,7
800	83,0	86,4	89,4	91,4	92,1	92,6	93,2	93,9	94,3	94,2
1000	83,4	86,9	89,9	91,8	92,5	93,1	93,6	94,3	94,8	94,8
1250	84,0	87,5	90,5	92,4	93,1	93,6	94,2	94,9	95,5	95,6
1600	84,3	87,9	90,9	92,9	93,5	94,0	94,6	95,3	96,0	96,1
2000	83,7	87,3	90,3	92,3	92,9	93,5	94,0	94,7	95,5	95,7
2500	82,3	85,9	89,0	91,0	91,6	92,1	92,6	93,4	94,2	94,6
3150	80,3	83,9	87,0	89,0	89,6	90,1	90,6	91,4	92,4	92,8
4000	77,0	80,8	83,9	85,9	86,5	86,9	87,4	88,2	89,4	89,8
5000	72,1	75,9	79,2	81,2	81,8	82,2	82,6	83,5	84,8	85,1
6300	64,3	68,3	71,6	73,8	74,4	74,9	75,3	76,2	77,4	77,5
8000	52,9	56,9	60,4	62,6	63,3	63,8	64,3	65,2	66,2	66,1
10000	39,0	43,0	46,4	48,7	49,4	50,0	50,5	51,4	52,3	52,2

Tab. 89: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,1	56,9	56,7	56,7	56,6	56,6	56,6	56,6	56,6
25	63,4	63,1	63,0	62,9	62,9	62,9	62,8	62,9	62,9
31,5	69,0	68,7	68,6	68,5	68,5	68,4	68,4	68,4	68,4
40	73,8	73,5	73,4	73,4	73,3	73,3	73,2	73,3	73,3
50	78,0	77,7	77,6	77,6	77,5	77,5	77,4	77,5	77,5
63	81,6	81,3	81,2	81,1	81,1	81,1	81,0	81,0	81,1
80	84,7	84,4	84,2	84,2	84,1	84,1	84,1	84,1	84,1
100	86,8	86,5	86,4	86,3	86,3	86,3	86,2	86,2	86,2
125	87,9	87,5	87,4	87,3	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2
160	88,5	88,1	87,9	87,9	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8
200	89,3	88,9	88,6	88,6	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5
250	90,4	89,9	89,7	89,6	89,5	89,5	89,5	89,6	89,5
315	91,3	90,9	90,6	90,5	90,4	90,4	90,4	90,5	90,5
400	92,2	91,7	91,5	91,4	91,3	91,3	91,4	91,4	91,4
500	92,9	92,5	92,3	92,3	92,2	92,2	92,3	92,4	92,4
630	93,5	93,2	93,1	93,1	93,1	93,1	93,2	93,3	93,4
800	94,0	93,9	93,8	93,9	94,0	94,1	94,2	94,3	94,4
1000	94,8	94,7	94,8	95,0	95,1	95,2	95,4	95,5	95,6
1250	95,6	95,7	95,9	96,1	96,3	96,4	96,5	96,5	96,6
1600	96,3	96,6	96,9	97,0	97,1	97,1	97,1	97,1	97,0
2000	96,0	96,5	96,6	96,7	96,6	96,5	96,4	96,3	96,2
2500	95,0	95,4	95,3	95,2	95,0	94,9	94,7	94,6	94,5
3150	93,2	93,3	93,0	92,8	92,5	92,4	92,2	92,1	92,0
4000	90,1	89,6	89,2	89,0	88,8	88,6	88,4	88,3	88,2
5000	85,0	84,3	83,8	83,6	83,4	83,2	83,0	82,8	82,7
6300	77,1	76,3	75,8	75,6	75,3	75,1	74,9	74,7	74,6
8000	65,7	64,8	64,3	63,9	63,7	63,4	63,2	63,0	62,8
10000	51,7	50,7	50,1	49,8	49,4	49,2	48,9	48,7	48,5

7.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 90: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	50,1	52,3	54,2	55,5	55,9	56,3	56,7	57,3	57,5	57,4
25	55,9	58,3	60,4	61,7	62,2	62,6	63,0	63,6	63,8	63,6
31,5	61,0	63,6	65,8	67,2	67,7	68,1	68,5	69,1	69,3	69,2
40	65,5	68,2	70,4	71,9	72,4	72,9	73,4	74,0	74,2	74,1
50	69,3	72,1	74,5	76,0	76,6	77,0	77,5	78,1	78,4	78,3
63	72,6	75,5	77,9	79,5	80,1	80,6	81,1	81,7	82,0	81,8
80	75,4	78,3	80,9	82,5	83,1	83,6	84,1	84,8	85,0	84,9
100	77,4	80,4	83,0	84,7	85,3	85,8	86,4	87,0	87,3	87,1
125	78,5	81,6	84,1	85,8	86,5	87,0	87,6	88,2	88,4	88,2
160	79,3	82,3	84,9	86,6	87,3	87,8	88,4	89,1	89,2	88,9
200	80,1	83,2	85,8	87,5	88,2	88,8	89,4	90,0	90,0	89,7
250	81,2	84,3	86,9	88,7	89,3	89,9	90,6	91,2	91,2	90,8
315	82,1	85,3	87,9	89,7	90,3	91,0	91,6	92,2	92,1	91,7
400	82,7	86,0	88,7	90,5	91,2	91,8	92,4	93,0	93,0	92,6
500	83,0	86,4	89,2	91,0	91,7	92,3	92,9	93,6	93,6	93,3
630	83,0	86,5	89,4	91,3	91,9	92,5	93,1	93,8	94,0	93,8
800	83,2	86,7	89,6	91,5	92,1	92,7	93,3	94,0	94,3	94,2
1000	83,6	87,1	90,0	92,0	92,6	93,1	93,7	94,4	94,8	94,8
1250	84,2	87,7	90,6	92,6	93,2	93,7	94,3	95,0	95,5	95,6
1600	84,5	88,0	91,0	93,0	93,6	94,1	94,6	95,4	96,0	96,1
2000	83,9	87,4	90,4	92,4	92,9	93,5	94,0	94,7	95,5	95,7
2500	82,4	86,0	89,1	91,0	91,6	92,1	92,6	93,4	94,2	94,5
3150	80,3	83,9	87,0	89,0	89,5	89,9	90,5	91,3	92,2	92,7
4000	76,9	80,6	83,8	85,7	86,2	86,6	87,1	88,0	89,1	89,6
5000	71,8	75,6	78,8	80,8	81,3	81,7	82,2	83,1	84,3	84,6
6300	63,7	67,6	71,0	73,1	73,6	74,0	74,5	75,5	76,6	76,6
8000	51,8	55,8	59,2	61,3	62,0	62,5	63,0	63,9	64,8	64,7
10000	37,1	41,1	44,5	46,7	47,4	47,9	48,5	49,4	50,2	50,1

Tab. 91: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	57,2	57,0	56,8	56,8	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7
25	63,4	63,2	63,1	63,0	63,0	63,0	62,9	62,9	63,0
31,5	69,0	68,8	68,7	68,6	68,6	68,5	68,5	68,5	68,5
40	73,9	73,6	73,5	73,4	73,4	73,4	73,3	73,4	73,4
50	78,1	77,8	77,7	77,6	77,6	77,6	77,5	77,6	77,6
63	81,7	81,4	81,3	81,2	81,2	81,1	81,1	81,1	81,2
80	84,7	84,5	84,3	84,3	84,2	84,2	84,2	84,2	84,2
100	86,9	86,6	86,5	86,4	86,4	86,3	86,3	86,3	86,3
125	87,9	87,6	87,4	87,4	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3
160	88,6	88,2	88,0	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9
200	89,3	88,9	88,7	88,6	88,6	88,6	88,6	88,6	88,6
250	90,4	90,0	89,8	89,7	89,6	89,6	89,6	89,6	89,6
315	91,3	90,9	90,7	90,6	90,5	90,5	90,5	90,5	90,6
400	92,2	91,8	91,6	91,5	91,4	91,4	91,4	91,5	91,5
500	92,9	92,5	92,4	92,3	92,2	92,3	92,3	92,4	92,5
630	93,5	93,2	93,1	93,1	93,1	93,2	93,3	93,4	93,5
800	94,1	93,9	93,9	94,0	94,0	94,2	94,3	94,4	94,5
1000	94,8	94,8	94,9	95,0	95,1	95,3	95,4	95,5	95,6
1250	95,6	95,8	96,0	96,2	96,3	96,4	96,5	96,6	96,6
1600	96,3	96,7	96,9	97,0	97,1	97,1	97,1	97,1	97,0
2000	96,0	96,5	96,6	96,6	96,6	96,5	96,3	96,2	96,1
2500	95,0	95,3	95,2	95,1	94,9	94,7	94,6	94,5	94,4
3150	93,1	93,1	92,8	92,5	92,3	92,2	92,0	91,9	91,8
4000	89,7	89,3	88,9	88,6	88,4	88,2	88,1	88,0	87,9
5000	84,4	83,7	83,3	83,0	82,8	82,6	82,4	82,3	82,2
6300	76,1	75,4	75,0	74,7	74,4	74,2	74,0	73,9	73,7
8000	64,1	63,3	62,9	62,5	62,3	62,0	61,8	61,6	61,5
10000	49,4	48,5	48,0	47,6	47,3	47,0	46,7	46,5	46,4

8 Betriebsmodus 3000 kW s

8.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 92: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	51,3	52,6	53,8	54,8	55,5	55,7	55,9	56,4	56,8	57,0	57,0
25	57,2	58,6	59,9	61,0	61,7	61,9	62,2	62,7	63,1	63,3	63,3
31,5	62,4	63,9	65,3	66,5	67,1	67,4	67,7	68,2	68,6	68,9	68,8
40	66,9	68,5	70,0	71,2	71,9	72,2	72,5	73,0	73,4	73,7	73,7
50	70,8	72,5	74,0	75,3	76,0	76,3	76,6	77,2	77,6	77,9	77,9
63	74,1	75,8	77,4	78,8	79,5	79,8	80,2	80,7	81,2	81,5	81,5
80	77,0	78,7	80,4	81,8	82,5	82,8	83,2	83,7	84,2	84,6	84,5
100	79,1	80,9	82,5	83,9	84,7	85,0	85,4	86,0	86,5	86,8	86,7
125	80,2	81,9	83,6	85,1	85,8	86,2	86,6	87,1	87,6	88,0	87,8
160	81,0	82,7	84,4	85,8	86,6	87,0	87,4	88,0	88,5	88,8	88,6
200	81,8	83,6	85,3	86,7	87,5	87,9	88,3	88,9	89,4	89,8	89,4
250	82,9	84,7	86,5	87,9	88,7	89,1	89,5	90,1	90,6	90,9	90,6
315	83,9	85,7	87,5	88,9	89,7	90,1	90,5	91,1	91,7	92,0	91,6
400	84,6	86,5	88,3	89,8	90,6	90,9	91,4	92,0	92,5	92,8	92,5
500	84,9	86,9	88,8	90,3	91,1	91,5	91,9	92,5	93,1	93,4	93,1
630	85,0	87,0	89,0	90,5	91,4	91,7	92,1	92,8	93,3	93,7	93,5
800	85,2	87,2	89,2	90,8	91,6	91,9	92,4	93,0	93,5	94,0	93,9
1000	85,7	87,7	89,7	91,3	92,1	92,4	92,8	93,4	93,9	94,4	94,4
1250	86,3	88,3	90,3	92,0	92,8	93,1	93,4	94,0	94,5	95,1	95,1
1600	86,7	88,8	90,7	92,4	93,2	93,5	93,9	94,5	95,0	95,5	95,7
2000	86,2	88,3	90,2	91,9	92,7	93,0	93,4	93,9	94,4	95,0	95,3
2500	84,9	87,0	89,0	90,7	91,5	91,8	92,1	92,7	93,1	93,8	94,1
3150	83,0	85,2	87,2	88,9	89,7	89,9	90,2	90,8	91,2	92,0	92,4
4000	80,1	82,2	84,3	86,0	86,8	87,0	87,3	87,8	88,2	89,1	89,7
5000	75,5	77,8	79,8	81,6	82,4	82,6	82,9	83,4	83,8	84,8	85,4
6300	68,4	70,7	72,8	74,7	75,5	75,8	76,1	76,6	77,0	78,0	78,5
8000	57,8	60,2	62,4	64,3	65,2	65,5	65,8	66,4	66,9	67,8	68,0
10000	45,1	47,5	49,7	51,6	52,5	52,8	53,2	53,8	54,3	55,2	55,3

Tab. 93: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	57,0	56,9	56,6	56,5	56,4	56,4	56,3	56,3	56,3	56,3
25	63,2	63,1	62,9	62,8	62,7	62,7	62,6	62,6	62,6	62,5
31,5	68,8	68,7	68,4	68,3	68,2	68,2	68,1	68,1	68,1	68,1
40	73,6	73,5	73,3	73,2	73,1	73,0	73,0	73,0	72,9	72,9
50	77,8	77,7	77,5	77,3	77,3	77,2	77,1	77,1	77,1	77,1
63	81,4	81,3	81,0	80,9	80,8	80,8	80,7	80,7	80,7	80,7
80	84,4	84,3	84,1	83,9	83,9	83,8	83,7	83,7	83,7	83,7
100	86,6	86,5	86,2	86,1	86,0	85,9	85,9	85,9	85,9	85,8
125	87,7	87,5	87,2	87,1	87,0	86,9	86,8	86,8	86,8	86,8
160	88,4	88,2	87,9	87,7	87,6	87,5	87,4	87,4	87,4	87,4
200	89,2	89,0	88,6	88,4	88,3	88,2	88,2	88,1	88,1	88,1
250	90,3	90,1	89,7	89,5	89,4	89,2	89,2	89,2	89,1	89,1
315	91,3	91,0	90,7	90,4	90,3	90,2	90,1	90,1	90,1	90,1
400	92,2	91,9	91,6	91,3	91,2	91,1	91,1	91,0	91,0	91,0
500	92,9	92,7	92,3	92,1	92,0	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9
630	93,4	93,2	93,0	92,8	92,7	92,7	92,7	92,7	92,8	92,8
800	93,8	93,7	93,5	93,5	93,5	93,5	93,6	93,6	93,7	93,8
1000	94,4	94,4	94,3	94,3	94,4	94,5	94,6	94,7	94,8	94,9
1250	95,2	95,2	95,3	95,4	95,5	95,7	95,8	95,9	96,0	96,0
1600	95,8	95,9	96,1	96,3	96,5	96,6	96,7	96,8	96,8	96,8
2000	95,4	95,6	96,0	96,2	96,4	96,4	96,4	96,3	96,3	96,2
2500	94,4	94,6	95,1	95,2	95,2	95,1	94,9	94,8	94,7	94,6
3150	92,7	93,0	93,3	93,2	93,0	92,8	92,6	92,5	92,4	92,3
4000	90,0	90,2	90,1	89,7	89,5	89,3	89,1	88,9	88,8	88,7
5000	85,6	85,6	85,1	84,7	84,4	84,2	84,0	83,9	83,7	83,6
6300	78,5	78,3	77,7	77,2	76,9	76,7	76,5	76,3	76,2	76,0
8000	68,0	67,7	67,0	66,5	66,2	66,0	65,7	65,5	65,4	65,2
10000	55,3	55,0	54,2	53,7	53,3	53,0	52,7	52,5	52,3	52,1

8.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 94: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,9	50,5	52,3	53,9	55,0	55,3	55,9	56,4	56,6	56,5
25	53,6	56,4	58,4	60,1	61,2	61,5	62,1	62,7	62,9	62,7
31,5	58,7	61,6	63,7	65,5	66,7	67,0	67,6	68,2	68,4	68,3
40	63,0	66,0	68,3	70,2	71,4	71,8	72,4	73,0	73,3	73,1
50	66,8	69,9	72,3	74,3	75,5	75,9	76,6	77,2	77,5	77,3
63	70,0	73,2	75,7	77,7	79,1	79,5	80,1	80,8	81,1	80,9
80	72,8	76,1	78,6	80,7	82,0	82,5	83,2	83,8	84,1	83,9
100	74,9	78,2	80,7	82,9	84,2	84,7	85,4	86,1	86,3	86,1
125	76,0	79,3	81,8	84,0	85,4	85,9	86,6	87,3	87,5	87,2
160	76,8	80,1	82,6	84,8	86,2	86,7	87,4	88,2	88,3	88,0
200	77,6	81,0	83,5	85,7	87,1	87,6	88,4	89,1	89,2	88,8
250	78,8	82,1	84,7	86,9	88,3	88,9	89,6	90,4	90,4	90,0
315	79,6	83,1	85,7	87,9	89,4	89,9	90,6	91,4	91,4	91,0
400	80,2	83,8	86,5	88,8	90,2	90,8	91,5	92,3	92,3	91,9
500	80,4	84,1	86,9	89,3	90,8	91,3	92,1	92,9	92,9	92,6
630	80,5	84,2	87,1	89,6	91,1	91,6	92,4	93,1	93,3	93,1
800	80,7	84,5	87,3	89,9	91,4	91,9	92,6	93,4	93,7	93,6
1000	81,2	85,0	87,9	90,4	91,9	92,4	93,1	93,9	94,2	94,2
1250	81,8	85,6	88,6	91,1	92,6	93,1	93,8	94,5	95,0	95,0
1600	82,3	86,1	89,1	91,7	93,2	93,6	94,3	95,1	95,6	95,7
2000	81,8	85,7	88,7	91,3	92,8	93,3	93,9	94,7	95,3	95,5
2500	80,8	84,7	87,7	90,3	91,8	92,2	92,9	93,6	94,4	94,7
3150	79,2	83,2	86,3	88,9	90,4	90,8	91,4	92,1	93,0	93,4
4000	76,7	80,8	84,0	86,6	88,1	88,4	89,1	89,7	90,8	91,3
5000	72,9	77,2	80,4	83,1	84,6	85,0	85,6	86,3	87,4	87,8
6300	67,1	71,4	74,8	77,6	79,2	79,6	80,2	80,9	82,0	82,2
8000	58,9	63,2	66,6	69,5	71,2	71,7	72,3	73,1	74,0	74,0
10000	49,5	53,8	57,2	60,2	61,9	62,4	63,1	63,8	64,7	64,6

Tab. 95: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,3	56,1	55,9	55,9	55,8	55,8	55,8	55,8	50,8
25	62,6	62,3	62,2	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	56,8
31,5	68,1	67,9	67,7	67,7	67,6	67,6	67,6	67,6	62,2
40	73,0	72,7	72,6	72,5	72,5	72,5	72,5	72,4	67,1
50	77,2	76,9	76,8	76,7	76,7	76,7	76,6	76,6	71,3
63	80,7	80,5	80,3	80,3	80,2	80,2	80,2	80,2	75,1
80	83,8	83,5	83,3	83,3	83,2	83,2	83,2	83,2	78,5
100	85,9	85,7	85,5	85,5	85,4	85,4	85,4	85,4	80,8
125	87,0	86,6	86,5	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	81,7
160	87,6	87,3	87,1	87,0	87,0	86,9	87,0	87,0	82,2
200	88,4	88,0	87,8	87,7	87,7	87,6	87,7	87,7	83,0
250	89,5	89,1	88,9	88,8	88,7	88,7	88,7	88,7	84,5
315	90,5	90,1	89,9	89,7	89,7	89,7	89,7	89,7	85,7
400	91,4	91,0	90,8	90,7	90,6	90,6	90,6	90,7	87,1
500	92,2	91,8	91,6	91,5	91,5	91,5	91,6	91,7	88,3
630	92,8	92,5	92,4	92,4	92,4	92,5	92,5	92,6	89,6
800	93,4	93,2	93,2	93,3	93,4	93,5	93,6	93,7	91,1
1000	94,2	94,1	94,2	94,3	94,5	94,6	94,8	94,9	93,1
1250	95,1	95,2	95,4	95,6	95,7	95,9	96,0	96,0	95,2
1600	95,9	96,2	96,5	96,6	96,7	96,8	96,8	96,7	97,1
2000	95,8	96,3	96,5	96,5	96,4	96,4	96,3	96,2	97,5
2500	95,1	95,5	95,5	95,4	95,2	95,1	94,9	94,8	96,9
3150	93,8	93,9	93,7	93,4	93,2	93,1	93,0	92,8	95,7
4000	91,5	91,1	90,8	90,5	90,3	90,2	90,0	89,9	93,6
5000	87,7	87,0	86,6	86,4	86,1	86,0	85,8	85,6	90,2
6300	81,8	81,0	80,6	80,3	80,0	79,8	79,7	79,5	85,0
8000	73,6	72,7	72,2	71,9	71,6	71,4	71,2	71,0	77,4
10000	64,1	63,2	62,6	62,3	61,9	61,7	61,4	61,2	68,7

8.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 96: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,4	51,0	52,8	54,4	55,2	55,5	56,2	56,7	56,7	56,6
25	54,2	56,9	58,8	60,5	61,4	61,8	62,4	62,9	63,0	62,8
31,5	59,2	62,1	64,2	66,0	66,9	67,3	68,0	68,5	68,5	68,4
40	63,6	66,6	68,8	70,7	71,7	72,1	72,8	73,3	73,4	73,2
50	67,3	70,5	72,8	74,8	75,8	76,2	76,9	77,5	77,6	77,4
63	70,6	73,8	76,2	78,3	79,3	79,7	80,5	81,1	81,1	81,0
80	73,4	76,7	79,1	81,2	82,3	82,7	83,5	84,1	84,2	84,0
100	75,5	78,8	81,2	83,4	84,5	85,0	85,7	86,4	86,4	86,2
125	76,6	79,9	82,4	84,5	85,6	86,1	86,9	87,5	87,5	87,3
160	77,4	80,7	83,2	85,4	86,5	87,0	87,8	88,4	88,3	88,0
200	78,3	81,5	84,1	86,2	87,4	87,9	88,7	89,3	89,2	88,8
250	79,4	82,7	85,2	87,4	88,6	89,1	89,9	90,6	90,3	89,9
315	80,3	83,6	86,2	88,5	89,6	90,1	91,0	91,6	91,3	90,9
400	80,8	84,3	87,0	89,3	90,5	91,0	91,9	92,5	92,2	91,8
500	81,1	84,7	87,5	89,9	91,0	91,6	92,4	93,1	92,9	92,5
630	81,1	84,8	87,7	90,1	91,3	91,8	92,7	93,4	93,3	93,1
800	81,3	85,0	87,9	90,4	91,6	92,1	92,9	93,6	93,7	93,6
1000	81,8	85,6	88,4	90,9	92,1	92,6	93,4	94,1	94,3	94,3
1250	82,4	86,2	89,1	91,6	92,8	93,2	94,0	94,8	95,1	95,1
1600	82,8	86,7	89,6	92,2	93,3	93,8	94,6	95,3	95,7	95,8
2000	82,4	86,3	89,2	91,8	92,9	93,3	94,1	94,9	95,4	95,6
2500	81,2	85,2	88,1	90,7	91,8	92,3	93,0	93,8	94,4	94,7
3150	79,6	83,6	86,5	89,2	90,3	90,7	91,4	92,2	93,0	93,4
4000	76,9	81,0	84,0	86,7	87,8	88,1	88,8	89,7	90,6	91,0
5000	72,9	77,1	80,2	83,0	84,1	84,4	85,1	86,0	87,0	87,2
6300	66,6	71,0	74,2	77,0	78,2	78,6	79,3	80,2	81,1	81,0
8000	57,7	62,1	65,4	68,3	69,5	70,0	70,7	71,7	72,3	72,1
10000	47,3	51,7	55,0	57,9	59,2	59,7	60,5	61,4	61,9	61,7

Tab. 97: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,3	56,2	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	47,9
25	62,6	62,4	62,3	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	53,8
31,5	68,1	68,0	67,8	67,8	67,8	67,7	67,7	67,7	59,1
40	73,0	72,8	72,7	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	63,9
50	77,2	77,0	76,9	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	68,2
63	80,7	80,6	80,4	80,4	80,4	80,3	80,3	80,3	72,2
80	83,8	83,6	83,5	83,4	83,4	83,4	83,4	83,4	75,7
100	85,9	85,7	85,6	85,6	85,5	85,5	85,5	85,5	77,9
125	87,0	86,7	86,6	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	78,0
160	87,6	87,3	87,2	87,1	87,1	87,1	87,1	87,1	77,8
200	88,4	88,1	87,9	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	78,2
250	89,5	89,1	89,0	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	79,7
315	90,5	90,1	89,9	89,9	89,8	89,8	89,8	89,8	81,1
400	91,4	91,0	90,9	90,8	90,7	90,8	90,8	90,8	82,6
500	92,1	91,8	91,7	91,7	91,6	91,7	91,7	91,8	84,0
630	92,8	92,6	92,5	92,5	92,5	92,6	92,7	92,8	85,6
800	93,4	93,3	93,3	93,4	93,5	93,6	93,7	93,8	87,4
1000	94,2	94,2	94,3	94,5	94,6	94,8	94,9	95,0	90,3
1250	95,1	95,3	95,5	95,7	95,8	96,0	96,0	96,1	93,7
1600	96,0	96,4	96,6	96,7	96,8	96,8	96,8	96,7	97,0
2000	96,0	96,4	96,4	96,4	96,4	96,3	96,2	96,1	98,0
2500	95,2	95,4	95,3	95,2	95,0	94,9	94,8	94,6	97,8
3150	93,8	93,6	93,3	93,1	93,0	92,8	92,7	92,5	97,0
4000	91,0	90,6	90,2	90,0	89,8	89,7	89,5	89,4	95,2
5000	86,7	86,2	85,8	85,6	85,4	85,2	85,0	84,9	92,1
6300	80,4	79,7	79,3	79,1	78,9	78,6	78,5	78,3	87,0
8000	71,4	70,7	70,3	69,9	69,7	69,5	69,3	69,1	79,3
10000	60,9	60,2	59,7	59,3	59,0	58,7	58,5	58,3	70,1

8.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 98: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,9	51,3	53,2	54,7	55,3	55,8	56,4	56,9	56,8	56,7
25	54,7	57,3	59,3	60,9	61,6	62,0	62,7	63,1	63,1	63,0
31,5	59,8	62,5	64,6	66,3	67,0	67,5	68,2	68,7	68,6	68,5
40	64,1	67,0	69,3	71,1	71,8	72,3	73,0	73,6	73,5	73,3
50	67,9	70,9	73,3	75,2	75,9	76,4	77,2	77,7	77,7	77,5
63	71,2	74,3	76,7	78,7	79,5	80,0	80,7	81,3	81,3	81,1
80	74,0	77,1	79,6	81,6	82,5	83,0	83,8	84,4	84,3	84,1
100	76,0	79,2	81,7	83,8	84,7	85,2	86,0	86,6	86,5	86,3
125	77,1	80,3	82,9	85,0	85,8	86,4	87,2	87,8	87,6	87,4
160	77,9	81,1	83,7	85,8	86,7	87,2	88,1	88,6	88,4	88,1
200	78,8	82,0	84,5	86,7	87,6	88,2	89,0	89,5	89,2	88,9
250	79,9	83,1	85,7	87,8	88,8	89,4	90,2	90,7	90,4	90,0
315	80,8	84,1	86,7	88,9	89,8	90,4	91,3	91,8	91,4	91,0
400	81,4	84,8	87,5	89,7	90,7	91,3	92,1	92,7	92,2	91,9
500	81,6	85,2	88,0	90,3	91,2	91,8	92,7	93,2	92,9	92,6
630	81,7	85,3	88,2	90,5	91,5	92,1	92,9	93,6	93,4	93,2
800	81,9	85,5	88,4	90,8	91,7	92,3	93,1	93,8	93,8	93,7
1000	82,4	86,0	88,9	91,3	92,2	92,8	93,6	94,3	94,4	94,4
1250	82,9	86,6	89,5	92,0	92,9	93,4	94,2	95,0	95,1	95,2
1600	83,4	87,1	90,0	92,5	93,4	93,9	94,7	95,5	95,7	95,9
2000	82,8	86,6	89,6	92,1	92,9	93,4	94,2	95,1	95,4	95,6
2500	81,6	85,5	88,5	90,9	91,8	92,3	93,0	93,9	94,4	94,7
3150	79,9	83,7	86,8	89,3	90,1	90,5	91,3	92,3	92,9	93,3
4000	77,1	81,0	84,1	86,6	87,4	87,8	88,6	89,6	90,3	90,7
5000	72,8	76,8	80,0	82,6	83,4	83,8	84,5	85,7	86,4	86,5
6300	66,1	70,3	73,6	76,3	77,1	77,6	78,3	79,5	80,0	79,9
8000	56,5	60,7	64,1	66,8	67,8	68,3	69,1	70,2	70,5	70,2
10000	45,1	49,3	52,7	55,5	56,4	57,0	57,8	58,9	59,1	58,8

Tab. 99: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,4	56,3	56,2	56,2	56,1	56,1	56,1	51,6	55,2
25	62,7	62,5	62,5	62,4	62,4	62,4	62,4	57,6	61,4
31,5	68,2	68,1	68,0	67,9	67,9	67,9	67,9	63,0	66,9
40	73,0	72,9	72,8	72,8	72,8	72,7	72,7	67,8	71,7
50	77,2	77,1	77,0	77,0	76,9	76,9	76,9	72,1	75,9
63	80,8	80,7	80,6	80,5	80,5	80,5	80,5	75,9	79,5
80	83,8	83,7	83,6	83,6	83,5	83,5	83,5	79,2	82,6
100	86,0	85,8	85,8	85,7	85,7	85,7	85,7	81,5	84,8
125	87,0	86,8	86,7	86,7	86,6	86,6	86,6	82,4	85,9
160	87,7	87,4	87,3	87,2	87,2	87,2	87,2	83,0	86,5
200	88,4	88,1	88,0	87,9	87,9	87,9	87,9	83,8	87,3
250	89,5	89,2	89,1	89,0	89,0	89,0	89,0	85,2	88,4
315	90,5	90,2	90,0	89,9	89,9	89,9	89,9	86,4	89,5
400	91,4	91,1	90,9	90,9	90,9	90,8	90,9	87,7	90,5
500	92,1	91,9	91,8	91,7	91,8	91,8	91,8	88,9	91,6
630	92,8	92,6	92,6	92,6	92,7	92,7	92,8	90,2	92,6
800	93,4	93,4	93,4	93,5	93,6	93,7	93,8	91,6	93,7
1000	94,3	94,3	94,5	94,6	94,8	94,9	95,0	93,5	95,0
1250	95,2	95,4	95,6	95,8	95,9	96,0	96,1	95,6	96,2
1600	96,1	96,5	96,6	96,7	96,8	96,8	96,8	97,3	96,8
2000	96,1	96,4	96,4	96,4	96,3	96,2	96,1	97,5	96,3
2500	95,3	95,3	95,2	95,0	94,9	94,7	94,6	96,7	94,9
3150	93,6	93,3	93,1	92,9	92,7	92,5	92,4	95,3	92,9
4000	90,5	90,1	89,8	89,6	89,4	89,2	89,1	92,7	89,7
5000	85,9	85,4	85,1	84,8	84,6	84,5	84,3	88,8	85,1
6300	79,0	78,5	78,2	77,9	77,7	77,5	77,3	82,6	78,2
8000	69,3	68,7	68,4	68,1	67,8	67,6	67,4	73,6	68,5
10000	57,8	57,2	56,7	56,4	56,1	55,8	55,6	62,8	56,9

8.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 100: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,1	56,8	<i>57,1</i>	57,0	56,8
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,4	63,0	<i>63,3</i>	63,2	63,1
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,9	68,6	<i>68,9</i>	68,8	68,6
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,7	73,4	<i>73,7</i>	73,6	73,5
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,8	77,5	<i>77,9</i>	77,8	77,7
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,4	81,1	<i>81,5</i>	81,4	81,2
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,4	84,1	<i>84,6</i>	84,4	84,3
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,6	86,4	<i>86,8</i>	86,6	86,4
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,8	87,6	<i>87,9</i>	87,7	87,4
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,6	88,4	<i>88,7</i>	88,5	88,1
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,5	89,3	<i>89,6</i>	89,3	88,9
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,7	90,5	<i>90,8</i>	90,4	90,0
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,7	91,6	<i>91,8</i>	91,4	90,9
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,6	92,4	<i>92,7</i>	92,3	91,8
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,1	93,0	<i>93,3</i>	92,9	92,5
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,3	93,2	<i>93,6</i>	93,4	93,1
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,6	93,4	<i>93,9</i>	93,8	93,7
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	93,0	93,8	<i>94,4</i>	94,4	94,4
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,6	94,4	<i>95,1</i>	95,2	95,2
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,1	94,9	<i>95,6</i>	95,8	96,0
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,6	94,3	<i>95,1</i>	95,4	95,7
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,3	93,1	<i>94,0</i>	94,3	94,8
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,4	91,2	<i>92,2</i>	92,7	93,1
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,5	88,2	<i>89,3</i>	89,9	90,2
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,1	83,8	<i>85,0</i>	85,6	85,5
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,3	77,0	<i>78,2</i>	78,5	78,2
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	66,0	66,8	<i>67,9</i>	68,0	67,6
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,4	54,2	<i>55,3</i>	55,3	54,8

Tab. 101: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,5	56,4	56,4	56,3	56,3	56,3	56,3	47,6	56,3
25	62,8	62,7	62,6	62,6	62,5	62,5	62,5	53,5	62,6
31,5	68,3	68,2	68,2	68,1	68,1	68,1	68,1	58,8	68,1
40	73,2	73,1	73,0	73,0	72,9	72,9	72,9	63,6	72,9
50	77,4	77,2	77,2	77,1	77,1	77,1	77,1	68,0	77,1
63	80,9	80,8	80,8	80,7	80,7	80,7	80,7	71,9	80,7
80	84,0	83,8	83,8	83,7	83,7	83,7	83,7	75,5	83,7
100	86,1	86,0	85,9	85,9	85,8	85,8	85,8	77,5	85,9
125	87,1	87,0	86,9	86,8	86,8	86,8	86,8	77,0	86,9
160	87,7	87,6	87,5	87,4	87,4	87,4	87,4	76,1	87,5
200	88,4	88,3	88,1	88,1	88,1	88,1	88,1	76,1	88,2
250	89,5	89,3	89,2	89,1	89,1	89,1	89,2	77,6	89,2
315	90,5	90,3	90,1	90,1	90,1	90,1	90,1	78,9	90,2
400	91,4	91,2	91,0	91,0	91,0	91,0	91,1	80,4	91,2
500	92,1	92,0	91,9	91,9	91,9	91,9	92,0	81,9	92,2
630	92,8	92,8	92,7	92,7	92,8	92,9	93,0	83,6	93,2
800	93,5	93,5	93,6	93,6	93,8	93,9	94,0	85,5	94,2
1000	94,3	94,5	94,6	94,7	94,9	95,0	95,1	88,9	95,3
1250	95,4	95,6	95,8	95,9	96,0	96,1	96,2	93,1	96,2
1600	96,3	96,5	96,7	96,8	96,8	96,8	96,7	97,1	96,6
2000	96,2	96,4	96,4	96,3	96,2	96,1	96,0	98,4	95,8
2500	95,2	95,1	95,0	94,8	94,6	94,5	94,4	98,2	94,2
3150	93,2	92,9	92,7	92,5	92,3	92,2	92,0	97,2	91,8
4000	89,8	89,4	89,1	88,9	88,7	88,6	88,5	95,1	88,2
5000	84,8	84,3	84,1	83,8	83,6	83,5	83,3	91,5	83,1
6300	77,3	76,9	76,6	76,3	76,1	75,9	75,7	85,5	75,4
8000	66,6	66,1	65,8	65,5	65,2	65,0	64,8	76,4	64,5
10000	53,8	53,2	52,8	52,5	52,2	52,0	51,7	65,0	51,4

8.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 102: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,1	56,8	57,1	57,0	56,8
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,4	63,0	63,3	63,2	63,1
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,9	68,6	68,9	68,8	68,6
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,7	73,4	73,7	73,6	73,5
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,8	77,5	77,9	77,8	77,7
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,4	81,1	81,5	81,4	81,2
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,4	84,1	84,6	84,4	84,3
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,6	86,4	86,8	86,6	86,4
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,8	87,6	87,9	87,7	87,4
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,6	88,4	88,7	88,5	88,1
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,5	89,3	89,6	89,3	88,9
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,7	90,5	90,8	90,4	90,0
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,7	91,6	91,8	91,4	90,9
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,6	92,4	92,7	92,3	91,8
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,1	93,0	93,3	92,9	92,5
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,3	93,2	93,6	93,4	93,1
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,6	93,4	93,9	93,8	93,7
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	93,0	93,8	94,4	94,4	94,4
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,6	94,4	95,1	95,2	95,2
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,1	94,9	95,6	95,8	96,0
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,6	94,3	95,1	95,4	95,7
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,3	93,1	94,0	94,3	94,8
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,4	91,2	92,2	92,7	93,1
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,5	88,2	89,3	89,9	90,2
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,1	83,8	85,0	85,6	85,5
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,3	77,0	78,2	78,5	78,2
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	66,0	66,8	67,9	68,0	67,6
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,4	54,2	55,3	55,3	54,8

Tab. 103: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,5	56,4	56,4	56,3	56,3	56,3	56,3	47,6	56,3
25	62,8	62,7	62,6	62,6	62,5	62,5	62,5	53,5	62,6
31,5	68,3	68,2	68,2	68,1	68,1	68,1	68,1	58,8	68,1
40	73,2	73,1	73,0	73,0	72,9	72,9	72,9	63,6	72,9
50	77,4	77,2	77,2	77,1	77,1	77,1	77,1	68,0	77,1
63	80,9	80,8	80,8	80,7	80,7	80,7	80,7	71,9	80,7
80	84,0	83,8	83,8	83,7	83,7	83,7	83,7	75,5	83,7
100	86,1	86,0	85,9	85,9	85,8	85,8	85,8	77,5	85,9
125	87,1	87,0	86,9	86,8	86,8	86,8	86,8	77,0	86,9
160	87,7	87,6	87,5	87,4	87,4	87,4	87,4	76,1	87,5
200	88,4	88,3	88,1	88,1	88,1	88,1	88,1	76,1	88,2
250	89,5	89,3	89,2	89,1	89,1	89,1	89,2	77,6	89,2
315	90,5	90,3	90,1	90,1	90,1	90,1	90,1	78,9	90,2
400	91,4	91,2	91,0	91,0	91,0	91,0	91,1	80,4	91,2
500	92,1	92,0	91,9	91,9	91,9	91,9	92,0	81,9	92,2
630	92,8	92,8	92,7	92,7	92,8	92,9	93,0	83,6	93,2
800	93,5	93,5	93,6	93,6	93,8	93,9	94,0	85,5	94,2
1000	94,3	94,5	94,6	94,7	94,9	95,0	95,1	88,9	95,3
1250	95,4	95,6	95,8	95,9	96,0	96,1	96,2	93,1	96,2
1600	96,3	96,5	96,7	96,8	96,8	96,8	96,7	97,1	96,6
2000	96,2	96,4	96,4	96,3	96,2	96,1	96,0	98,4	95,8
2500	95,2	95,1	95,0	94,8	94,6	94,5	94,4	98,2	94,2
3150	93,2	92,9	92,7	92,5	92,3	92,2	92,0	97,2	91,8
4000	89,8	89,4	89,1	88,9	88,7	88,6	88,5	95,1	88,2
5000	84,8	84,3	84,1	83,8	83,6	83,5	83,3	91,5	83,1
6300	77,3	76,9	76,6	76,3	76,1	75,9	75,7	85,5	75,4
8000	66,6	66,1	65,8	65,5	65,2	65,0	64,8	76,4	64,5
10000	53,8	53,2	52,8	52,5	52,2	52,0	51,7	65,0	51,4

8.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 104: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,1	56,8	<i>57,1</i>	57,0	56,8
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,4	63,0	<i>63,3</i>	63,2	63,1
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,9	68,6	<i>68,9</i>	68,8	68,6
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,7	73,4	<i>73,7</i>	73,6	73,5
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,8	77,5	<i>77,9</i>	77,8	77,7
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,4	81,1	<i>81,5</i>	81,4	81,2
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,4	84,1	<i>84,6</i>	84,4	84,3
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,6	86,4	<i>86,8</i>	86,6	86,4
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,8	87,6	<i>87,9</i>	87,7	87,4
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,6	88,4	<i>88,7</i>	88,5	88,1
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,5	89,3	<i>89,6</i>	89,3	88,9
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,7	90,5	<i>90,8</i>	90,4	90,0
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,7	91,6	<i>91,8</i>	91,4	90,9
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,6	92,4	<i>92,7</i>	92,3	91,8
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,1	93,0	<i>93,3</i>	92,9	92,5
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,3	93,2	<i>93,6</i>	93,4	93,1
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,6	93,4	<i>93,9</i>	93,8	93,7
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	93,0	93,8	<i>94,4</i>	94,4	94,4
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,6	94,4	<i>95,1</i>	95,2	95,2
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,1	94,9	<i>95,6</i>	95,8	96,0
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,6	94,3	<i>95,1</i>	95,4	95,7
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,3	93,1	<i>94,0</i>	94,3	94,8
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,4	91,2	<i>92,2</i>	92,7	93,1
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,5	88,2	<i>89,3</i>	89,9	90,2
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,1	83,8	<i>85,0</i>	85,6	85,5
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,3	77,0	<i>78,2</i>	78,5	78,2
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	66,0	66,8	<i>67,9</i>	68,0	67,6
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,4	54,2	<i>55,3</i>	55,3	54,8

Tab. 105: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,5	56,4	56,4	56,3	56,3	56,3	56,3	47,6	56,3
25	62,8	62,7	62,6	62,6	62,5	62,5	62,5	53,5	62,6
31,5	68,3	68,2	68,2	68,1	68,1	68,1	68,1	58,8	68,1
40	73,2	73,1	73,0	73,0	72,9	72,9	72,9	63,6	72,9
50	77,4	77,2	77,2	77,1	77,1	77,1	77,1	68,0	77,1
63	80,9	80,8	80,8	80,7	80,7	80,7	80,7	71,9	80,7
80	84,0	83,8	83,8	83,7	83,7	83,7	83,7	75,5	83,7
100	86,1	86,0	85,9	85,9	85,8	85,8	85,8	77,5	85,9
125	87,1	87,0	86,9	86,8	86,8	86,8	86,8	77,0	86,9
160	87,7	87,6	87,5	87,4	87,4	87,4	87,4	76,1	87,5
200	88,4	88,3	88,1	88,1	88,1	88,1	88,1	76,1	88,2
250	89,5	89,3	89,2	89,1	89,1	89,1	89,2	77,6	89,2
315	90,5	90,3	90,1	90,1	90,1	90,1	90,1	78,9	90,2
400	91,4	91,2	91,0	91,0	91,0	91,0	91,1	80,4	91,2
500	92,1	92,0	91,9	91,9	91,9	91,9	92,0	81,9	92,2
630	92,8	92,8	92,7	92,7	92,8	92,9	93,0	83,6	93,2
800	93,5	93,5	93,6	93,6	93,8	93,9	94,0	85,5	94,2
1000	94,3	94,5	94,6	94,7	94,9	95,0	95,1	88,9	95,3
1250	95,4	95,6	95,8	95,9	96,0	96,1	96,2	93,1	96,2
1600	96,3	96,5	96,7	96,8	96,8	96,8	96,7	97,1	96,6
2000	96,2	96,4	96,4	96,3	96,2	96,1	96,0	98,4	95,8
2500	95,2	95,1	95,0	94,8	94,6	94,5	94,4	98,2	94,2
3150	93,2	92,9	92,7	92,5	92,3	92,2	92,0	97,2	91,8
4000	89,8	89,4	89,1	88,9	88,7	88,6	88,5	95,1	88,2
5000	84,8	84,3	84,1	83,8	83,6	83,5	83,3	91,5	83,1
6300	77,3	76,9	76,6	76,3	76,1	75,9	75,7	85,5	75,4
8000	66,6	66,1	65,8	65,5	65,2	65,0	64,8	76,4	64,5
10000	53,8	53,2	52,8	52,5	52,2	52,0	51,7	65,0	51,4

8.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 106: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,9	52,1	54,1	55,3	55,8	56,4	57,0	57,2	57,1	56,9
25	55,7	58,1	60,2	61,5	62,0	62,6	63,3	63,5	63,4	63,2
31,5	60,8	63,4	65,6	67,0	67,5	68,2	68,8	69,0	68,9	68,7
40	65,2	67,9	70,2	71,8	72,3	73,0	73,6	73,9	73,8	73,6
50	69,0	71,9	74,3	75,9	76,4	77,1	77,8	78,1	78,0	77,7
63	72,3	75,2	77,7	79,4	80,0	80,6	81,3	81,7	81,5	81,3
80	75,1	78,1	80,6	82,3	83,0	83,7	84,4	84,7	84,6	84,3
100	77,2	80,2	82,8	84,5	85,2	85,9	86,6	86,9	86,8	86,5
125	78,3	81,3	83,9	85,7	86,3	87,1	87,8	88,1	87,8	87,5
160	79,1	82,1	84,7	86,5	87,2	87,9	88,7	88,8	88,5	88,2
200	79,9	83,0	85,6	87,3	88,1	88,8	89,6	89,7	89,3	88,9
250	81,0	84,1	86,7	88,5	89,2	90,0	90,8	90,8	90,4	90,0
315	81,9	85,0	87,7	89,5	90,3	91,0	91,9	91,8	91,4	90,9
400	82,5	85,8	88,5	90,4	91,1	91,9	92,7	92,7	92,3	91,8
500	82,7	86,1	89,0	90,9	91,6	92,4	93,2	93,3	92,9	92,6
630	82,8	86,3	89,2	91,1	91,9	92,6	93,5	93,7	93,4	93,2
800	83,0	86,4	89,4	91,4	92,1	92,8	93,6	94,0	93,9	93,7
1000	83,4	86,9	89,9	91,8	92,5	93,2	94,1	94,5	94,5	94,4
1250	84,0	87,5	90,5	92,4	93,1	93,8	94,6	95,2	95,3	95,3
1600	84,3	87,9	90,9	92,9	93,5	94,2	95,0	95,7	95,8	96,0
2000	83,7	87,3	90,3	92,3	92,9	93,6	94,4	95,1	95,4	95,8
2500	82,3	85,9	89,0	91,0	91,6	92,3	93,1	93,9	94,3	94,8
3150	80,3	83,9	87,0	89,0	89,6	90,3	91,0	92,0	92,5	93,0
4000	77,0	80,8	83,9	85,9	86,5	87,1	87,8	89,0	89,5	89,6
5000	72,1	75,9	79,2	81,2	81,8	82,4	83,1	84,4	84,8	84,5
6300	64,3	68,3	71,6	73,8	74,4	75,0	75,8	77,0	77,1	76,6
8000	52,9	56,9	60,4	62,6	63,3	64,0	64,7	65,8	65,7	65,1
10000	39,0	43,0	46,4	48,7	49,4	50,1	51,0	51,9	51,8	51,1

Tab. 107: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,7	56,6	56,5	56,5	56,5	56,4	54,4	53,8	56,5
25	62,9	62,8	62,8	62,8	62,7	62,7	60,5	59,9	62,7
31,5	68,5	68,4	68,3	68,3	68,2	68,2	66,0	65,4	68,2
40	73,3	73,2	73,2	73,1	73,1	73,1	70,8	70,2	73,1
50	77,5	77,4	77,3	77,3	77,3	77,3	75,1	74,4	77,3
63	81,1	81,0	80,9	80,9	80,8	80,8	78,7	78,1	80,8
80	84,1	84,0	83,9	83,9	83,8	83,8	81,9	81,3	83,9
100	86,3	86,1	86,1	86,0	86,0	86,0	84,2	83,6	86,0
125	87,2	87,1	87,0	87,0	87,0	86,9	85,2	84,7	87,0
160	87,8	87,7	87,6	87,6	87,5	87,5	85,8	85,4	87,6
200	88,5	88,4	88,3	88,2	88,2	88,2	86,6	86,2	88,3
250	89,6	89,4	89,3	89,3	89,3	89,2	87,8	87,5	89,4
315	90,5	90,4	90,2	90,2	90,2	90,2	88,9	88,6	90,3
400	91,4	91,2	91,1	91,1	91,1	91,1	90,0	89,8	91,3
500	92,2	92,1	92,0	92,0	92,0	92,0	91,1	90,9	92,3
630	92,9	92,8	92,8	92,8	92,9	93,0	92,2	92,0	93,3
800	93,6	93,6	93,7	93,8	93,9	94,0	93,3	93,2	94,3
1000	94,4	94,6	94,7	94,9	95,0	95,1	94,7	94,7	95,4
1250	95,5	95,7	95,8	96,0	96,1	96,2	96,2	96,2	96,2
1600	96,4	96,6	96,7	96,8	96,8	96,8	97,2	97,2	96,6
2000	96,2	96,3	96,3	96,3	96,1	96,0	96,8	96,8	95,7
2500	95,1	94,9	94,8	94,6	94,5	94,3	95,4	95,6	94,0
3150	92,9	92,6	92,3	92,2	92,0	91,8	93,3	93,5	91,5
4000	89,2	88,8	88,6	88,4	88,2	88,0	89,9	90,2	87,7
5000	83,8	83,4	83,2	83,0	82,7	82,6	84,8	85,2	82,2
6300	75,8	75,4	75,1	74,9	74,7	74,5	77,1	77,6	74,0
8000	64,3	63,8	63,5	63,2	63,0	62,8	65,8	66,4	62,3
10000	50,2	49,7	49,3	49,0	48,7	48,5	51,9	52,7	47,9

8.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 108: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	50,1	52,3	54,2	55,5	55,9	56,6	57,2	57,3	57,2	57,0
25	55,9	58,3	60,4	61,7	62,2	62,8	63,4	63,6	63,4	63,2
31,5	61,0	63,6	65,8	67,2	67,7	68,3	69,0	69,1	69,0	68,8
40	65,5	68,2	70,4	71,9	72,4	73,1	73,8	74,0	73,8	73,6
50	69,3	72,1	74,5	76,0	76,6	77,3	78,0	78,1	78,0	77,8
63	72,6	75,5	77,9	79,5	80,1	80,8	81,5	81,7	81,6	81,4
80	75,4	78,3	80,9	82,5	83,1	83,8	84,6	84,8	84,6	84,4
100	77,4	80,4	83,0	84,7	85,3	86,1	86,8	87,0	86,8	86,5
125	78,5	81,6	84,1	85,8	86,5	87,2	88,0	88,1	87,9	87,5
160	79,3	82,3	84,9	86,6	87,3	88,1	88,8	88,9	88,6	88,2
200	80,1	83,2	85,8	87,5	88,2	89,0	89,7	89,7	89,4	88,9
250	81,2	84,3	86,9	88,7	89,3	90,2	90,9	90,9	90,5	90,0
315	82,1	85,3	87,9	89,7	90,3	91,2	91,9	91,9	91,4	90,9
400	82,7	86,0	88,7	90,5	91,2	92,0	92,8	92,7	92,3	91,8
500	83,0	86,4	89,2	91,0	91,7	92,5	93,3	93,3	93,0	92,5
630	83,0	86,5	89,4	91,3	91,9	92,8	93,5	93,7	93,5	93,1
800	83,2	86,7	89,6	91,5	92,1	92,9	93,7	94,0	93,9	93,7
1000	83,6	87,1	90,0	92,0	92,6	93,4	94,2	94,5	94,5	94,5
1250	84,2	87,7	90,6	92,6	93,2	93,9	94,7	95,2	95,3	95,3
1600	84,5	88,0	91,0	93,0	93,6	94,3	95,1	95,7	95,8	96,1
2000	83,9	87,4	90,4	92,4	92,9	93,7	94,5	95,1	95,4	95,8
2500	82,4	86,0	89,1	91,0	91,6	92,3	93,1	93,8	94,2	94,8
3150	80,3	83,9	87,0	89,0	89,5	90,2	91,0	91,9	92,4	92,8
4000	76,9	80,6	83,8	85,7	86,2	86,8	87,7	88,8	89,2	89,3
5000	71,8	75,6	78,8	80,8	81,3	81,9	82,8	83,9	84,3	83,8
6300	63,7	67,6	71,0	73,1	73,6	74,3	75,1	76,2	76,2	75,6
8000	51,8	55,8	59,2	61,3	62,0	62,7	63,6	64,4	64,3	63,6
10000	37,1	41,1	44,5	46,7	47,4	48,1	49,0	49,8	49,6	48,8

Tab. 109: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,8	56,7	56,6	56,6	56,6	56,6	51,5	56,5	56,6
25	63,0	62,9	62,9	62,8	62,8	62,8	57,5	62,8	62,8
31,5	68,6	68,5	68,4	68,4	68,3	68,3	62,9	68,3	68,3
40	73,4	73,3	73,3	73,2	73,2	73,2	67,7	73,2	73,2
50	77,6	77,5	77,4	77,4	77,4	77,4	72,0	77,4	77,4
63	81,2	81,0	81,0	81,0	80,9	80,9	75,8	80,9	80,9
80	84,2	84,1	84,0	84,0	83,9	83,9	79,2	83,9	83,9
100	86,3	86,2	86,2	86,1	86,1	86,1	81,5	86,1	86,1
125	87,3	87,2	87,1	87,1	87,0	87,1	82,3	87,1	87,1
160	87,9	87,7	87,7	87,6	87,6	87,6	82,8	87,7	87,7
200	88,6	88,4	88,4	88,3	88,3	88,3	83,6	88,4	88,4
250	89,6	89,5	89,4	89,4	89,3	89,3	85,0	89,4	89,5
315	90,6	90,4	90,3	90,3	90,2	90,3	86,3	90,4	90,4
400	91,5	91,3	91,2	91,2	91,2	91,2	87,5	91,4	91,4
500	92,2	92,1	92,0	92,0	92,0	92,1	88,8	92,3	92,4
630	92,9	92,9	92,9	92,9	93,0	93,1	90,1	93,3	93,4
800	93,6	93,6	93,7	93,8	93,9	94,0	91,5	94,3	94,4
1000	94,5	94,6	94,8	94,9	95,0	95,2	93,5	95,4	95,4
1250	95,5	95,7	95,9	96,0	96,1	96,2	95,7	96,3	96,3
1600	96,4	96,6	96,7	96,8	96,8	96,8	97,5	96,6	96,6
2000	96,2	96,3	96,3	96,2	96,1	96,0	97,7	95,8	95,7
2500	95,0	94,8	94,7	94,5	94,3	94,2	96,8	94,0	93,9
3150	92,7	92,4	92,1	91,9	91,8	91,6	95,1	91,4	91,3
4000	88,8	88,5	88,2	88,0	87,9	87,7	92,1	87,5	87,3
5000	83,3	82,9	82,6	82,4	82,2	82,1	87,3	81,8	81,6
6300	74,9	74,5	74,2	74,0	73,8	73,6	79,9	73,3	73,2
8000	62,9	62,4	62,1	61,8	61,6	61,4	68,7	61,0	60,9
10000	48,0	47,5	47,2	46,8	46,6	46,3	54,7	45,9	45,8

9 Betriebsmodus 2500 kW s

9.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 110: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	51,3	52,6	53,8	54,8	55,5	55,7	55,9	56,4	56,7	56,6	56,5
25	57,2	58,6	59,9	61,0	61,7	61,9	62,2	62,7	62,9	62,9	62,8
31,5	62,4	63,9	65,3	66,5	67,1	67,4	67,7	68,2	68,5	68,4	68,3
40	66,9	68,5	70,0	71,2	71,9	72,2	72,5	73,0	73,3	73,2	73,1
50	70,8	72,5	74,0	75,3	76,0	76,3	76,6	77,2	77,5	77,4	77,3
63	74,1	75,8	77,4	78,8	79,5	79,8	80,2	80,7	81,1	81,0	80,8
80	77,0	78,7	80,4	81,8	82,5	82,8	83,2	83,7	84,1	84,0	83,9
100	79,1	80,9	82,5	83,9	84,7	85,0	85,4	86,0	86,3	86,2	86,0
125	80,2	81,9	83,6	85,1	85,8	86,2	86,6	87,1	87,4	87,3	87,1
160	81,0	82,7	84,4	85,8	86,6	87,0	87,4	88,0	88,2	88,0	87,8
200	81,8	83,6	85,3	86,7	87,5	87,9	88,3	88,9	89,1	88,8	88,6
250	82,9	84,7	86,5	87,9	88,7	89,1	89,5	90,1	90,3	89,9	89,7
315	83,9	85,7	87,5	88,9	89,7	90,1	90,5	91,1	91,3	90,9	90,6
400	84,6	86,5	88,3	89,8	90,6	90,9	91,4	92,0	92,2	91,8	91,5
500	84,9	86,9	88,8	90,3	91,1	91,5	91,9	92,5	92,8	92,5	92,2
630	85,0	87,0	89,0	90,5	91,4	91,7	92,1	92,8	93,1	92,9	92,8
800	85,2	87,2	89,2	90,8	91,6	91,9	92,4	93,0	93,4	93,3	93,3
1000	85,7	87,7	89,7	91,3	92,1	92,4	92,8	93,4	93,9	93,9	93,9
1250	86,3	88,3	90,3	92,0	92,8	93,1	93,4	94,0	94,6	94,7	94,7
1600	86,7	88,8	90,7	92,4	93,2	93,5	93,9	94,5	95,1	95,3	95,4
2000	86,2	88,3	90,2	91,9	92,7	93,0	93,4	93,9	94,7	94,9	95,0
2500	84,9	87,0	89,0	90,7	91,5	91,8	92,1	92,7	93,5	93,8	94,0
3150	83,0	85,2	87,2	88,9	89,7	89,9	90,2	90,8	91,8	92,1	92,4
4000	80,1	82,2	84,3	86,0	86,8	87,0	87,3	87,8	88,9	89,4	89,6
5000	75,5	77,8	79,8	81,6	82,4	82,6	82,9	83,4	84,7	85,0	85,1
6300	68,4	70,7	72,8	74,7	75,5	75,8	76,1	76,6	77,8	77,9	77,8
8000	57,8	60,2	62,4	64,3	65,2	65,5	65,8	66,4	67,4	67,4	67,2
10000	45,1	47,5	49,7	51,6	52,5	52,8	53,2	53,8	54,7	54,7	54,5

Tab. 111: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	56,3	56,2	56,1	56,1	56,0	56,0	56,0	56,0	55,9	55,9
25	62,6	62,4	62,3	62,3	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2
31,5	68,1	67,9	67,8	67,8	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7
40	72,9	72,8	72,7	72,6	72,6	72,6	72,5	72,5	72,5	72,5
50	77,1	76,9	76,8	76,8	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7
63	80,7	80,5	80,4	80,4	80,3	80,3	80,3	80,3	80,2	80,2
80	83,7	83,5	83,4	83,4	83,3	83,3	83,3	83,3	83,2	83,2
100	85,8	85,6	85,5	85,5	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4
125	86,8	86,6	86,5	86,5	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4
160	87,5	87,2	87,1	87,0	87,0	87,0	86,9	87,0	87,0	87,0
200	88,2	88,0	87,8	87,7	87,7	87,7	87,6	87,7	87,6	87,7
250	89,3	89,1	88,9	88,8	88,8	88,7	88,7	88,7	88,7	88,7
315	90,3	90,0	89,8	89,7	89,7	89,7	89,6	89,6	89,6	89,7
400	91,2	90,9	90,7	90,7	90,6	90,6	90,6	90,6	90,6	90,6
500	91,9	91,7	91,5	91,5	91,5	91,4	91,4	91,5	91,5	91,6
630	92,5	92,4	92,3	92,3	92,3	92,3	92,3	92,4	92,4	92,5
800	93,1	93,0	93,0	93,1	93,1	93,2	93,3	93,3	93,4	93,5
1000	93,9	93,9	93,9	94,0	94,2	94,2	94,3	94,4	94,5	94,6
1250	94,8	94,9	95,0	95,2	95,3	95,4	95,5	95,6	95,6	95,7
1600	95,6	95,8	96,0	96,1	96,2	96,2	96,3	96,3	96,3	96,2
2000	95,4	95,7	95,8	95,9	95,8	95,8	95,7	95,7	95,6	95,5
2500	94,5	94,6	94,6	94,5	94,4	94,3	94,2	94,1	94,0	93,9
3150	92,8	92,6	92,4	92,3	92,1	91,9	91,8	91,7	91,6	91,5
4000	89,6	89,2	88,9	88,7	88,5	88,4	88,3	88,2	88,0	87,9
5000	84,6	84,1	83,8	83,7	83,4	83,3	83,2	83,0	82,9	82,8
6300	77,2	76,7	76,4	76,1	75,9	75,8	75,6	75,5	75,3	75,2
8000	66,6	66,0	65,6	65,4	65,1	65,0	64,8	64,6	64,5	64,3
10000	53,8	53,1	52,7	52,5	52,2	51,9	51,7	51,6	51,4	51,2

9.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 112: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,9	50,5	52,3	53,9	55,0	55,3	55,9	56,2	56,1	55,8
25	53,6	56,4	58,4	60,1	61,2	61,5	62,1	62,5	62,3	62,1
31,5	58,7	61,6	63,7	65,5	66,7	67,0	67,6	68,0	67,8	67,6
40	63,0	66,0	68,3	70,2	71,4	71,8	72,4	72,8	72,7	72,4
50	66,8	69,9	72,3	74,3	75,5	75,9	76,6	77,0	76,8	76,6
63	70,0	73,2	75,7	77,7	79,1	79,5	80,1	80,6	80,4	80,2
80	72,8	76,1	78,6	80,7	82,0	82,5	83,2	83,6	83,4	83,2
100	74,9	78,2	80,7	82,9	84,2	84,7	85,4	85,8	85,6	85,3
125	76,0	79,3	81,8	84,0	85,4	85,9	86,6	87,0	86,7	86,4
160	76,8	80,1	82,6	84,8	86,2	86,7	87,4	87,8	87,4	87,0
200	77,6	81,0	83,5	85,7	87,1	87,6	88,4	88,7	88,2	87,8
250	78,8	82,1	84,7	86,9	88,3	88,9	89,6	89,8	89,4	88,9
315	79,6	83,1	85,7	87,9	89,4	89,9	90,6	90,9	90,4	89,9
400	80,2	83,8	86,5	88,8	90,2	90,8	91,5	91,8	91,3	90,8
500	80,4	84,1	86,9	89,3	90,8	91,3	92,1	92,4	92,0	91,6
630	80,5	84,2	87,1	89,6	91,1	91,6	92,4	92,8	92,5	92,2
800	80,7	84,5	87,3	89,9	91,4	91,9	92,6	93,2	93,0	92,8
1000	81,2	85,0	87,9	90,4	91,9	92,4	93,1	93,7	93,7	93,6
1250	81,8	85,6	88,6	91,1	92,6	93,1	93,8	94,5	94,5	94,6
1600	82,3	86,1	89,1	91,7	93,2	93,6	94,3	95,1	95,3	95,5
2000	81,8	85,7	88,7	91,3	92,8	93,3	93,9	94,8	95,0	95,5
2500	80,8	84,7	87,7	90,3	91,8	92,2	92,9	93,9	94,2	94,8
3150	79,2	83,2	86,3	88,9	90,4	90,8	91,4	92,5	93,0	93,4
4000	76,7	80,8	84,0	86,6	88,1	88,4	89,1	90,4	90,8	90,9
5000	72,9	77,2	80,4	83,1	84,6	85,0	85,6	87,0	87,3	86,9
6300	67,1	71,4	74,8	77,6	79,2	79,6	80,2	81,5	81,6	80,9
8000	58,9	63,2	66,6	69,5	71,2	71,7	72,3	73,5	73,3	72,6
10000	49,5	53,8	57,2	60,2	61,9	62,4	63,1	64,1	64,0	63,2

Tab. 113: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,6	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5
25	61,9	61,8	61,7	61,7	61,7	61,7	61,7	61,7	61,7
31,5	67,4	67,3	67,2	67,2	67,2	67,2	67,3	67,3	67,3
40	72,2	72,1	72,1	72,1	72,1	72,1	72,1	72,1	72,1
50	76,4	76,3	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,3	76,3
63	79,9	79,9	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8
80	82,9	82,9	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8
100	85,1	85,0	84,9	84,9	84,9	84,9	84,9	85,0	85,0
125	86,1	86,0	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	86,0	86,0
160	86,7	86,6	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,6	86,6
200	87,5	87,3	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2	87,3	87,3
250	88,6	88,4	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,4	88,4
315	89,5	89,4	89,3	89,3	89,3	89,3	89,3	89,4	89,4
400	90,5	90,3	90,2	90,2	90,2	90,3	90,3	90,4	90,5
500	91,3	91,1	91,1	91,1	91,1	91,2	91,3	91,4	91,5
630	92,0	91,9	92,0	92,0	92,1	92,2	92,2	92,4	92,4
800	92,7	92,8	92,9	93,0	93,1	93,2	93,3	93,4	93,5
1000	93,7	93,8	93,9	94,1	94,2	94,4	94,5	94,6	94,6
1250	94,8	95,0	95,1	95,3	95,4	95,5	95,5	95,6	95,6
1600	95,8	96,0	96,1	96,2	96,2	96,2	96,2	96,1	96,1
2000	95,8	95,9	95,9	95,9	95,8	95,7	95,6	95,5	95,4
2500	95,0	94,9	94,7	94,6	94,4	94,3	94,2	94,1	94,0
3150	93,3	93,0	92,8	92,6	92,5	92,3	92,2	92,1	92,0
4000	90,4	90,1	89,8	89,7	89,5	89,4	89,3	89,2	89,0
5000	86,2	85,9	85,6	85,5	85,3	85,1	85,0	84,9	84,8
6300	80,2	79,9	79,6	79,4	79,2	79,0	78,9	78,7	78,6
8000	71,9	71,5	71,1	70,9	70,7	70,5	70,3	70,2	70,0
10000	62,3	61,9	61,5	61,2	61,0	60,7	60,6	60,4	60,2

9.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 114: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,4	51,0	52,8	54,4	55,2	55,5	56,2	56,3	56,2	55,9
25	54,2	56,9	58,8	60,5	61,4	61,8	62,4	62,6	62,4	62,1
31,5	59,2	62,1	64,2	66,0	66,9	67,3	67,9	68,1	68,0	67,7
40	63,6	66,6	68,8	70,7	71,7	72,1	72,8	72,9	72,8	72,5
50	67,3	70,5	72,8	74,8	75,8	76,2	76,9	77,1	77,0	76,7
63	70,6	73,8	76,2	78,3	79,3	79,7	80,5	80,7	80,5	80,2
80	73,4	76,7	79,1	81,2	82,3	82,7	83,5	83,7	83,5	83,2
100	75,5	78,8	81,2	83,4	84,5	85,0	85,7	85,9	85,7	85,4
125	76,6	79,9	82,4	84,5	85,6	86,1	86,9	87,0	86,8	86,4
160	77,4	80,7	83,2	85,4	86,5	87,0	87,7	87,8	87,5	87,0
200	78,3	81,5	84,1	86,2	87,4	87,9	88,7	88,7	88,3	87,8
250	79,4	82,7	85,2	87,4	88,6	89,1	89,9	89,8	89,4	88,9
315	80,3	83,6	86,2	88,5	89,6	90,1	90,9	90,8	90,4	89,9
400	80,8	84,3	87,0	89,3	90,5	91,0	91,8	91,7	91,3	90,8
500	81,1	84,7	87,5	89,9	91,0	91,6	92,4	92,4	92,0	91,6
630	81,1	84,8	87,7	90,1	91,3	91,8	92,6	92,8	92,6	92,2
800	81,3	85,0	87,9	90,4	91,6	92,1	92,9	93,2	93,1	92,9
1000	81,8	85,6	88,4	90,9	92,1	92,6	93,4	93,8	93,8	93,7
1250	82,4	86,2	89,1	91,6	92,8	93,2	94,0	94,6	94,6	94,7
1600	82,8	86,7	89,6	92,2	93,3	93,8	94,6	95,2	95,3	95,6
2000	82,4	86,3	89,2	91,8	92,9	93,3	94,2	94,9	95,1	95,6
2500	81,2	85,2	88,1	90,7	91,8	92,3	93,1	93,9	94,3	94,8
3150	79,6	83,6	86,5	89,2	90,3	90,7	91,5	92,5	92,9	93,2
4000	76,9	81,0	84,0	86,7	87,8	88,1	88,9	90,1	90,5	90,3
5000	72,9	77,1	80,2	83,0	84,1	84,4	85,2	86,4	86,6	86,0
6300	66,6	71,0	74,2	77,0	78,2	78,6	79,4	80,5	80,4	79,6
8000	57,7	62,1	65,4	68,3	69,5	70,0	70,8	71,7	71,5	70,6
10000	47,3	51,7	55,0	57,9	59,2	59,7	60,5	61,3	61,1	60,1

Tab. 115: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,7	55,7	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	55,7	55,7
25	62,0	61,9	61,9	61,9	61,9	61,8	61,9	61,9	61,9
31,5	67,5	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4
40	72,3	72,3	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
50	76,5	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4
63	80,1	80,0	80,0	79,9	79,9	79,9	79,9	80,0	80,0
80	83,1	83,0	83,0	82,9	82,9	82,9	82,9	83,0	83,0
100	85,2	85,1	85,1	85,1	85,1	85,1	85,1	85,1	85,1
125	86,2	86,1	86,1	86,0	86,0	86,1	86,1	86,1	86,1
160	86,8	86,7	86,7	86,6	86,6	86,7	86,7	86,7	86,8
200	87,5	87,4	87,4	87,3	87,3	87,4	87,4	87,4	87,5
250	88,6	88,5	88,4	88,4	88,4	88,5	88,5	88,5	88,6
315	89,6	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,5	89,5	89,6
400	90,5	90,4	90,3	90,3	90,3	90,4	90,5	90,5	90,6
500	91,3	91,2	91,2	91,2	91,3	91,4	91,4	91,5	91,6
630	92,1	92,0	92,1	92,1	92,2	92,3	92,4	92,5	92,6
800	92,8	92,9	93,0	93,1	93,2	93,3	93,4	93,5	93,6
1000	93,8	93,9	94,1	94,2	94,3	94,5	94,6	94,6	94,7
1250	94,9	95,1	95,3	95,4	95,5	95,6	95,6	95,6	95,6
1600	95,9	96,1	96,2	96,2	96,3	96,2	96,2	96,1	96,0
2000	95,9	95,9	95,9	95,8	95,7	95,6	95,5	95,4	95,3
2500	94,8	94,7	94,6	94,4	94,3	94,1	94,0	94,0	93,9
3150	93,0	92,7	92,5	92,3	92,2	92,0	91,9	91,9	91,8
4000	89,9	89,6	89,4	89,2	89,0	88,9	88,8	88,7	88,6
5000	85,5	85,1	84,9	84,7	84,6	84,4	84,3	84,2	84,1
6300	79,0	78,7	78,4	78,2	78,0	77,8	77,7	77,6	77,4
8000	69,9	69,5	69,3	69,0	68,8	68,6	68,4	68,3	68,2
10000	59,4	58,9	58,6	58,3	58,1	57,8	57,7	57,5	57,4

9.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 116: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,9	51,3	53,2	54,7	55,3	55,8	56,4	56,4	56,3	56,0
25	54,7	57,3	59,3	60,9	61,6	62,0	62,6	62,7	62,5	62,3
31,5	59,8	62,5	64,6	66,3	67,0	67,5	68,2	68,2	68,0	67,8
40	64,1	67,0	69,3	71,1	71,8	72,3	73,0	73,1	72,9	72,6
50	67,9	70,9	73,3	75,2	75,9	76,4	77,1	77,2	77,0	76,8
63	71,2	74,3	76,7	78,7	79,5	80,0	80,7	80,8	80,6	80,3
80	74,0	77,1	79,6	81,6	82,5	83,0	83,7	83,8	83,6	83,3
100	76,0	79,2	81,7	83,8	84,7	85,2	86,0	86,0	85,8	85,5
125	77,1	80,3	82,9	85,0	85,8	86,4	87,1	87,1	86,8	86,5
160	77,9	81,1	83,7	85,8	86,7	87,2	88,0	87,8	87,5	87,1
200	78,8	82,0	84,5	86,7	87,6	88,2	88,9	88,7	88,3	87,8
250	79,9	83,1	85,7	87,8	88,8	89,4	90,1	89,8	89,4	88,9
315	80,8	84,1	86,7	88,9	89,8	90,4	91,1	90,8	90,4	89,9
400	81,4	84,8	87,5	89,7	90,7	91,3	92,0	91,7	91,3	90,8
500	81,6	85,2	88,0	90,3	91,2	91,8	92,5	92,4	92,0	91,6
630	81,7	85,3	88,2	90,5	91,5	92,1	92,8	92,8	92,6	92,2
800	81,9	85,5	88,4	90,8	91,7	92,3	93,1	93,2	93,1	92,9
1000	82,4	86,0	88,9	91,3	92,2	92,8	93,6	93,9	93,8	93,8
1250	82,9	86,6	89,5	92,0	92,9	93,4	94,3	94,6	94,7	94,8
1600	83,4	87,1	90,0	92,5	93,4	93,9	94,8	95,2	95,4	95,8
2000	82,8	86,6	89,6	92,1	92,9	93,4	94,3	94,9	95,2	95,7
2500	81,6	85,5	88,5	90,9	91,8	92,3	93,2	93,9	94,3	94,8
3150	79,9	83,7	86,8	89,3	90,1	90,5	91,5	92,4	92,8	93,0
4000	77,1	81,0	84,1	86,6	87,4	87,8	88,9	89,9	90,1	89,8
5000	72,8	76,8	80,0	82,6	83,4	83,8	84,9	85,9	85,8	85,1
6300	66,1	70,3	73,6	76,3	77,1	77,6	78,6	79,4	79,1	78,3
8000	56,5	60,7	64,1	66,8	67,8	68,3	69,3	69,9	69,4	68,5
10000	45,1	49,3	52,7	55,5	56,4	57,0	58,0	58,5	58,0	57,0

Tab. 117: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,9	55,8	55,8	55,8	55,7	55,8	55,8	55,8	55,8
25	62,1	62,1	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0
31,5	67,6	67,6	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,6
40	72,5	72,4	72,4	72,3	72,3	72,3	72,4	72,4	72,4
50	76,6	76,6	76,5	76,5	76,5	76,5	76,5	76,5	76,6
63	80,2	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1
80	83,2	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1
100	85,3	85,3	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,3
125	86,3	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,3
160	86,9	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,9	86,9
200	87,6	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,6	87,6
250	88,7	88,6	88,5	88,5	88,5	88,5	88,6	88,7	88,7
315	89,6	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,6	89,6	89,7
400	90,6	90,5	90,4	90,4	90,5	90,5	90,6	90,7	90,7
500	91,4	91,3	91,3	91,3	91,4	91,4	91,5	91,6	91,7
630	92,2	92,1	92,2	92,3	92,3	92,4	92,5	92,6	92,7
800	92,9	93,0	93,1	93,2	93,3	93,4	93,5	93,6	93,7
1000	93,9	94,0	94,2	94,3	94,5	94,6	94,7	94,7	94,8
1250	95,0	95,2	95,3	95,5	95,6	95,6	95,7	95,7	95,6
1600	96,0	96,2	96,2	96,3	96,2	96,2	96,2	96,1	96,0
2000	95,9	95,9	95,8	95,7	95,6	95,5	95,4	95,3	95,3
2500	94,7	94,6	94,4	94,2	94,1	94,0	93,9	93,8	93,7
3150	92,7	92,4	92,2	92,0	91,9	91,8	91,7	91,6	91,5
4000	89,4	89,1	88,9	88,7	88,6	88,5	88,3	88,2	88,2
5000	84,7	84,4	84,2	84,0	83,8	83,7	83,5	83,4	83,3
6300	77,8	77,5	77,2	77,0	76,8	76,7	76,5	76,4	76,3
8000	68,0	67,7	67,4	67,1	66,9	66,7	66,6	66,4	66,3
10000	56,4	56,0	55,7	55,4	55,2	55,0	54,8	54,6	54,5

9.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 118: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,1	56,6	56,6	56,4	56,1
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,4	62,9	62,8	62,6	62,4
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,9	68,4	68,4	68,1	67,9
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,7	73,2	73,2	73,0	72,7
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,8	77,4	77,4	77,1	76,9
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,4	81,0	80,9	80,7	80,4
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,4	84,0	83,9	83,7	83,4
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,6	86,2	86,1	85,9	85,6
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,8	87,4	87,2	86,9	86,6
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,6	88,2	87,9	87,5	87,2
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,5	89,1	88,7	88,3	87,9
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,7	90,2	89,9	89,4	89,0
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,7	91,3	90,8	90,3	89,9
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,6	92,1	91,7	91,2	90,8
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,1	92,7	92,4	92,0	91,6
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,3	93,0	92,9	92,6	92,3
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,6	93,3	93,3	93,1	93,0
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	93,0	93,8	93,9	93,9	93,9
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,6	94,5	94,7	94,7	94,9
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,1	95,0	95,3	95,5	95,9
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,6	94,5	94,9	95,3	95,7
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,3	93,3	93,8	94,4	94,6
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,4	91,6	92,2	92,7	92,6
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,5	88,7	89,4	89,6	89,1
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,1	84,4	85,0	84,7	84,0
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,3	77,6	77,9	77,3	76,6
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	66,0	67,2	67,4	66,7	65,9
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,4	54,6	54,6	53,9	53,0

Tab. 119: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,0	56,0	56,0	55,9	55,9	56,0	56,0	56,0	56,0
25	62,3	62,2	62,2	62,2	62,1	62,2	62,2	62,2	62,2
31,5	67,8	67,8	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,8
40	72,6	72,6	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,6	72,6
50	76,8	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,8
63	80,4	80,3	80,3	80,2	80,2	80,3	80,3	80,3	80,3
80	83,4	83,3	83,3	83,2	83,2	83,3	83,3	83,3	83,3
100	85,5	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,5
125	86,5	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,5
160	87,1	87,0	86,9	87,0	87,0	87,0	87,0	87,1	87,1
200	87,8	87,7	87,6	87,7	87,7	87,7	87,7	87,8	87,8
250	88,8	88,7	88,7	88,7	88,7	88,7	88,7	88,8	88,9
315	89,8	89,7	89,6	89,6	89,7	89,7	89,7	89,8	89,9
400	90,7	90,6	90,6	90,6	90,6	90,6	90,7	90,8	90,9
500	91,5	91,5	91,4	91,5	91,6	91,6	91,7	91,8	91,9
630	92,3	92,3	92,3	92,4	92,5	92,6	92,6	92,8	92,9
800	93,0	93,1	93,2	93,4	93,5	93,6	93,6	93,8	93,9
1000	94,0	94,2	94,3	94,5	94,6	94,7	94,8	94,8	94,9
1250	95,1	95,3	95,4	95,6	95,6	95,7	95,7	95,7	95,7
1600	96,1	96,2	96,3	96,3	96,2	96,2	96,1	96,0	96,0
2000	95,8	95,8	95,7	95,6	95,5	95,4	95,3	95,2	95,2
2500	94,5	94,4	94,2	94,0	93,9	93,8	93,7	93,6	93,5
3150	92,3	92,0	91,8	91,7	91,5	91,4	91,3	91,2	91,2
4000	88,8	88,5	88,3	88,1	87,9	87,9	87,7	87,6	87,6
5000	83,7	83,4	83,2	83,0	82,8	82,7	82,6	82,5	82,4
6300	76,2	75,9	75,6	75,4	75,2	75,1	74,9	74,8	74,7
8000	65,4	65,1	64,8	64,6	64,4	64,2	64,0	63,9	63,8
10000	52,5	52,1	51,8	51,5	51,3	51,1	50,9	50,8	50,6

9.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 120: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,1	56,6	56,6	56,4	56,1
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,4	62,9	62,8	62,6	62,4
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,9	68,4	68,4	68,1	67,9
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,7	73,2	73,2	73,0	72,7
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,8	77,4	77,4	77,1	76,9
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,4	81,0	80,9	80,7	80,4
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,4	84,0	83,9	83,7	83,4
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,6	86,2	86,1	85,9	85,6
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,8	87,4	87,2	86,9	86,6
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,6	88,2	87,9	87,5	87,2
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,5	89,1	88,7	88,3	87,9
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,7	90,2	89,9	89,4	89,0
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,7	91,3	90,8	90,3	89,9
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,6	92,1	91,7	91,2	90,8
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,1	92,7	92,4	92,0	91,6
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,3	93,0	92,9	92,6	92,3
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,6	93,3	93,3	93,1	93,0
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	93,0	93,8	93,9	93,9	93,9
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,6	94,5	94,7	94,7	94,9
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,1	95,0	95,3	95,5	95,9
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,6	94,5	94,9	95,3	95,7
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,3	93,3	93,8	94,4	94,6
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,4	91,6	92,2	92,7	92,6
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,5	88,7	89,4	89,6	89,1
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,1	84,4	85,0	84,7	84,0
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,3	77,6	77,9	77,3	76,6
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	66,0	67,2	67,4	66,7	65,9
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,4	54,6	54,6	53,9	53,0

Tab. 121: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,0	56,0	56,0	55,9	55,9	56,0	56,0	56,0	56,0
25	62,3	62,2	62,2	62,2	62,1	62,2	62,2	62,2	62,2
31,5	67,8	67,8	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,8
40	72,6	72,6	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,6	72,6
50	76,8	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,8
63	80,4	80,3	80,3	80,2	80,2	80,3	80,3	80,3	80,3
80	83,4	83,3	83,3	83,2	83,2	83,3	83,3	83,3	83,3
100	85,5	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,5
125	86,5	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,5
160	87,1	87,0	86,9	87,0	87,0	87,0	87,0	87,1	87,1
200	87,8	87,7	87,6	87,7	87,7	87,7	87,7	87,8	87,8
250	88,8	88,7	88,7	88,7	88,7	88,7	88,7	88,8	88,9
315	89,8	89,7	89,6	89,6	89,7	89,7	89,7	89,8	89,9
400	90,7	90,6	90,6	90,6	90,6	90,6	90,7	90,8	90,9
500	91,5	91,5	91,4	91,5	91,6	91,6	91,7	91,8	91,9
630	92,3	92,3	92,3	92,4	92,5	92,6	92,6	92,8	92,9
800	93,0	93,1	93,2	93,4	93,5	93,6	93,6	93,8	93,9
1000	94,0	94,2	94,3	94,5	94,6	94,7	94,8	94,8	94,9
1250	95,1	95,3	95,4	95,6	95,6	95,7	95,7	95,7	95,7
1600	96,1	96,2	96,3	96,3	96,2	96,2	96,1	96,0	96,0
2000	95,8	95,8	95,7	95,6	95,5	95,4	95,3	95,2	95,2
2500	94,5	94,4	94,2	94,0	93,9	93,8	93,7	93,6	93,5
3150	92,3	92,0	91,8	91,7	91,5	91,4	91,3	91,2	91,2
4000	88,8	88,5	88,3	88,1	87,9	87,9	87,7	87,6	87,6
5000	83,7	83,4	83,2	83,0	82,8	82,7	82,6	82,5	82,4
6300	76,2	75,9	75,6	75,4	75,2	75,1	74,9	74,8	74,7
8000	65,4	65,1	64,8	64,6	64,4	64,2	64,0	63,9	63,8
10000	52,5	52,1	51,8	51,5	51,3	51,1	50,9	50,8	50,6

9.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 122: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	56,1	56,6	56,6	56,4	56,1
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,4	62,9	62,8	62,6	62,4
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,9	68,4	68,4	68,1	67,9
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,7	73,2	73,2	73,0	72,7
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,8	77,4	77,4	77,1	76,9
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,4	81,0	80,9	80,7	80,4
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,4	84,0	83,9	83,7	83,4
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,6	86,2	86,1	85,9	85,6
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,8	87,4	87,2	86,9	86,6
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,6	88,2	87,9	87,5	87,2
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,5	89,1	88,7	88,3	87,9
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,7	90,2	89,9	89,4	89,0
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,7	91,3	90,8	90,3	89,9
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,6	92,1	91,7	91,2	90,8
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	92,1	92,7	92,4	92,0	91,6
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,3	93,0	92,9	92,6	92,3
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,6	93,3	93,3	93,1	93,0
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	93,0	93,8	93,9	93,9	93,9
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,6	94,5	94,7	94,7	94,9
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,1	95,0	95,3	95,5	95,9
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,6	94,5	94,9	95,3	95,7
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,3	93,3	93,8	94,4	94,6
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,4	91,6	92,2	92,7	92,6
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,5	88,7	89,4	89,6	89,1
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,1	84,4	85,0	84,7	84,0
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,3	77,6	77,9	77,3	76,6
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	66,0	67,2	67,4	66,7	65,9
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,4	54,6	54,6	53,9	53,0

Tab. 123: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,0	56,0	56,0	55,9	55,9	56,0	56,0	56,0	56,0
25	62,3	62,2	62,2	62,2	62,1	62,2	62,2	62,2	62,2
31,5	67,8	67,8	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,8
40	72,6	72,6	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,6	72,6
50	76,8	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,8
63	80,4	80,3	80,3	80,2	80,2	80,3	80,3	80,3	80,3
80	83,4	83,3	83,3	83,2	83,2	83,3	83,3	83,3	83,3
100	85,5	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,5
125	86,5	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,5
160	87,1	87,0	86,9	87,0	87,0	87,0	87,0	87,1	87,1
200	87,8	87,7	87,6	87,7	87,7	87,7	87,7	87,8	87,8
250	88,8	88,7	88,7	88,7	88,7	88,7	88,7	88,8	88,9
315	89,8	89,7	89,6	89,6	89,7	89,7	89,7	89,8	89,9
400	90,7	90,6	90,6	90,6	90,6	90,6	90,7	90,8	90,9
500	91,5	91,5	91,4	91,5	91,6	91,6	91,7	91,8	91,9
630	92,3	92,3	92,3	92,4	92,5	92,6	92,6	92,8	92,9
800	93,0	93,1	93,2	93,4	93,5	93,6	93,6	93,8	93,9
1000	94,0	94,2	94,3	94,5	94,6	94,7	94,8	94,8	94,9
1250	95,1	95,3	95,4	95,6	95,6	95,7	95,7	95,7	95,7
1600	96,1	96,2	96,3	96,3	96,2	96,2	96,1	96,0	96,0
2000	95,8	95,8	95,7	95,6	95,5	95,4	95,3	95,2	95,2
2500	94,5	94,4	94,2	94,0	93,9	93,8	93,7	93,6	93,5
3150	92,3	92,0	91,8	91,7	91,5	91,4	91,3	91,2	91,2
4000	88,8	88,5	88,3	88,1	87,9	87,9	87,7	87,6	87,6
5000	83,7	83,4	83,2	83,0	82,8	82,7	82,6	82,5	82,4
6300	76,2	75,9	75,6	75,4	75,2	75,1	74,9	74,8	74,7
8000	65,4	65,1	64,8	64,6	64,4	64,2	64,0	63,9	63,8
10000	52,5	52,1	51,8	51,5	51,3	51,1	50,9	50,8	50,6

9.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 124: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,9	52,1	54,1	55,3	55,8	56,4	56,8	56,7	56,5	56,3
25	55,7	58,1	60,2	61,5	62,0	62,6	63,1	63,0	62,7	62,5
31,5	60,8	63,4	65,6	67,0	67,5	68,2	68,6	68,5	68,2	68,0
40	65,2	67,9	70,2	71,8	72,3	73,0	73,5	73,3	73,1	72,9
50	69,0	71,9	74,3	75,9	76,4	77,1	77,6	77,5	77,2	77,0
63	72,3	75,2	77,7	79,4	80,0	80,6	81,2	81,1	80,8	80,6
80	75,1	78,1	80,6	82,3	83,0	83,7	84,2	84,1	83,8	83,6
100	77,2	80,2	82,8	84,5	85,2	85,9	86,4	86,3	86,0	85,7
125	78,3	81,3	83,9	85,7	86,3	87,1	87,6	87,3	87,0	86,7
160	79,1	82,1	84,7	86,5	87,2	87,9	88,3	88,0	87,6	87,3
200	79,9	83,0	85,6	87,3	88,1	88,8	89,2	88,8	88,3	88,0
250	81,0	84,1	86,7	88,5	89,2	90,0	90,4	89,9	89,4	89,1
315	81,9	85,0	87,7	89,5	90,3	91,0	91,3	90,9	90,4	90,0
400	82,5	85,8	88,5	90,4	91,1	91,9	92,2	91,8	91,2	90,9
500	82,7	86,1	89,0	90,9	91,6	92,4	92,8	92,4	92,0	91,7
630	82,8	86,3	89,2	91,1	91,9	92,6	93,2	92,9	92,6	92,4
800	83,0	86,4	89,4	91,4	92,1	92,8	93,5	93,4	93,2	93,1
1000	83,4	86,9	89,9	91,8	92,5	93,2	94,0	94,0	93,9	94,0
1250	84,0	87,5	90,5	92,4	93,1	93,8	94,6	94,7	94,8	95,0
1600	84,3	87,9	90,9	92,9	93,5	94,2	95,1	95,3	95,6	95,9
2000	83,7	87,3	90,3	92,3	92,9	93,6	94,6	94,9	95,4	95,7
2500	82,3	85,9	89,0	91,0	91,6	92,3	93,4	93,8	94,4	94,5
3150	80,3	83,9	87,0	89,0	89,6	90,3	91,5	92,0	92,5	92,2
4000	77,0	80,8	83,9	85,9	86,5	87,1	88,5	89,0	89,0	88,5
5000	72,1	75,9	79,2	81,2	81,8	82,4	83,9	84,2	83,7	83,1
6300	64,3	68,3	71,6	73,8	74,4	75,0	76,4	76,5	75,8	75,1
8000	52,9	56,9	60,4	62,6	63,3	64,0	65,2	65,1	64,3	63,6
10000	39,0	43,0	46,4	48,7	49,4	50,1	51,3	51,2	50,3	49,4

Tab. 125: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,2	56,2	56,1	56,1	56,1	56,1	56,1	56,1	56,1
25	62,4	62,4	62,4	62,3	62,3	62,3	62,4	62,4	62,4
31,5	67,9	67,9	67,9	67,9	67,9	67,9	67,9	67,9	67,9
40	72,8	72,7	72,7	72,7	72,7	72,7	72,7	72,7	72,7
50	76,9	76,9	76,9	76,9	76,9	76,9	76,9	76,9	76,9
63	80,5	80,5	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4
80	83,5	83,5	83,4	83,4	83,4	83,4	83,4	83,4	83,4
100	85,6	85,6	85,6	85,5	85,5	85,5	85,6	85,6	85,6
125	86,6	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,6	86,6	86,6
160	87,2	87,1	87,1	87,1	87,1	87,1	87,2	87,2	87,3
200	87,9	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,9	87,9	88,0
250	88,9	88,9	88,8	88,8	88,9	88,9	88,9	89,0	89,0
315	89,9	89,8	89,8	89,8	89,8	89,8	89,9	89,9	90,0
400	90,8	90,7	90,7	90,7	90,7	90,8	90,9	91,0	91,1
500	91,6	91,5	91,6	91,6	91,7	91,8	91,8	91,9	92,1
630	92,4	92,4	92,4	92,5	92,6	92,7	92,8	92,9	93,0
800	93,1	93,2	93,4	93,5	93,6	93,7	93,8	93,8	93,9
1000	94,1	94,3	94,4	94,6	94,7	94,8	94,9	94,9	94,9
1250	95,2	95,4	95,5	95,6	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7
1600	96,1	96,2	96,3	96,3	96,2	96,2	96,1	96,0	95,9
2000	95,8	95,8	95,7	95,6	95,4	95,3	95,2	95,2	95,0
2500	94,3	94,2	94,0	93,9	93,7	93,6	93,5	93,4	93,3
3150	91,9	91,7	91,5	91,4	91,2	91,1	91,0	90,9	90,8
4000	88,2	87,9	87,8	87,6	87,4	87,3	87,2	87,1	87,0
5000	82,8	82,5	82,3	82,1	82,0	81,8	81,7	81,6	81,5
6300	74,7	74,5	74,2	74,0	73,8	73,7	73,5	73,4	73,3
8000	63,1	62,8	62,6	62,3	62,1	61,9	61,8	61,6	61,5
10000	49,0	48,6	48,3	48,0	47,8	47,6	47,4	47,3	47,1

9.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 126: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	50,1	52,3	54,2	55,5	55,9	56,6	56,9	56,8	56,5	56,4
25	55,9	58,3	60,4	61,7	62,2	62,8	63,2	63,1	62,8	62,6
31,5	61,0	63,6	65,8	67,2	67,7	68,3	68,7	68,6	68,3	68,1
40	65,5	68,2	70,4	71,9	72,4	73,1	73,5	73,4	73,1	73,0
50	69,3	72,1	74,5	76,0	76,6	77,3	77,7	77,6	77,3	77,1
63	72,6	75,5	77,9	79,5	80,1	80,8	81,3	81,2	80,9	80,7
80	75,4	78,3	80,9	82,5	83,1	83,8	84,3	84,2	83,9	83,7
100	77,4	80,4	83,0	84,7	85,3	86,1	86,5	86,4	86,0	85,8
125	78,5	81,6	84,1	85,8	86,5	87,2	87,6	87,4	87,0	86,8
160	79,3	82,3	84,9	86,6	87,3	88,1	88,4	88,1	87,6	87,4
200	80,1	83,2	85,8	87,5	88,2	89,0	89,2	88,8	88,4	88,1
250	81,2	84,3	86,9	88,7	89,3	90,2	90,4	89,9	89,4	89,1
315	82,1	85,3	87,9	89,7	90,3	91,2	91,4	90,9	90,4	90,1
400	82,7	86,0	88,7	90,5	91,2	92,0	92,2	91,8	91,3	91,0
500	83,0	86,4	89,2	91,0	91,7	92,5	92,8	92,4	92,0	91,7
630	83,0	86,5	89,4	91,3	91,9	92,8	93,2	92,9	92,6	92,4
800	83,2	86,7	89,6	91,5	92,1	92,9	93,5	93,4	93,2	93,1
1000	83,6	87,1	90,0	92,0	92,6	93,4	94,0	94,0	94,0	94,0
1250	84,2	87,7	90,6	92,6	93,2	93,9	94,7	94,8	94,9	95,1
1600	84,5	88,0	91,0	93,0	93,6	94,3	95,1	95,4	95,6	96,0
2000	83,9	87,4	90,4	92,4	92,9	93,7	94,6	94,9	95,4	95,7
2500	82,4	86,0	89,1	91,0	91,6	92,3	93,3	93,8	94,3	94,4
3150	80,3	83,9	87,0	89,0	89,5	90,2	91,4	91,9	92,3	92,0
4000	76,9	80,6	83,8	85,7	86,2	86,8	88,2	88,8	88,7	88,1
5000	71,8	75,6	78,8	80,8	81,3	81,9	83,4	83,7	83,1	82,6
6300	63,7	67,6	71,0	73,1	73,6	74,3	75,6	75,7	74,9	74,2
8000	51,8	55,8	59,2	61,3	62,0	62,7	63,8	63,7	62,8	62,1
10000	37,1	41,1	44,5	46,7	47,4	48,1	49,2	49,1	48,1	47,3

Tab. 127: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	56,3	56,3	56,2	56,2	56,2	56,2	56,2	56,2	56,2
25	62,5	62,5	62,4	62,4	62,5	62,4	62,4	62,5	62,5
31,5	68,0	68,0	67,9	67,9	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0
40	72,9	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8
50	77,0	77,0	76,9	76,9	77,0	76,9	76,9	77,0	77,0
63	80,6	80,6	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5
80	83,6	83,6	83,5	83,5	83,5	83,5	83,5	83,5	83,5
100	85,7	85,7	85,6	85,6	85,6	85,6	85,6	85,7	85,7
125	86,7	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6	86,7	86,7
160	87,3	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2	87,3	87,3	87,4
200	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	88,0	88,0	88,1
250	89,0	88,9	88,9	88,9	88,9	89,0	89,0	89,1	89,1
315	89,9	89,8	89,8	89,8	89,9	89,9	90,0	90,0	90,1
400	90,8	90,7	90,8	90,8	90,8	90,9	90,9	91,1	91,2
500	91,6	91,6	91,6	91,7	91,7	91,8	91,9	92,0	92,1
630	92,4	92,4	92,5	92,6	92,7	92,7	92,8	93,0	93,1
800	93,2	93,3	93,4	93,5	93,6	93,7	93,8	93,9	94,0
1000	94,2	94,3	94,5	94,6	94,7	94,8	94,9	94,9	95,0
1250	95,3	95,4	95,6	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7
1600	96,1	96,2	96,2	96,2	96,2	96,1	96,1	96,0	95,9
2000	95,7	95,7	95,6	95,5	95,4	95,3	95,2	95,1	95,0
2500	94,2	94,1	93,9	93,7	93,6	93,5	93,4	93,3	93,2
3150	91,7	91,5	91,3	91,2	91,1	90,9	90,8	90,7	90,6
4000	87,8	87,6	87,4	87,2	87,1	87,0	86,8	86,7	86,7
5000	82,2	82,0	81,7	81,6	81,4	81,3	81,1	81,0	80,9
6300	73,9	73,6	73,3	73,1	73,0	72,8	72,7	72,5	72,4
8000	61,7	61,4	61,1	60,9	60,7	60,5	60,4	60,2	60,1
10000	46,8	46,5	46,1	45,9	45,7	45,5	45,3	45,1	45,0

10 Betriebsmodus 2000 kW s

10.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 128: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	51,3	52,6	53,8	54,8	55,5	55,7	55,7	56,2	56,2	55,9	55,8
25	57,2	58,6	59,9	61,0	61,7	61,9	62,0	62,5	62,4	62,2	62,0
31,5	62,4	63,9	65,3	66,5	67,1	67,4	67,5	68,0	67,9	67,7	67,5
40	66,9	68,5	70,0	71,2	71,9	72,2	72,3	72,8	72,7	72,5	72,3
50	70,8	72,5	74,0	75,3	76,0	76,3	76,5	77,0	76,9	76,6	76,5
63	74,1	75,8	77,4	78,8	79,5	79,8	80,0	80,5	80,4	80,2	80,0
80	77,0	78,7	80,4	81,8	82,5	82,8	83,1	83,5	83,4	83,2	83,0
100	79,1	80,9	82,5	83,9	84,7	85,0	85,3	85,7	85,6	85,3	85,2
125	80,2	81,9	83,6	85,1	85,8	86,2	86,5	86,8	86,6	86,3	86,1
160	81,0	82,7	84,4	85,8	86,6	87,0	87,3	87,6	87,3	87,0	86,8
200	81,8	83,6	85,3	86,7	87,5	87,9	88,2	88,4	88,1	87,7	87,5
250	82,9	84,7	86,5	87,9	88,7	89,1	89,4	89,5	89,2	88,8	88,6
315	83,9	85,7	87,5	88,9	89,7	90,1	90,4	90,5	90,2	89,8	89,5
400	84,6	86,5	88,3	89,8	90,6	90,9	91,3	91,4	91,1	90,7	90,4
500	84,9	86,9	88,8	90,3	91,1	91,5	91,9	92,1	91,8	91,4	91,2
630	85,0	87,0	89,0	90,5	91,4	91,7	92,1	92,5	92,3	92,1	91,9
800	85,2	87,2	89,2	90,8	91,6	91,9	92,4	92,9	92,8	92,6	92,5
1000	85,7	87,7	89,7	91,3	92,1	92,4	92,8	93,4	93,4	93,4	93,4
1250	86,3	88,3	90,3	92,0	92,8	93,1	93,5	94,1	94,2	94,3	94,4
1600	86,7	88,8	90,7	92,4	93,2	93,5	93,9	94,7	94,9	95,0	95,3
2000	86,2	88,3	90,2	91,9	92,7	93,0	93,4	94,3	94,5	94,9	95,2
2500	84,9	87,0	89,0	90,7	91,5	91,8	92,2	93,2	93,5	94,0	94,1
3150	83,0	85,2	87,2	88,9	89,7	89,9	90,3	91,5	91,9	92,2	92,1
4000	80,1	82,2	84,3	86,0	86,8	87,0	87,4	88,8	89,1	89,0	88,6
5000	75,5	77,8	79,8	81,6	82,4	82,6	83,0	84,4	84,5	84,0	83,5
6300	68,4	70,7	72,8	74,7	75,5	75,8	76,2	77,3	77,3	76,6	76,1
8000	57,8	60,2	62,4	64,3	65,2	65,5	66,0	66,9	66,7	66,0	65,4
10000	45,1	47,5	49,7	51,6	52,5	52,8	53,4	54,1	54,0	53,2	52,5

Tab. 129: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	55,7	55,7	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6
25	61,9	61,9	61,9	61,9	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8
31,5	67,5	67,4	67,4	67,4	67,3	67,3	67,4	67,3	67,3	67,4
40	72,3	72,2	72,2	72,2	72,1	72,1	72,2	72,1	72,1	72,2
50	76,4	76,4	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3
63	79,9	79,9	79,9	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8
80	82,9	82,9	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8
100	85,1	85,0	85,0	85,0	84,9	84,9	85,0	84,9	84,9	85,0
125	86,0	86,0	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	86,0
160	86,6	86,6	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,6
200	87,4	87,3	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2	87,3
250	88,4	88,3	88,3	88,3	88,2	88,2	88,3	88,3	88,3	88,3
315	89,4	89,3	89,2	89,2	89,2	89,2	89,2	89,2	89,3	89,3
400	90,3	90,2	90,2	90,2	90,1	90,1	90,2	90,2	90,2	90,3
500	91,1	91,0	91,0	91,0	91,0	91,0	91,1	91,1	91,2	91,3
630	91,8	91,8	91,8	91,9	91,9	91,9	92,0	92,1	92,1	92,2
800	92,6	92,6	92,7	92,8	92,8	92,9	93,0	93,0	93,1	93,2
1000	93,5	93,6	93,7	93,8	93,9	94,0	94,1	94,1	94,2	94,3
1250	94,6	94,7	94,8	94,9	95,0	95,0	95,1	95,1	95,2	95,2
1600	95,5	95,6	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7	95,6	95,6
2000	95,3	95,3	95,3	95,2	95,2	95,1	95,0	94,9	94,9	94,8
2500	94,0	93,9	93,8	93,7	93,6	93,5	93,4	93,3	93,2	93,2
3150	91,8	91,6	91,5	91,4	91,2	91,1	91,1	90,9	90,9	90,8
4000	88,3	88,1	87,9	87,8	87,7	87,5	87,5	87,3	87,3	87,2
5000	83,2	83,0	82,8	82,7	82,6	82,4	82,3	82,2	82,1	82,0
6300	75,7	75,5	75,3	75,1	75,0	74,8	74,7	74,6	74,5	74,4
8000	65,0	64,8	64,5	64,3	64,2	64,0	63,9	63,7	63,6	63,5
10000	52,1	51,8	51,5	51,3	51,1	50,9	50,8	50,6	50,5	50,4

10.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 130: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,9	50,5	52,3	53,9	55,0	55,2	55,6	55,6	55,4	55,2
25	53,6	56,4	58,4	60,1	61,2	61,5	61,9	61,9	61,6	61,5
31,5	58,7	61,6	63,7	65,5	66,7	67,0	67,4	67,4	67,1	67,0
40	63,0	66,0	68,3	70,2	71,4	71,8	72,2	72,2	71,9	71,8
50	66,8	69,9	72,3	74,3	75,5	75,9	76,4	76,4	76,1	75,9
63	70,0	73,2	75,7	77,7	79,1	79,5	79,9	79,9	79,6	79,5
80	72,8	76,1	78,6	80,7	82,0	82,5	83,0	82,9	82,6	82,5
100	74,9	78,2	80,7	82,9	84,2	84,7	85,2	85,1	84,8	84,6
125	76,0	79,3	81,8	84,0	85,4	85,9	86,3	86,1	85,7	85,6
160	76,8	80,1	82,6	84,8	86,2	86,7	87,1	86,8	86,4	86,2
200	77,6	81,0	83,5	85,7	87,1	87,6	87,9	87,6	87,1	86,9
250	78,8	82,1	84,7	86,9	88,3	88,8	89,1	88,7	88,3	88,0
315	79,6	83,1	85,7	87,9	89,4	89,9	90,1	89,7	89,2	89,0
400	80,2	83,8	86,5	88,8	90,2	90,8	91,1	90,7	90,2	89,9
500	80,4	84,1	86,9	89,3	90,8	91,3	91,7	91,4	91,0	90,8
630	80,5	84,2	87,1	89,6	91,1	91,6	92,1	92,0	91,6	91,5
800	80,7	84,5	87,3	89,9	91,4	91,9	92,5	92,5	92,3	92,3
1000	81,2	85,0	87,9	90,4	91,9	92,4	93,1	93,2	93,1	93,2
1250	81,8	85,6	88,6	91,1	92,6	93,1	93,8	94,1	94,2	94,4
1600	82,3	86,1	89,1	91,7	93,2	93,7	94,5	94,8	95,1	95,4
2000	81,8	85,7	88,7	91,3	92,8	93,3	94,2	94,7	95,2	95,4
2500	80,8	84,7	87,7	90,3	91,8	92,3	93,3	93,9	94,4	94,4
3150	79,2	83,2	86,3	88,9	90,4	90,8	91,9	92,6	92,8	92,6
4000	76,7	80,8	84,0	86,6	88,1	88,5	89,8	90,4	90,1	89,7
5000	72,9	77,2	80,4	83,1	84,6	85,1	86,3	86,7	86,0	85,5
6300	67,1	71,4	74,8	77,6	79,2	79,7	80,8	80,9	80,0	79,5
8000	58,9	63,2	66,6	69,5	71,2	71,8	72,7	72,6	71,7	71,1
10000	49,5	53,8	57,2	60,2	61,9	62,4	63,3	63,2	62,2	61,5

Tab. 131: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,2	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,2	55,2	55,2
25	61,4	61,3	61,4	61,3	61,3	61,4	61,4	61,4	61,4
31,5	66,9	66,9	66,9	66,9	66,9	66,9	66,9	66,9	67,0
40	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,8
50	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8	75,9	75,9	75,9
63	79,4	79,3	79,4	79,3	79,3	79,4	79,4	79,4	79,5
80	82,4	82,3	82,3	82,3	82,3	82,4	82,4	82,4	82,5
100	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,6
125	85,5	85,4	85,4	85,5	85,5	85,5	85,5	85,6	85,6
160	86,1	86,1	86,0	86,1	86,1	86,1	86,2	86,2	86,3
200	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,9	86,9	87,0	87,0
250	87,9	87,9	87,8	87,9	87,9	87,9	88,0	88,1	88,1
315	88,9	88,8	88,8	88,9	88,9	88,9	89,0	89,1	89,2
400	89,8	89,8	89,8	89,8	89,9	90,0	90,0	90,1	90,2
500	90,7	90,7	90,7	90,8	90,8	90,9	91,0	91,1	91,2
630	91,5	91,6	91,6	91,7	91,8	91,9	92,0	92,1	92,2
800	92,3	92,5	92,6	92,7	92,8	92,9	93,0	93,1	93,2
1000	93,4	93,6	93,7	93,8	93,9	94,0	94,1	94,2	94,2
1250	94,6	94,7	94,8	95,0	95,0	95,1	95,1	95,0	95,0
1600	95,6	95,7	95,7	95,7	95,7	95,6	95,6	95,5	95,4
2000	95,4	95,3	95,3	95,2	95,1	95,0	94,9	94,8	94,8
2500	94,2	94,1	93,9	93,8	93,7	93,6	93,5	93,4	93,4
3150	92,3	92,1	91,9	91,8	91,7	91,6	91,5	91,4	91,4
4000	89,4	89,2	89,0	88,9	88,7	88,6	88,5	88,4	88,4
5000	85,2	85,0	84,8	84,6	84,5	84,4	84,3	84,1	84,1
6300	79,1	78,9	78,7	78,5	78,3	78,2	78,1	77,9	77,9
8000	70,7	70,4	70,2	70,0	69,8	69,6	69,5	69,4	69,3
10000	61,1	60,7	60,5	60,2	60,0	59,8	59,7	59,5	59,5

10.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 132: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,4	51,0	52,8	54,4	55,2	55,4	55,9	55,7	55,5	55,3
25	54,2	56,9	58,8	60,5	61,4	61,6	62,1	61,9	61,7	61,6
31,5	59,2	62,1	64,2	66,0	66,9	67,1	67,7	67,5	67,2	67,1
40	63,6	66,6	68,8	70,7	71,7	72,0	72,5	72,3	72,0	71,9
50	67,3	70,5	72,8	74,8	75,8	76,1	76,6	76,4	76,2	76,0
63	70,6	73,8	76,2	78,3	79,3	79,7	80,2	80,0	79,7	79,6
80	73,4	76,7	79,1	81,2	82,3	82,7	83,2	83,0	82,7	82,6
100	75,5	78,8	81,2	83,4	84,5	84,9	85,4	85,1	84,8	84,7
125	76,6	79,9	82,4	84,5	85,6	86,1	86,5	86,1	85,8	85,7
160	77,4	80,7	83,2	85,4	86,5	86,9	87,2	86,8	86,4	86,3
200	78,3	81,5	84,1	86,2	87,4	87,9	88,1	87,6	87,2	87,0
250	79,4	82,7	85,2	87,4	88,6	89,1	89,2	88,7	88,3	88,1
315	80,3	83,6	86,2	88,5	89,6	90,1	90,2	89,7	89,3	89,1
400	80,8	84,3	87,0	89,3	90,5	91,0	91,1	90,6	90,2	90,0
500	81,1	84,7	87,5	89,9	91,0	91,6	91,8	91,3	91,0	90,8
630	81,1	84,8	87,7	90,1	91,3	91,8	92,3	91,9	91,7	91,6
800	81,3	85,0	87,9	90,4	91,6	92,1	92,7	92,5	92,4	92,4
1000	81,8	85,6	88,4	90,9	92,1	92,6	93,3	93,2	93,2	93,4
1250	82,4	86,2	89,1	91,6	92,8	93,3	94,1	94,1	94,3	94,5
1600	82,8	86,7	89,6	92,2	93,3	93,8	94,7	94,9	95,3	95,5
2000	82,4	86,3	89,2	91,8	92,9	93,4	94,4	94,8	95,3	95,4
2500	81,2	85,2	88,1	90,7	91,8	92,3	93,5	94,0	94,3	94,2
3150	79,6	83,6	86,5	89,2	90,3	90,7	92,1	92,6	92,6	92,3
4000	76,9	81,0	84,0	86,7	87,8	88,2	89,8	90,0	89,5	89,2
5000	72,9	77,1	80,2	83,0	84,1	84,5	86,0	85,8	85,1	84,7
6300	66,6	71,0	74,2	77,0	78,2	78,7	79,9	79,5	78,7	78,2
8000	57,7	62,1	65,4	68,3	69,5	70,1	71,1	70,5	69,6	69,1
10000	47,3	51,7	55,0	57,9	59,2	59,8	60,7	60,1	59,1	58,6

Tab. 133: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,3	55,2	55,3	55,3	55,3	55,3	55,3	55,3	55,4
25	61,6	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	61,6	61,6
31,5	67,1	67,0	67,0	67,0	67,0	67,0	67,1	67,1	67,1
40	71,9	71,8	71,8	71,8	71,8	71,8	71,9	71,9	71,9
50	76,0	75,9	76,0	75,9	76,0	76,0	76,0	76,0	76,1
63	79,6	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,6	79,6
80	82,5	82,5	82,5	82,5	82,5	82,5	82,5	82,6	82,6
100	84,7	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6	84,7	84,7	84,7
125	85,6	85,6	85,6	85,6	85,6	85,6	85,7	85,7	85,8
160	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,3	86,3	86,4	86,4
200	86,9	86,9	86,9	86,9	86,9	87,0	87,0	87,1	87,2
250	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	88,1	88,1	88,2	88,3
315	89,0	88,9	88,9	88,9	89,0	89,1	89,1	89,2	89,3
400	89,9	89,9	89,9	89,9	90,0	90,1	90,2	90,3	90,4
500	90,8	90,8	90,8	90,9	91,0	91,1	91,1	91,3	91,4
630	91,6	91,7	91,7	91,8	91,9	92,0	92,1	92,2	92,3
800	92,5	92,6	92,7	92,8	92,9	93,0	93,1	93,2	93,3
1000	93,5	93,7	93,8	93,9	94,0	94,1	94,2	94,3	94,3
1250	94,7	94,8	94,9	95,0	95,1	95,1	95,1	95,1	95,0
1600	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7	95,6	95,5	95,5	95,4
2000	95,4	95,3	95,2	95,1	95,0	94,9	94,8	94,8	94,7
2500	94,1	93,9	93,8	93,6	93,5	93,4	93,4	93,3	93,2
3150	92,0	91,8	91,7	91,5	91,4	91,3	91,2	91,2	91,1
4000	88,9	88,7	88,6	88,4	88,3	88,2	88,1	88,0	87,9
5000	84,5	84,2	84,1	83,9	83,8	83,6	83,5	83,4	83,4
6300	78,0	77,7	77,5	77,3	77,2	77,0	76,9	76,8	76,7
8000	68,8	68,5	68,3	68,1	67,9	67,8	67,6	67,5	67,4
10000	58,2	57,8	57,6	57,3	57,2	57,0	56,8	56,7	56,6

10.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 134: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,9	51,3	53,2	54,7	55,3	55,6	56,0	55,8	55,6	55,5
25	54,7	57,3	59,3	60,9	61,6	61,8	62,2	62,0	61,8	61,7
31,5	59,8	62,5	64,6	66,3	67,0	67,3	67,8	67,5	67,3	67,2
40	64,1	67,0	69,3	71,1	71,8	72,2	72,6	72,3	72,1	72,0
50	67,9	70,9	73,3	75,2	75,9	76,3	76,7	76,5	76,3	76,2
63	71,2	74,3	76,7	78,7	79,5	79,9	80,3	80,0	79,8	79,7
80	74,0	77,1	79,6	81,6	82,5	82,9	83,3	83,0	82,8	82,7
100	76,0	79,2	81,7	83,8	84,7	85,1	85,5	85,2	84,9	84,8
125	77,1	80,3	82,9	85,0	85,8	86,3	86,5	86,2	85,9	85,8
160	77,9	81,1	83,7	85,8	86,7	87,2	87,3	86,8	86,5	86,4
200	78,8	82,0	84,5	86,7	87,6	88,1	88,1	87,6	87,2	87,1
250	79,9	83,1	85,7	87,8	88,8	89,3	89,2	88,7	88,3	88,2
315	80,8	84,1	86,7	88,9	89,8	90,3	90,2	89,7	89,3	89,1
400	81,4	84,8	87,5	89,7	90,7	91,2	91,1	90,6	90,2	90,1
500	81,6	85,2	88,0	90,3	91,2	91,8	91,8	91,3	91,0	90,9
630	81,7	85,3	88,2	90,5	91,5	92,0	92,3	91,9	91,7	91,7
800	81,9	85,5	88,4	90,8	91,7	92,3	92,7	92,5	92,4	92,5
1000	82,4	86,0	88,9	91,3	92,2	92,8	93,3	93,3	93,3	93,5
1250	82,9	86,6	89,5	92,0	92,9	93,4	94,1	94,2	94,4	94,6
1600	83,4	87,1	90,0	92,5	93,4	93,9	94,7	95,0	95,4	95,6
2000	82,8	86,6	89,6	92,1	92,9	93,5	94,4	94,9	95,3	95,4
2500	81,6	85,5	88,5	90,9	91,8	92,3	93,5	94,0	94,2	94,1
3150	79,9	83,7	86,8	89,3	90,1	90,6	92,0	92,5	92,3	92,0
4000	77,1	81,0	84,1	86,6	87,4	88,0	89,4	89,5	89,0	88,7
5000	72,8	76,8	80,0	82,6	83,4	84,0	85,3	85,0	84,3	84,0
6300	66,1	70,3	73,6	76,3	77,1	77,8	78,8	78,2	77,4	77,1
8000	56,5	60,7	64,1	66,8	67,8	68,5	69,2	68,5	67,7	67,2
10000	45,1	49,3	52,7	55,5	56,4	57,2	57,8	57,0	56,1	55,6

Tab. 135: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,4	55,4	55,4	55,4	55,4	55,4	55,4	55,5	55,5
25	61,7	61,7	61,7	61,6	61,7	61,6	61,7	61,7	61,7
31,5	67,2	67,2	67,2	67,1	67,2	67,1	67,2	67,2	67,2
40	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0
50	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,2	76,2
63	79,7	79,7	79,7	79,6	79,7	79,6	79,7	79,7	79,7
80	82,7	82,6	82,7	82,6	82,7	82,6	82,6	82,7	82,7
100	84,8	84,8	84,8	84,8	84,8	84,8	84,8	84,9	84,9
125	85,7	85,7	85,8	85,7	85,8	85,8	85,8	85,9	85,9
160	86,3	86,3	86,4	86,4	86,4	86,4	86,5	86,5	86,6
200	87,0	87,1	87,1	87,1	87,1	87,1	87,2	87,3	87,3
250	88,1	88,1	88,1	88,1	88,2	88,2	88,3	88,3	88,4
315	89,1	89,1	89,1	89,1	89,1	89,2	89,3	89,4	89,4
400	90,0	90,0	90,0	90,1	90,1	90,2	90,3	90,4	90,5
500	90,9	90,9	91,0	91,0	91,1	91,2	91,3	91,4	91,5
630	91,7	91,8	91,9	92,0	92,0	92,1	92,2	92,3	92,4
800	92,6	92,7	92,8	92,9	93,0	93,1	93,2	93,3	93,4
1000	93,6	93,8	93,9	94,0	94,1	94,2	94,3	94,3	94,3
1250	94,8	94,9	95,0	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,0
1600	95,7	95,7	95,8	95,7	95,7	95,5	95,5	95,4	95,4
2000	95,3	95,2	95,2	95,0	94,9	94,8	94,7	94,7	94,6
2500	93,9	93,8	93,6	93,5	93,4	93,3	93,2	93,1	93,1
3150	91,7	91,6	91,4	91,3	91,2	91,0	91,0	90,9	90,8
4000	88,4	88,3	88,1	87,9	87,8	87,7	87,6	87,5	87,4
5000	83,7	83,5	83,4	83,2	83,1	82,9	82,8	82,7	82,6
6300	76,8	76,5	76,4	76,1	76,0	75,8	75,7	75,6	75,5
8000	66,9	66,7	66,4	66,2	66,1	65,9	65,7	65,7	65,5
10000	55,3	55,0	54,7	54,5	54,3	54,1	53,9	53,8	53,7

10.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 136: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	55,9	56,2	55,9	55,7	55,7
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,1	62,4	62,1	62,0	61,9
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,7	67,9	67,6	67,5	67,4
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,5	72,7	72,5	72,3	72,2
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,6	76,9	76,6	76,4	76,4
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,2	80,4	80,1	80,0	79,9
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,2	83,4	83,1	83,0	82,9
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,4	85,6	85,3	85,1	85,0
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,6	86,7	86,3	86,0	86,0
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,4	87,4	86,9	86,6	86,5
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,3	88,2	87,6	87,4	87,2
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,4	89,3	88,7	88,4	88,3
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,4	90,3	89,7	89,4	89,3
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,3	91,1	90,6	90,3	90,2
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	91,9	91,8	91,4	91,1	91,0
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,2	92,4	92,0	91,8	91,8
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,5	92,8	92,6	92,5	92,6
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	93,0	93,4	93,4	93,4	93,6
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,7	94,2	94,3	94,5	94,7
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,2	94,8	95,1	95,5	95,6
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,7	94,5	95,0	95,3	95,3
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,5	93,4	94,0	94,1	93,9
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,7	91,8	92,2	91,9	91,6
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,9	89,0	88,9	88,4	88,1
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,5	84,5	83,9	83,3	83,0
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,6	77,3	76,4	75,8	75,5
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	66,3	66,7	65,8	65,1	64,7
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,6	54,0	53,0	52,2	51,7

Tab. 137: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	55,7	55,7
25	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,9	61,9	61,9
31,5	67,3	67,3	67,3	67,3	67,3	67,4	67,4	67,4	67,4
40	72,2	72,2	72,1	72,1	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
50	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,4	76,4
63	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,9	79,9	79,9
80	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,9	82,9
100	85,0	84,9	84,9	84,9	85,0	85,0	85,0	85,0	85,1
125	85,9	85,9	85,9	85,9	86,0	86,0	86,0	86,1	86,1
160	86,5	86,5	86,5	86,5	86,6	86,6	86,6	86,7	86,7
200	87,2	87,2	87,2	87,2	87,3	87,3	87,4	87,4	87,5
250	88,3	88,2	88,3	88,3	88,3	88,4	88,4	88,5	88,6
315	89,2	89,2	89,2	89,2	89,3	89,3	89,4	89,5	89,6
400	90,2	90,1	90,2	90,2	90,3	90,4	90,5	90,6	90,7
500	91,0	91,0	91,1	91,1	91,3	91,3	91,4	91,6	91,6
630	91,9	91,9	92,0	92,1	92,2	92,3	92,4	92,5	92,5
800	92,7	92,8	92,9	93,0	93,2	93,2	93,3	93,4	93,5
1000	93,8	93,9	94,0	94,1	94,3	94,3	94,4	94,4	94,4
1250	94,9	95,0	95,1	95,1	95,2	95,2	95,1	95,1	95,0
1600	95,7	95,7	95,7	95,7	95,6	95,5	95,4	95,4	95,3
2000	95,2	95,2	95,0	94,9	94,8	94,7	94,6	94,6	94,5
2500	93,7	93,6	93,4	93,3	93,2	93,1	93,0	92,9	92,9
3150	91,4	91,2	91,0	90,9	90,8	90,7	90,6	90,6	90,5
4000	87,8	87,6	87,5	87,3	87,2	87,1	87,0	86,9	86,9
5000	82,7	82,5	82,3	82,2	82,1	81,9	81,8	81,7	81,7
6300	75,2	75,0	74,7	74,6	74,4	74,3	74,2	74,1	74,0
8000	64,4	64,1	63,9	63,7	63,5	63,4	63,2	63,1	63,0
10000	51,4	51,1	50,8	50,6	50,4	50,2	50,1	50,0	49,9

10.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 138: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	55,9	56,2	55,9	55,7	55,7
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,1	62,4	62,1	62,0	61,9
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,7	67,9	67,6	67,5	67,4
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,5	72,7	72,5	72,3	72,2
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,6	76,9	76,6	76,4	76,4
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,2	80,4	80,1	80,0	79,9
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,2	83,4	83,1	83,0	82,9
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,4	85,6	85,3	85,1	85,0
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,6	86,7	86,3	86,0	86,0
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,4	87,4	86,9	86,6	86,5
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,3	88,2	87,6	87,4	87,2
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,4	89,3	88,7	88,4	88,3
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,4	90,3	89,7	89,4	89,3
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,3	91,1	90,6	90,3	90,2
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	91,9	91,8	91,4	91,1	91,0
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,2	92,4	92,0	91,8	91,8
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,5	92,8	92,6	92,5	92,6
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	93,0	93,4	93,4	93,4	93,6
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,7	94,2	94,3	94,5	94,7
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,2	94,8	95,1	95,5	95,6
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,7	94,5	95,0	95,3	95,3
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,5	93,4	94,0	94,1	93,9
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,7	91,8	92,2	91,9	91,6
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,9	89,0	88,9	88,4	88,1
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,5	84,5	83,9	83,3	83,0
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,6	77,3	76,4	75,8	75,5
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	66,3	66,7	65,8	65,1	64,7
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,6	54,0	53,0	52,2	51,7

Tab. 139: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	55,7	55,7
25	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,9	61,9	61,9
31,5	67,3	67,3	67,3	67,3	67,3	67,4	67,4	67,4	67,4
40	72,2	72,2	72,1	72,1	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
50	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,4	76,4
63	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,9	79,9	79,9
80	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,9	82,9
100	85,0	84,9	84,9	84,9	85,0	85,0	85,0	85,0	85,1
125	85,9	85,9	85,9	85,9	86,0	86,0	86,0	86,1	86,1
160	86,5	86,5	86,5	86,5	86,6	86,6	86,6	86,7	86,7
200	87,2	87,2	87,2	87,2	87,3	87,3	87,4	87,4	87,5
250	88,3	88,2	88,3	88,3	88,3	88,4	88,4	88,5	88,6
315	89,2	89,2	89,2	89,2	89,3	89,3	89,4	89,5	89,6
400	90,2	90,1	90,2	90,2	90,3	90,4	90,5	90,6	90,7
500	91,0	91,0	91,1	91,1	91,3	91,3	91,4	91,6	91,6
630	91,9	91,9	92,0	92,1	92,2	92,3	92,4	92,5	92,5
800	92,7	92,8	92,9	93,0	93,2	93,2	93,3	93,4	93,5
1000	93,8	93,9	94,0	94,1	94,3	94,3	94,4	94,4	94,4
1250	94,9	95,0	95,1	95,1	95,2	95,2	95,1	95,1	95,0
1600	95,7	95,7	95,7	95,7	95,6	95,5	95,4	95,4	95,3
2000	95,2	95,2	95,0	94,9	94,8	94,7	94,6	94,6	94,5
2500	93,7	93,6	93,4	93,3	93,2	93,1	93,0	92,9	92,9
3150	91,4	91,2	91,0	90,9	90,8	90,7	90,6	90,6	90,5
4000	87,8	87,6	87,5	87,3	87,2	87,1	87,0	86,9	86,9
5000	82,7	82,5	82,3	82,2	82,1	81,9	81,8	81,7	81,7
6300	75,2	75,0	74,7	74,6	74,4	74,3	74,2	74,1	74,0
8000	64,4	64,1	63,9	63,7	63,5	63,4	63,2	63,1	63,0
10000	51,4	51,1	50,8	50,6	50,4	50,2	50,1	50,0	49,9

10.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 140: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,8	53,7	55,0	55,6	55,9	56,2	55,9	55,7	55,7
25	55,3	57,8	59,8	61,2	61,8	62,1	62,4	62,1	62,0	61,9
31,5	60,3	63,0	65,1	66,7	67,3	67,7	67,9	67,6	67,5	67,4
40	64,7	67,5	69,8	71,5	72,1	72,5	72,7	72,5	72,3	72,2
50	68,5	71,4	73,8	75,5	76,2	76,6	76,9	76,6	76,4	76,4
63	71,8	74,8	77,2	79,0	79,7	80,2	80,4	80,1	80,0	79,9
80	74,6	77,7	80,2	82,0	82,7	83,2	83,4	83,1	83,0	82,9
100	76,7	79,8	82,3	84,2	85,0	85,4	85,6	85,3	85,1	85,0
125	77,8	80,9	83,4	85,3	86,1	86,6	86,7	86,3	86,0	86,0
160	78,6	81,7	84,2	86,2	86,9	87,4	87,4	86,9	86,6	86,5
200	79,4	82,5	85,1	87,0	87,8	88,3	88,2	87,6	87,4	87,2
250	80,5	83,7	86,3	88,2	89,0	89,4	89,3	88,7	88,4	88,3
315	81,4	84,6	87,3	89,2	90,0	90,4	90,3	89,7	89,4	89,3
400	82,0	85,3	88,1	90,1	90,9	91,3	91,1	90,6	90,3	90,2
500	82,2	85,7	88,5	90,6	91,4	91,9	91,8	91,4	91,1	91,0
630	82,3	85,8	88,7	90,9	91,7	92,2	92,4	92,0	91,8	91,8
800	82,5	86,0	89,0	91,1	91,9	92,5	92,8	92,6	92,5	92,6
1000	83,0	86,5	89,4	91,6	92,4	93,0	93,4	93,4	93,4	93,6
1250	83,5	87,1	90,1	92,2	93,0	93,7	94,2	94,3	94,5	94,7
1600	83,9	87,5	90,5	92,7	93,5	94,2	94,8	95,1	95,5	95,6
2000	83,3	87,0	90,0	92,2	92,9	93,7	94,5	95,0	95,3	95,3
2500	82,1	85,7	88,8	91,0	91,7	92,5	93,4	94,0	94,1	93,9
3150	80,2	83,9	86,9	89,2	89,9	90,7	91,8	92,2	91,9	91,6
4000	77,1	80,9	84,0	86,3	86,9	87,9	89,0	88,9	88,4	88,1
5000	72,5	76,4	79,6	81,9	82,6	83,5	84,5	83,9	83,3	83,0
6300	65,2	69,3	72,6	75,0	75,7	76,6	77,3	76,4	75,8	75,5
8000	54,7	58,8	62,1	64,6	65,4	66,3	66,7	65,8	65,1	64,7
10000	41,9	46,0	49,4	51,9	52,8	53,6	54,0	53,0	52,2	51,7

Tab. 141: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	55,7	55,7
25	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,9	61,9	61,9
31,5	67,3	67,3	67,3	67,3	67,3	67,4	67,4	67,4	67,4
40	72,2	72,2	72,1	72,1	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
50	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,4	76,4
63	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,9	79,9	79,9
80	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,9	82,9
100	85,0	84,9	84,9	84,9	85,0	85,0	85,0	85,0	85,1
125	85,9	85,9	85,9	85,9	86,0	86,0	86,0	86,1	86,1
160	86,5	86,5	86,5	86,5	86,6	86,6	86,6	86,7	86,7
200	87,2	87,2	87,2	87,2	87,3	87,3	87,4	87,4	87,5
250	88,3	88,2	88,3	88,3	88,3	88,4	88,4	88,5	88,6
315	89,2	89,2	89,2	89,2	89,3	89,3	89,4	89,5	89,6
400	90,2	90,1	90,2	90,2	90,3	90,4	90,5	90,6	90,7
500	91,0	91,0	91,1	91,1	91,3	91,3	91,4	91,6	91,6
630	91,9	91,9	92,0	92,1	92,2	92,3	92,4	92,5	92,5
800	92,7	92,8	92,9	93,0	93,2	93,2	93,3	93,4	93,5
1000	93,8	93,9	94,0	94,1	94,3	94,3	94,4	94,4	94,4
1250	94,9	95,0	95,1	95,1	95,2	95,2	95,1	95,1	95,0
1600	95,7	95,7	95,7	95,7	95,6	95,5	95,4	95,4	95,3
2000	95,2	95,2	95,0	94,9	94,8	94,7	94,6	94,6	94,5
2500	93,7	93,6	93,4	93,3	93,2	93,1	93,0	92,9	92,9
3150	91,4	91,2	91,0	90,9	90,8	90,7	90,6	90,6	90,5
4000	87,8	87,6	87,5	87,3	87,2	87,1	87,0	86,9	86,9
5000	82,7	82,5	82,3	82,2	82,1	81,9	81,8	81,7	81,7
6300	75,2	75,0	74,7	74,6	74,4	74,3	74,2	74,1	74,0
8000	64,4	64,1	63,9	63,7	63,5	63,4	63,2	63,1	63,0
10000	51,4	51,1	50,8	50,6	50,4	50,2	50,1	50,0	49,9

10.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 142: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,9	52,1	54,1	55,3	55,8	56,2	56,3	56,0	55,9	55,8
25	55,7	58,1	60,2	61,5	62,0	62,4	62,5	62,3	62,1	62,0
31,5	60,8	63,4	65,6	67,0	67,5	68,0	68,1	67,8	67,6	67,5
40	65,2	67,9	70,2	71,8	72,3	72,8	72,9	72,6	72,4	72,3
50	69,0	71,9	74,3	75,9	76,4	76,9	77,0	76,7	76,6	76,5
63	72,3	75,2	77,7	79,4	80,0	80,5	80,6	80,3	80,1	80,0
80	75,1	78,1	80,6	82,3	83,0	83,5	83,6	83,3	83,1	83,0
100	77,2	80,2	82,8	84,5	85,2	85,7	85,7	85,4	85,2	85,1
125	78,3	81,3	83,9	85,7	86,3	86,8	86,7	86,4	86,2	86,1
160	79,1	82,1	84,7	86,5	87,1	87,6	87,4	87,0	86,8	86,7
200	79,9	83,0	85,6	87,3	88,0	88,5	88,2	87,7	87,5	87,4
250	81,0	84,1	86,7	88,5	89,2	89,6	89,3	88,8	88,5	88,4
315	81,9	85,0	87,7	89,5	90,2	90,6	90,3	89,8	89,5	89,4
400	82,5	85,8	88,5	90,4	91,1	91,5	91,1	90,6	90,4	90,3
500	82,7	86,1	89,0	90,9	91,6	92,1	91,8	91,4	91,2	91,1
630	82,8	86,3	89,2	91,1	91,8	92,4	92,4	92,0	91,9	91,9
800	83,0	86,4	89,4	91,4	92,0	92,7	92,8	92,7	92,6	92,7
1000	83,4	86,9	89,9	91,8	92,5	93,3	93,5	93,4	93,6	93,7
1250	84,0	87,5	90,5	92,4	93,1	93,9	94,3	94,4	94,6	94,8
1600	84,3	87,9	90,9	92,9	93,5	94,4	94,9	95,2	95,5	95,6
2000	83,7	87,3	90,3	92,3	93,0	93,9	94,5	95,0	95,2	95,2
2500	82,3	85,9	89,0	91,0	91,6	92,7	93,4	93,9	93,9	93,7
3150	80,3	83,9	87,0	89,0	89,6	90,8	91,6	91,9	91,5	91,2
4000	77,0	80,8	83,9	85,9	86,5	87,7	88,6	88,3	87,8	87,5
5000	72,1	75,9	79,2	81,2	81,8	83,0	83,6	82,9	82,4	82,1
6300	64,3	68,3	71,6	73,8	74,4	75,6	75,8	74,9	74,4	74,0
8000	52,9	56,9	60,4	62,6	63,3	64,3	64,4	63,4	62,8	62,4
10000	39,0	43,0	46,4	48,7	49,4	50,4	50,4	49,4	48,7	48,2

Tab. 143: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,8	55,8	55,8	55,8	55,7	55,8	55,8	55,8	55,8
25	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,1
31,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,6
40	72,3	72,3	72,3	72,3	72,3	72,3	72,4	72,4	72,4
50	76,5	76,5	76,4	76,5	76,4	76,4	76,5	76,5	76,5
63	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,1
80	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,1
100	85,1	85,1	85,1	85,1	85,1	85,1	85,2	85,2	85,2
125	86,1	86,1	86,1	86,1	86,1	86,1	86,2	86,2	86,3
160	86,7	86,6	86,6	86,7	86,7	86,8	86,8	86,9	86,9
200	87,3	87,3	87,3	87,4	87,4	87,5	87,5	87,6	87,6
250	88,4	88,4	88,4	88,4	88,5	88,5	88,6	88,7	88,7
315	89,3	89,3	89,3	89,4	89,4	89,5	89,6	89,7	89,8
400	90,3	90,3	90,3	90,3	90,4	90,5	90,6	90,7	90,8
500	91,1	91,1	91,2	91,3	91,4	91,5	91,6	91,7	91,8
630	92,0	92,0	92,1	92,2	92,3	92,4	92,5	92,6	92,7
800	92,8	92,9	93,0	93,1	93,3	93,4	93,4	93,5	93,5
1000	93,9	94,0	94,1	94,2	94,3	94,4	94,4	94,4	94,4
1250	95,0	95,1	95,1	95,2	95,2	95,2	95,2	95,1	95,1
1600	95,7	95,7	95,7	95,7	95,6	95,5	95,4	95,4	95,3
2000	95,2	95,1	94,9	94,8	94,7	94,6	94,6	94,5	94,4
2500	93,5	93,4	93,2	93,1	93,0	92,9	92,8	92,8	92,7
3150	91,0	90,9	90,7	90,6	90,5	90,4	90,3	90,2	90,2
4000	87,3	87,1	86,9	86,8	86,7	86,5	86,5	86,4	86,3
5000	81,8	81,7	81,5	81,3	81,2	81,0	81,0	80,9	80,8
6300	73,8	73,5	73,3	73,2	73,0	72,9	72,8	72,7	72,6
8000	62,1	61,9	61,6	61,4	61,2	61,1	61,0	60,9	60,8
10000	47,9	47,6	47,3	47,1	46,9	46,7	46,6	46,5	46,4

10.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 144: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	50,1	52,3	54,2	55,5	55,9	56,4	56,4	56,1	56,0	55,9
25	55,9	58,3	60,4	61,7	62,1	62,6	62,6	62,3	62,2	62,1
31,5	61,0	63,6	65,8	67,2	67,6	68,1	68,1	67,8	67,7	67,7
40	65,5	68,2	70,4	71,9	72,4	72,9	72,9	72,6	72,5	72,5
50	69,3	72,1	74,5	76,0	76,5	77,1	77,1	76,8	76,6	76,6
63	72,6	75,5	77,9	79,5	80,1	80,6	80,6	80,3	80,2	80,1
80	75,4	78,3	80,9	82,5	83,1	83,7	83,6	83,3	83,2	83,1
100	77,4	80,4	83,0	84,7	85,3	85,9	85,8	85,5	85,3	85,2
125	78,5	81,6	84,1	85,8	86,4	87,0	86,8	86,4	86,3	86,2
160	79,3	82,3	84,9	86,6	87,3	87,7	87,5	87,0	86,9	86,8
200	80,1	83,2	85,8	87,5	88,2	88,6	88,2	87,8	87,6	87,4
250	81,2	84,3	86,9	88,7	89,4	89,7	89,3	88,8	88,6	88,5
315	82,1	85,3	87,9	89,7	90,4	90,7	90,3	89,8	89,6	89,4
400	82,7	86,0	88,7	90,5	91,2	91,6	91,2	90,7	90,5	90,3
500	83,0	86,4	89,2	91,0	91,7	92,2	91,9	91,4	91,3	91,2
630	83,0	86,5	89,4	91,3	92,0	92,5	92,4	92,1	92,0	92,0
800	83,2	86,7	89,6	91,5	92,2	92,9	92,9	92,7	92,7	92,8
1000	83,6	87,1	90,0	92,0	92,6	93,4	93,5	93,5	93,6	93,8
1250	84,2	87,7	90,6	92,6	93,2	94,0	94,3	94,4	94,7	94,8
1600	84,5	88,0	91,0	93,0	93,6	94,5	94,9	95,3	95,5	95,7
2000	83,9	87,4	90,4	92,4	93,0	94,0	94,5	95,0	95,2	95,2
2500	82,4	86,0	89,1	91,0	91,6	92,7	93,4	93,9	93,8	93,6
3150	80,3	83,9	87,0	89,0	89,5	90,8	91,5	91,6	91,3	91,1
4000	76,9	80,6	83,8	85,7	86,2	87,6	88,2	87,9	87,4	87,2
5000	71,8	75,6	78,8	80,8	81,3	82,7	83,0	82,3	81,8	81,5
6300	63,7	67,6	71,0	73,1	73,6	74,9	74,9	74,0	73,5	73,2
8000	51,8	55,8	59,2	61,3	62,0	63,1	62,9	61,9	61,4	61,0
10000	37,1	41,1	44,5	46,7	47,4	48,4	48,2	47,1	46,5	46,1

Tab. 145: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,8	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9
25	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,2	62,1
31,5	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,7	67,6
40	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,5	72,5
50	76,5	76,5	76,5	76,5	76,5	76,5	76,6	76,6	76,6
63	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,2	80,1
80	83,0	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,2	83,1
100	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,3	85,3
125	86,1	86,1	86,2	86,2	86,2	86,2	86,3	86,3	86,3
160	86,7	86,7	86,7	86,8	86,8	86,9	86,9	87,0	87,0
200	87,4	87,4	87,4	87,5	87,5	87,6	87,6	87,7	87,7
250	88,5	88,4	88,5	88,5	88,6	88,6	88,7	88,8	88,8
315	89,4	89,4	89,4	89,5	89,6	89,6	89,7	89,8	89,9
400	90,3	90,3	90,4	90,4	90,5	90,6	90,7	90,8	90,9
500	91,2	91,2	91,3	91,4	91,5	91,6	91,6	91,8	91,9
630	92,0	92,1	92,2	92,3	92,4	92,5	92,5	92,7	92,7
800	92,9	93,0	93,1	93,2	93,3	93,4	93,5	93,6	93,6
1000	93,9	94,0	94,2	94,3	94,4	94,4	94,4	94,5	94,4
1250	95,0	95,1	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,1	95,0
1600	95,7	95,7	95,7	95,6	95,6	95,5	95,4	95,4	95,3
2000	95,1	95,0	94,9	94,8	94,7	94,5	94,5	94,4	94,3
2500	93,4	93,3	93,1	93,0	92,9	92,8	92,7	92,7	92,6
3150	90,8	90,7	90,5	90,4	90,3	90,2	90,1	90,1	89,9
4000	86,9	86,8	86,6	86,5	86,3	86,2	86,1	86,1	86,0
5000	81,3	81,1	80,9	80,8	80,6	80,5	80,4	80,3	80,2
6300	72,9	72,7	72,5	72,3	72,2	72,0	71,9	71,8	71,7
8000	60,7	60,5	60,2	60,1	59,9	59,7	59,6	59,5	59,4
10000	45,7	45,4	45,2	45,0	44,8	44,6	44,5	44,4	44,3

11 Betriebsmodus 1500 kW s

11.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 146: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	51,3	52,6	53,8	54,8	55,5	55,7	55,6	55,3	55,2	55,1	55,1
25	57,2	58,6	59,9	61,0	61,7	61,9	61,8	61,5	61,4	61,3	61,3
31,5	62,4	63,9	65,3	66,5	67,1	67,4	67,3	67,0	66,9	66,8	66,8
40	66,9	68,5	70,0	71,2	71,9	72,2	72,1	71,8	71,7	71,6	71,6
50	70,8	72,5	74,0	75,3	76,0	76,3	76,2	76,0	75,8	75,7	75,7
63	74,1	75,8	77,4	78,8	79,5	79,9	79,7	79,5	79,3	79,3	79,3
80	77,0	78,7	80,4	81,8	82,5	82,8	82,7	82,5	82,3	82,2	82,2
100	79,1	80,9	82,5	83,9	84,7	85,0	84,9	84,6	84,5	84,4	84,3
125	80,2	81,9	83,6	85,1	85,8	86,1	85,9	85,6	85,4	85,3	85,3
160	81,0	82,7	84,4	85,8	86,6	86,9	86,6	86,2	86,0	85,9	85,9
200	81,8	83,6	85,3	86,7	87,5	87,8	87,4	86,9	86,8	86,6	86,6
250	82,9	84,7	86,5	87,9	88,7	88,9	88,5	88,0	87,9	87,7	87,7
315	83,9	85,7	87,5	88,9	89,7	89,9	89,4	89,0	88,8	88,7	88,6
400	84,6	86,5	88,3	89,8	90,6	90,8	90,3	89,9	89,7	89,6	89,5
500	84,9	86,9	88,8	90,3	91,1	91,4	91,1	90,7	90,5	90,4	90,4
630	85,0	87,0	89,0	90,5	91,4	91,8	91,6	91,3	91,2	91,2	91,2
800	85,2	87,2	89,2	90,8	91,6	92,2	92,1	91,9	91,9	91,9	92,0
1000	85,7	87,7	89,7	91,3	92,1	92,7	92,7	92,6	92,7	92,8	92,9
1250	86,3	88,3	90,3	92,0	92,8	93,4	93,5	93,6	93,8	93,9	94,0
1600	86,7	88,8	90,7	92,4	93,2	94,0	94,2	94,5	94,7	94,8	94,9
2000	86,2	88,3	90,2	91,9	92,7	93,5	93,8	94,3	94,5	94,5	94,6
2500	84,9	87,0	89,0	90,7	91,5	92,4	92,8	93,3	93,3	93,2	93,1
3150	83,0	85,2	87,2	88,9	89,7	90,8	91,2	91,4	91,2	91,0	90,8
4000	80,1	82,2	84,3	86,0	86,8	88,0	88,3	88,1	87,7	87,4	87,3
5000	75,5	77,8	79,8	81,6	82,4	83,6	83,7	83,1	82,6	82,4	82,2
6300	68,4	70,7	72,8	74,7	75,5	76,5	76,4	75,6	75,2	74,9	74,7
8000	57,8	60,2	62,4	64,3	65,2	66,0	65,8	65,0	64,5	64,1	63,9
10000	45,1	47,5	49,7	51,6	52,5	53,3	53,1	52,1	51,6	51,2	50,9

Tab. 147: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	55,1	55,1	55,0	55,1	55,0	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1
25	61,3	61,3	61,2	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3
31,5	66,8	66,8	66,7	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8
40	71,6	71,6	71,5	71,6	71,5	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6
50	75,7	75,7	75,6	75,7	75,7	75,7	75,7	75,7	75,7	75,7
63	79,2	79,2	79,2	79,2	79,2	79,2	79,2	79,2	79,2	79,3
80	82,2	82,2	82,1	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2
100	84,3	84,3	84,3	84,3	84,3	84,3	84,3	84,3	84,3	84,4
125	85,3	85,3	85,2	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,4
160	85,9	85,8	85,8	85,8	85,9	85,9	85,9	86,0	86,0	86,0
200	86,6	86,5	86,6	86,5	86,6	86,6	86,6	86,7	86,7	86,7
250	87,6	87,6	87,6	87,6	87,7	87,7	87,7	87,7	87,8	87,8
315	88,6	88,6	88,6	88,6	88,6	88,6	88,7	88,7	88,8	88,8
400	89,5	89,5	89,5	89,5	89,6	89,6	89,7	89,8	89,8	89,9
500	90,4	90,4	90,4	90,4	90,5	90,6	90,6	90,7	90,7	90,8
630	91,2	91,2	91,3	91,3	91,4	91,5	91,5	91,6	91,6	91,7
800	92,1	92,1	92,2	92,2	92,4	92,4	92,5	92,6	92,6	92,7
1000	93,1	93,2	93,3	93,3	93,4	93,5	93,5	93,6	93,6	93,7
1250	94,1	94,2	94,3	94,4	94,4	94,4	94,4	94,5	94,4	94,4
1600	95,0	95,0	95,0	95,0	94,9	94,9	94,9	94,8	94,8	94,7
2000	94,5	94,5	94,3	94,3	94,2	94,2	94,1	94,0	94,0	93,9
2500	93,0	92,9	92,7	92,7	92,6	92,5	92,4	92,4	92,3	92,3
3150	90,7	90,5	90,4	90,3	90,2	90,2	90,1	90,0	89,9	89,9
4000	87,1	87,0	86,8	86,8	86,6	86,6	86,5	86,4	86,3	86,3
5000	82,0	81,9	81,7	81,6	81,5	81,4	81,3	81,2	81,2	81,1
6300	74,4	74,3	74,1	74,0	73,9	73,8	73,7	73,6	73,5	73,4
8000	63,6	63,5	63,3	63,2	63,0	62,9	62,8	62,7	62,6	62,5
10000	50,6	50,4	50,2	50,1	49,9	49,8	49,6	49,5	49,4	49,3

11.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 148: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,9	50,5	52,3	53,9	55,0	55,2	54,9	54,7	54,6	54,6
25	53,6	56,4	58,4	60,1	61,2	61,4	61,1	60,9	60,8	60,8
31,5	58,7	61,6	63,7	65,5	66,7	66,9	66,6	66,4	66,3	66,3
40	63,0	66,0	68,3	70,2	71,4	71,7	71,4	71,2	71,1	71,1
50	66,8	69,9	72,3	74,3	75,5	75,8	75,5	75,3	75,3	75,2
63	70,0	73,2	75,7	77,7	79,1	79,4	79,0	78,8	78,8	78,7
80	72,8	76,1	78,6	80,7	82,0	82,4	82,0	81,8	81,8	81,7
100	74,9	78,2	80,7	82,9	84,2	84,5	84,2	84,0	83,9	83,8
125	76,0	79,3	81,8	84,0	85,4	85,6	85,2	84,9	84,8	84,8
160	76,8	80,1	82,6	84,8	86,2	86,4	85,8	85,6	85,4	85,4
200	77,6	81,0	83,5	85,7	87,1	87,2	86,6	86,3	86,2	86,1
250	78,8	82,1	84,7	86,9	88,3	88,4	87,7	87,4	87,3	87,2
315	79,6	83,1	85,7	87,9	89,4	89,4	88,7	88,4	88,2	88,2
400	80,2	83,8	86,5	88,8	90,2	90,3	89,7	89,3	89,2	89,2
500	80,4	84,1	86,9	89,3	90,8	91,0	90,5	90,2	90,1	90,1
630	80,5	84,2	87,1	89,6	91,1	91,5	91,1	90,9	90,9	90,9
800	80,7	84,5	87,3	89,9	91,4	91,9	91,7	91,6	91,7	91,8
1000	81,2	85,0	87,9	90,4	91,9	92,5	92,5	92,5	92,7	92,8
1250	81,8	85,6	88,6	91,1	92,6	93,3	93,4	93,6	93,8	94,0
1600	82,3	86,1	89,1	91,7	93,2	94,0	94,3	94,7	94,8	94,9
2000	81,8	85,7	88,7	91,3	92,8	93,8	94,3	94,6	94,7	94,6
2500	80,8	84,7	87,7	90,3	91,8	92,9	93,5	93,7	93,5	93,3
3150	79,2	83,2	86,3	88,9	90,4	91,6	92,0	91,9	91,6	91,4
4000	76,7	80,8	84,0	86,6	88,1	89,5	89,5	89,0	88,7	88,4
5000	72,9	77,2	80,4	83,1	84,6	85,9	85,4	84,8	84,5	84,2
6300	67,1	71,4	74,8	77,6	79,2	80,2	79,5	78,8	78,4	78,2
8000	58,9	63,2	66,6	69,5	71,2	72,0	71,2	70,4	70,0	69,7
10000	49,5	53,8	57,2	60,2	61,9	62,6	61,7	60,9	60,4	60,0

Tab. 149: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,7	54,7	54,7
25	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	60,9	60,9	60,9	60,9
31,5	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,4	66,4	66,4	66,4
40	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,2	71,2	71,2	71,2
50	75,2	75,2	75,2	75,2	75,2	75,3	75,3	75,3	75,4
63	78,7	78,8	78,7	78,8	78,8	78,8	78,8	78,9	78,9
80	81,7	81,7	81,7	81,7	81,7	81,8	81,8	81,8	81,9
100	83,8	83,9	83,8	83,9	83,9	83,9	84,0	84,0	84,0
125	84,8	84,8	84,8	84,9	84,9	84,9	85,0	85,0	85,1
160	85,4	85,4	85,5	85,5	85,5	85,6	85,7	85,7	85,8
200	86,1	86,1	86,2	86,2	86,3	86,3	86,4	86,4	86,5
250	87,2	87,2	87,3	87,3	87,4	87,4	87,5	87,5	87,7
315	88,2	88,2	88,3	88,3	88,4	88,5	88,6	88,6	88,7
400	89,2	89,2	89,3	89,3	89,4	89,5	89,6	89,7	89,8
500	90,1	90,1	90,2	90,3	90,4	90,5	90,6	90,7	90,8
630	91,0	91,0	91,2	91,2	91,3	91,4	91,5	91,6	91,7
800	91,9	92,0	92,1	92,2	92,3	92,4	92,5	92,5	92,6
1000	93,0	93,1	93,2	93,3	93,4	93,5	93,5	93,5	93,5
1250	94,1	94,2	94,3	94,3	94,3	94,3	94,3	94,3	94,2
1600	95,0	95,0	94,9	94,9	94,8	94,8	94,7	94,6	94,6
2000	94,5	94,5	94,3	94,3	94,1	94,1	94,0	94,0	93,9
2500	93,2	93,1	92,9	92,9	92,7	92,7	92,6	92,6	92,5
3150	91,2	91,1	90,9	90,9	90,7	90,7	90,6	90,5	90,5
4000	88,3	88,2	88,0	87,9	87,8	87,7	87,6	87,5	87,5
5000	84,0	83,9	83,7	83,6	83,5	83,4	83,3	83,2	83,2
6300	77,9	77,8	77,6	77,4	77,3	77,2	77,1	77,0	76,9
8000	69,4	69,3	69,0	68,9	68,7	68,6	68,5	68,4	68,3
10000	59,7	59,5	59,3	59,1	58,9	58,8	58,7	58,6	58,5

11.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 150: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,4	51,0	52,8	54,4	55,2	55,2	55,0	54,8	54,8	54,7
25	54,2	56,9	58,8	60,5	61,4	61,5	61,2	61,0	61,0	60,9
31,5	59,2	62,1	64,2	66,0	66,9	67,0	66,7	66,5	66,5	66,4
40	63,6	66,6	68,8	70,7	71,7	71,8	71,5	71,3	71,3	71,2
50	67,3	70,5	72,8	74,8	75,8	75,9	75,6	75,4	75,4	75,4
63	70,6	73,8	76,2	78,3	79,3	79,4	79,1	79,0	78,9	78,9
80	73,4	76,7	79,1	81,2	82,3	82,4	82,1	81,9	81,9	81,9
100	75,5	78,8	81,2	83,4	84,5	84,6	84,2	84,1	84,0	84,0
125	76,6	79,9	82,4	84,5	85,6	85,7	85,2	85,0	85,0	84,9
160	77,4	80,7	83,2	85,4	86,4	86,4	85,9	85,6	85,6	85,6
200	78,3	81,5	84,1	86,2	87,3	87,2	86,6	86,4	86,3	86,3
250	79,4	82,7	85,2	87,4	88,5	88,3	87,7	87,5	87,4	87,4
315	80,3	83,6	86,2	88,5	89,5	89,3	88,7	88,5	88,3	88,3
400	80,8	84,3	87,0	89,3	90,4	90,3	89,6	89,4	89,3	89,3
500	81,1	84,7	87,5	89,9	91,0	91,0	90,4	90,2	90,2	90,2
630	81,1	84,8	87,7	90,1	91,3	91,5	91,1	91,0	91,0	91,0
800	81,3	85,0	87,9	90,4	91,6	92,0	91,7	91,7	91,8	91,9
1000	81,8	85,6	88,4	90,9	92,2	92,6	92,5	92,6	92,8	93,0
1250	82,4	86,2	89,1	91,6	92,9	93,4	93,5	93,7	93,9	94,1
1600	82,8	86,7	89,6	92,2	93,4	94,1	94,5	94,7	94,9	95,0
2000	82,4	86,3	89,2	91,8	93,0	93,8	94,4	94,6	94,6	94,6
2500	81,2	85,2	88,1	90,7	92,0	92,9	93,6	93,5	93,4	93,2
3150	79,6	83,6	86,5	89,2	90,5	91,6	91,9	91,6	91,3	91,1
4000	76,9	81,0	84,0	86,7	88,1	89,2	89,0	88,5	88,2	88,0
5000	72,9	77,1	80,2	83,0	84,3	85,2	84,6	84,1	83,8	83,5
6300	66,6	71,0	74,2	77,0	78,4	79,1	78,2	77,6	77,3	77,0
8000	57,7	62,1	65,4	68,3	69,7	70,1	69,1	68,5	68,1	67,8
10000	47,3	51,7	55,0	57,9	59,3	59,7	58,6	57,9	57,5	57,1

Tab. 151: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	54,7	54,7	54,7	54,7	54,8	54,8	54,8	54,8	54,9
25	61,0	61,0	60,9	61,0	61,0	61,0	61,0	61,1	61,1
31,5	66,4	66,5	66,4	66,5	66,5	66,5	66,5	66,6	66,6
40	71,2	71,2	71,2	71,2	71,3	71,3	71,3	71,3	71,4
50	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,5	75,4	75,5	75,5
63	78,9	78,9	78,9	78,9	78,9	79,0	79,0	79,0	79,0
80	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	82,0	82,0
100	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,1	84,1	84,1	84,2
125	84,9	85,0	85,0	85,0	85,0	85,1	85,1	85,2	85,2
160	85,5	85,6	85,6	85,6	85,7	85,7	85,8	85,8	85,9
200	86,3	86,3	86,3	86,4	86,4	86,5	86,5	86,6	86,7
250	87,3	87,4	87,4	87,4	87,5	87,6	87,6	87,7	87,8
315	88,3	88,3	88,4	88,4	88,5	88,6	88,7	88,8	88,9
400	89,3	89,3	89,4	89,5	89,6	89,7	89,8	89,9	90,0
500	90,2	90,3	90,3	90,4	90,5	90,6	90,7	90,8	90,9
630	91,1	91,2	91,3	91,4	91,4	91,6	91,6	91,7	91,8
800	92,0	92,1	92,2	92,3	92,4	92,5	92,6	92,6	92,7
1000	93,1	93,2	93,3	93,4	93,5	93,6	93,6	93,5	93,5
1250	94,2	94,3	94,3	94,4	94,4	94,4	94,3	94,3	94,2
1600	95,0	95,0	94,9	94,9	94,8	94,8	94,7	94,6	94,6
2000	94,5	94,4	94,3	94,2	94,1	94,0	93,9	93,9	93,8
2500	93,1	92,9	92,8	92,7	92,6	92,6	92,5	92,4	92,4
3150	91,0	90,8	90,7	90,6	90,5	90,4	90,3	90,3	90,2
4000	87,8	87,7	87,5	87,4	87,3	87,3	87,1	87,1	87,0
5000	83,3	83,2	83,0	82,9	82,8	82,7	82,6	82,5	82,4
6300	76,8	76,6	76,4	76,3	76,2	76,1	75,9	75,9	75,8
8000	67,6	67,4	67,2	67,0	66,9	66,8	66,7	66,6	66,5
10000	56,9	56,6	56,4	56,2	56,1	56,0	55,8	55,7	55,7

11.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 152: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,9	51,3	53,2	54,7	55,4	<i>55,4</i>	55,1	55,0	54,9	54,9
25	54,7	57,3	59,3	60,9	61,6	<i>61,6</i>	61,3	61,2	61,1	61,1
31,5	59,8	62,5	64,6	66,3	67,1	<i>67,1</i>	66,8	66,7	66,6	66,6
40	64,1	67,0	69,3	71,1	71,9	<i>71,9</i>	71,6	71,5	71,4	71,3
50	67,9	70,9	73,3	75,2	76,0	<i>76,0</i>	75,7	75,6	75,5	75,5
63	71,2	74,3	76,7	78,7	79,5	<i>79,5</i>	79,2	79,1	79,0	79,0
80	74,0	77,1	79,6	81,6	82,5	<i>82,5</i>	82,2	82,1	82,0	82,0
100	76,0	79,2	81,7	83,8	84,7	<i>84,7</i>	84,3	84,2	84,1	84,1
125	77,1	80,3	82,9	85,0	85,8	<i>85,7</i>	85,3	85,2	85,1	85,1
160	77,9	81,1	83,7	85,8	86,6	<i>86,4</i>	85,9	85,8	85,7	85,7
200	78,8	82,0	84,5	86,7	87,5	<i>87,2</i>	86,7	86,5	86,4	86,4
250	79,9	83,1	85,7	87,8	88,7	<i>88,3</i>	87,8	87,6	87,5	87,5
315	80,8	84,1	86,7	88,9	89,7	<i>89,3</i>	88,8	88,6	88,4	88,4
400	81,4	84,8	87,5	89,7	90,6	<i>90,2</i>	89,7	89,5	89,4	89,4
500	81,6	85,2	88,0	90,3	91,2	<i>90,9</i>	90,5	90,3	90,3	90,3
630	81,7	85,3	88,2	90,5	91,5	<i>91,5</i>	91,1	91,1	91,1	91,1
800	81,9	85,5	88,4	90,8	91,8	<i>92,0</i>	91,8	91,8	91,9	92,0
1000	82,4	86,0	88,9	91,3	92,4	<i>92,6</i>	92,6	92,8	92,9	93,1
1250	82,9	86,6	89,5	92,0	93,1	<i>93,5</i>	93,6	93,9	94,0	94,2
1600	83,4	87,1	90,0	92,5	93,6	<i>94,1</i>	94,5	94,8	94,9	95,0
2000	82,8	86,6	89,6	92,1	93,2	<i>93,9</i>	94,4	94,6	94,6	94,5
2500	81,6	85,5	88,5	90,9	92,2	<i>93,0</i>	93,5	93,4	93,2	93,0
3150	79,9	83,7	86,8	89,3	90,6	<i>91,5</i>	91,6	91,3	91,0	90,8
4000	77,1	81,0	84,1	86,6	88,0	<i>88,9</i>	88,5	88,0	87,7	87,5
5000	72,8	76,8	80,0	82,6	84,0	<i>84,6</i>	83,8	83,3	83,0	82,8
6300	66,1	70,3	73,6	76,3	77,6	<i>77,9</i>	76,9	76,4	76,0	75,8
8000	56,5	60,7	64,1	66,8	68,1	<i>68,3</i>	67,2	66,6	66,2	65,9
10000	45,1	49,3	52,7	55,5	56,8	<i>56,9</i>	55,6	55,0	54,6	54,2

Tab. 153: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	55,0	55,0	55,0
25	61,1	61,1	61,1	61,1	61,1	61,1	61,2	61,2	61,2
31,5	66,6	66,6	66,6	66,6	66,6	66,6	66,7	66,7	66,7
40	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,5	71,5	71,5
50	75,5	75,5	75,5	75,5	75,6	75,6	75,6	75,6	75,7
63	79,0	79,0	79,0	79,0	79,1	79,1	79,1	79,1	79,2
80	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,1	82,1	82,1	82,2
100	84,1	84,1	84,1	84,1	84,2	84,2	84,2	84,3	84,3
125	85,1	85,1	85,1	85,1	85,2	85,2	85,3	85,3	85,3
160	85,7	85,7	85,7	85,8	85,8	85,9	85,9	86,0	86,0
200	86,4	86,4	86,4	86,5	86,6	86,6	86,7	86,7	86,8
250	87,4	87,5	87,5	87,6	87,6	87,7	87,8	87,9	87,9
315	88,4	88,5	88,5	88,6	88,7	88,7	88,8	88,9	89,0
400	89,4	89,5	89,5	89,6	89,7	89,8	89,9	90,0	90,1
500	90,3	90,4	90,4	90,6	90,6	90,7	90,8	90,9	91,0
630	91,2	91,3	91,4	91,5	91,6	91,6	91,7	91,8	91,9
800	92,1	92,2	92,3	92,5	92,5	92,6	92,7	92,7	92,7
1000	93,2	93,3	93,4	93,5	93,6	93,6	93,6	93,6	93,6
1250	94,3	94,4	94,4	94,4	94,4	94,4	94,3	94,3	94,2
1600	95,0	95,0	94,9	94,8	94,8	94,7	94,6	94,6	94,5
2000	94,4	94,3	94,2	94,1	94,0	93,9	93,9	93,8	93,8
2500	92,9	92,8	92,6	92,5	92,5	92,4	92,3	92,3	92,2
3150	90,7	90,6	90,4	90,3	90,2	90,1	90,1	90,0	90,0
4000	87,3	87,2	87,1	87,0	86,9	86,8	86,7	86,6	86,6
5000	82,6	82,4	82,3	82,2	82,1	81,9	81,9	81,8	81,7
6300	75,6	75,4	75,3	75,1	75,0	74,9	74,8	74,7	74,6
8000	65,7	65,5	65,3	65,1	65,0	64,9	64,8	64,7	64,6
10000	53,9	53,7	53,5	53,3	53,2	53,1	53,0	52,9	52,8

11.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 154: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 155: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

11.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 156: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 157: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

11.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 158: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 159: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

11.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 160: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,9	52,1	54,1	55,3	55,8	55,6	55,3	55,3	55,2	55,2
25	55,7	58,1	60,2	61,5	62,1	61,8	61,6	61,5	61,4	61,4
31,5	60,8	63,4	65,6	67,0	67,6	67,3	67,1	67,0	66,9	66,9
40	65,2	67,9	70,2	71,8	72,4	72,1	71,8	71,8	71,7	71,7
50	69,0	71,9	74,3	75,9	76,5	76,2	76,0	75,9	75,8	75,8
63	72,3	75,2	77,7	79,4	80,0	79,8	79,5	79,4	79,4	79,4
80	75,1	78,1	80,6	82,3	83,0	82,7	82,5	82,4	82,3	82,3
100	77,2	80,2	82,8	84,5	85,2	84,9	84,6	84,5	84,5	84,4
125	78,3	81,3	83,9	85,7	86,3	85,9	85,5	85,5	85,4	85,4
160	79,1	82,1	84,7	86,5	87,0	86,5	86,2	86,0	86,0	86,0
200	79,9	83,0	85,6	87,3	87,8	87,3	86,9	86,7	86,7	86,7
250	81,0	84,1	86,7	88,5	89,0	88,4	88,0	87,8	87,7	87,7
315	81,9	85,0	87,7	89,5	90,0	89,4	88,9	88,8	88,7	88,7
400	82,5	85,8	88,5	90,4	90,8	90,2	89,8	89,7	89,6	89,6
500	82,7	86,1	89,0	90,9	91,5	91,0	90,6	90,5	90,5	90,5
630	82,8	86,3	89,2	91,1	91,9	91,6	91,3	91,3	91,3	91,4
800	83,0	86,4	89,4	91,4	92,2	92,1	91,9	92,0	92,1	92,2
1000	83,4	86,9	89,9	91,8	92,8	92,8	92,8	93,0	93,1	93,3
1250	84,0	87,5	90,5	92,4	93,5	93,6	93,8	94,0	94,2	94,3
1600	84,3	87,9	90,9	92,9	94,0	94,3	94,7	94,9	95,0	95,0
2000	83,7	87,3	90,3	92,3	93,5	94,1	94,4	94,5	94,4	94,3
2500	82,3	85,9	89,0	91,0	92,3	93,0	93,2	93,0	92,8	92,7
3150	80,3	83,9	87,0	89,0	90,5	91,1	90,9	90,6	90,4	90,2
4000	77,0	80,8	83,9	85,9	87,5	87,7	87,2	86,8	86,6	86,4
5000	72,1	75,9	79,2	81,2	82,8	82,5	81,8	81,4	81,1	80,9
6300	64,3	68,3	71,6	73,8	75,2	74,6	73,8	73,4	73,1	72,8
8000	52,9	56,9	60,4	62,6	63,8	63,1	62,2	61,8	61,4	61,1
10000	39,0	43,0	46,4	48,7	49,9	49,1	48,1	47,6	47,2	46,9

Tab. 161: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,2	55,2	55,2	55,2	55,3	55,2	55,3	55,3	55,3
25	61,5	61,4	61,4	61,5	61,5	61,4	61,5	61,5	61,5
31,5	66,9	66,9	66,9	67,0	67,0	66,9	67,0	67,0	67,0
40	71,7	71,7	71,7	71,7	71,8	71,7	71,8	71,8	71,8
50	75,9	75,8	75,9	75,9	75,9	75,9	75,9	76,0	76,0
63	79,4	79,3	79,4	79,4	79,4	79,4	79,4	79,5	79,5
80	82,3	82,3	82,3	82,4	82,4	82,4	82,4	82,5	82,5
100	84,5	84,4	84,5	84,5	84,5	84,5	84,6	84,6	84,6
125	85,4	85,4	85,5	85,5	85,5	85,5	85,6	85,6	85,7
160	86,0	86,0	86,1	86,1	86,1	86,2	86,3	86,3	86,4
200	86,7	86,7	86,8	86,8	86,9	86,9	87,0	87,1	87,2
250	87,7	87,8	87,8	87,9	87,9	88,0	88,1	88,2	88,3
315	88,7	88,7	88,8	88,9	88,9	89,1	89,2	89,2	89,4
400	89,6	89,7	89,8	89,9	90,0	90,1	90,2	90,3	90,4
500	90,5	90,6	90,7	90,8	90,9	91,0	91,1	91,2	91,3
630	91,4	91,5	91,6	91,7	91,8	91,9	92,0	92,0	92,1
800	92,3	92,5	92,6	92,7	92,7	92,8	92,8	92,9	92,9
1000	93,4	93,5	93,6	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,6
1250	94,4	94,4	94,5	94,5	94,4	94,4	94,3	94,3	94,2
1600	95,0	94,9	94,9	94,8	94,7	94,6	94,6	94,5	94,5
2000	94,2	94,1	94,0	93,9	93,8	93,7	93,7	93,6	93,6
2500	92,5	92,4	92,3	92,2	92,1	92,0	91,9	91,9	91,8
3150	90,0	89,9	89,8	89,7	89,6	89,5	89,4	89,4	89,3
4000	86,2	86,1	86,0	85,8	85,7	85,6	85,5	85,5	85,4
5000	80,8	80,6	80,5	80,3	80,2	80,1	80,0	80,0	79,9
6300	72,6	72,4	72,3	72,2	72,0	71,9	71,8	71,8	71,7
8000	60,9	60,7	60,5	60,4	60,3	60,1	60,0	60,0	59,9
10000	46,6	46,4	46,2	46,0	45,9	45,7	45,6	45,6	45,5

11.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 162: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	50,1	52,3	54,2	55,5	55,9	55,6	55,5	55,4	55,3	55,3
25	55,9	58,3	60,4	61,7	62,1	61,8	61,7	61,6	61,5	61,5
31,5	61,0	63,6	65,8	67,2	67,6	67,3	67,2	67,1	67,0	67,0
40	65,5	68,2	70,4	71,9	72,4	72,1	72,0	71,9	71,8	71,8
50	69,3	72,1	74,5	76,0	76,6	76,3	76,1	76,0	75,9	75,9
63	72,6	75,5	77,9	79,5	80,1	79,8	79,6	79,5	79,5	79,4
80	75,4	78,3	80,9	82,5	83,1	82,8	82,6	82,5	82,4	82,4
100	77,4	80,4	83,0	84,7	85,3	84,9	84,7	84,6	84,5	84,5
125	78,5	81,6	84,1	85,8	86,3	85,9	85,6	85,5	85,5	85,5
160	79,3	82,3	84,9	86,6	87,1	86,5	86,2	86,1	86,1	86,1
200	80,1	83,2	85,8	87,5	87,9	87,3	86,9	86,8	86,8	86,8
250	81,2	84,3	86,9	88,7	89,0	88,4	88,0	87,9	87,9	87,8
315	82,1	85,3	87,9	89,7	90,0	89,4	89,0	88,8	88,8	88,8
400	82,7	86,0	88,7	90,5	90,9	90,2	89,9	89,7	89,7	89,7
500	83,0	86,4	89,2	91,0	91,5	91,0	90,7	90,5	90,6	90,6
630	83,0	86,5	89,4	91,3	91,9	91,6	91,3	91,3	91,4	91,4
800	83,2	86,7	89,6	91,5	92,3	92,1	92,0	92,1	92,2	92,3
1000	83,6	87,1	90,0	92,0	92,8	92,8	92,9	93,0	93,2	93,3
1250	84,2	87,7	90,6	92,6	93,5	93,6	93,9	94,1	94,2	94,4
1600	84,5	88,0	91,0	93,0	94,0	94,4	94,7	94,9	95,0	95,0
2000	83,9	87,4	90,4	92,4	93,5	94,1	94,4	94,5	94,4	94,3
2500	82,4	86,0	89,1	91,0	92,3	93,0	93,1	92,9	92,7	92,6
3150	80,3	83,9	87,0	89,0	90,4	90,9	90,7	90,4	90,1	90,0
4000	76,9	80,6	83,8	85,7	87,3	87,3	86,8	86,5	86,2	86,0
5000	71,8	75,6	78,8	80,8	82,3	81,9	81,2	80,9	80,6	80,4
6300	63,7	67,6	71,0	73,1	74,3	73,6	72,9	72,5	72,2	72,0
8000	51,8	55,8	59,2	61,3	62,4	61,6	60,8	60,4	60,0	59,7
10000	37,1	41,1	44,5	46,7	47,8	46,8	45,9	45,4	45,0	44,7

Tab. 163: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,3	55,3	55,3	55,4	55,4	55,4	55,4	55,4	55,4
25	61,5	61,5	61,5	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,7
31,5	67,0	67,0	67,0	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,2
40	71,8	71,8	71,8	71,9	71,9	71,9	71,9	71,9	71,9
50	75,9	75,9	75,9	76,0	76,0	76,0	76,0	76,1	76,1
63	79,4	79,5	79,4	79,5	79,5	79,5	79,5	79,6	79,6
80	82,4	82,4	82,4	82,5	82,5	82,5	82,5	82,6	82,6
100	84,5	84,5	84,5	84,6	84,6	84,6	84,6	84,7	84,7
125	85,5	85,5	85,5	85,6	85,6	85,6	85,7	85,8	85,8
160	86,1	86,1	86,1	86,2	86,2	86,3	86,3	86,4	86,5
200	86,8	86,8	86,9	86,9	87,0	87,0	87,1	87,2	87,2
250	87,8	87,9	87,9	88,0	88,0	88,1	88,2	88,3	88,3
315	88,8	88,8	88,9	89,0	89,0	89,1	89,2	89,4	89,4
400	89,7	89,8	89,9	90,0	90,1	90,2	90,3	90,4	90,5
500	90,6	90,7	90,8	90,9	91,0	91,1	91,2	91,3	91,4
630	91,5	91,6	91,7	91,8	91,9	91,9	92,0	92,1	92,2
800	92,4	92,5	92,6	92,7	92,8	92,8	92,9	92,9	92,9
1000	93,4	93,6	93,6	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,6
1250	94,4	94,5	94,5	94,5	94,4	94,4	94,3	94,3	94,2
1600	95,0	94,9	94,8	94,8	94,7	94,6	94,5	94,5	94,5
2000	94,2	94,1	93,9	93,9	93,8	93,7	93,6	93,6	93,5
2500	92,4	92,3	92,1	92,1	92,0	91,9	91,8	91,8	91,7
3150	89,8	89,7	89,5	89,5	89,4	89,3	89,2	89,2	89,1
4000	85,9	85,7	85,6	85,5	85,4	85,3	85,2	85,2	85,1
5000	80,2	80,1	79,9	79,8	79,7	79,6	79,5	79,4	79,4
6300	71,8	71,6	71,4	71,3	71,2	71,1	71,0	70,9	70,8
8000	59,5	59,3	59,1	59,0	58,9	58,8	58,6	58,6	58,5
10000	44,5	44,3	44,0	43,9	43,8	43,6	43,5	43,5	43,4

12 Betriebsmodus 1000 kW s

12.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 164: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	51,3	52,6	53,8	54,7	54,8	54,5	54,5	54,4	54,4	54,4	54,3
25	57,2	58,6	59,9	60,9	61,0	60,7	60,6	60,6	60,5	60,5	60,5
31,5	62,4	63,9	65,3	66,4	66,4	66,1	66,1	66,0	66,0	66,0	65,9
40	66,9	68,5	70,0	71,1	71,1	70,9	70,8	70,7	70,7	70,7	70,7
50	70,8	72,5	74,0	75,2	75,2	74,9	74,9	74,8	74,8	74,8	74,7
63	74,1	75,8	77,4	78,7	78,7	78,4	78,3	78,3	78,2	78,2	78,2
80	77,0	78,7	80,4	81,6	81,6	81,3	81,3	81,2	81,2	81,2	81,1
100	79,1	80,9	82,5	83,8	83,7	83,4	83,4	83,3	83,3	83,3	83,2
125	80,2	81,9	83,6	84,9	84,8	84,4	84,3	84,3	84,2	84,2	84,2
160	81,0	82,7	84,4	85,6	85,4	85,0	84,9	84,9	84,8	84,8	84,8
200	81,8	83,6	85,3	86,4	86,2	85,8	85,7	85,6	85,6	85,5	85,5
250	82,9	84,7	86,5	87,6	87,3	86,9	86,7	86,7	86,6	86,6	86,6
315	83,9	85,7	87,5	88,6	88,3	87,8	87,7	87,6	87,6	87,6	87,6
400	84,6	86,5	88,3	89,5	89,2	88,7	88,6	88,5	88,5	88,5	88,5
500	84,9	86,9	88,8	90,1	89,9	89,5	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4
630	85,0	87,0	89,0	90,4	90,4	90,1	90,1	90,1	90,1	90,2	90,2
800	85,2	87,2	89,2	90,8	90,9	90,7	90,7	90,8	90,9	91,0	91,1
1000	85,7	87,7	89,7	91,3	91,5	91,5	91,6	91,7	91,9	92,0	92,0
1250	86,3	88,3	90,3	92,0	92,3	92,4	92,6	92,8	92,9	93,0	93,1
1600	86,7	88,8	90,7	92,6	93,0	93,3	93,5	93,6	93,7	93,7	93,7
2000	86,2	88,3	90,2	92,1	92,7	93,1	93,3	93,3	93,2	93,1	93,0
2500	84,9	87,0	89,0	91,0	91,7	92,0	92,0	91,8	91,7	91,6	91,4
3150	83,0	85,2	87,2	89,3	90,0	90,0	89,7	89,5	89,3	89,2	89,1
4000	80,1	82,2	84,3	86,5	87,0	86,5	86,2	86,0	85,8	85,6	85,5
5000	75,5	77,8	79,8	82,1	82,2	81,5	81,1	80,9	80,7	80,5	80,3
6300	68,4	70,7	72,8	75,0	74,9	74,0	73,6	73,3	73,1	72,9	72,8
8000	57,8	60,2	62,4	64,4	64,3	63,3	62,9	62,6	62,3	62,1	61,9
10000	45,1	47,5	49,7	51,7	51,5	50,4	49,9	49,6	49,3	49,1	48,8

Tab. 165: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	54,4	54,4	54,4	54,4	54,4	54,4	54,4	54,4	54,5	54,5
25	60,5	60,5	60,6	60,5	60,6	60,6	60,6	60,6	60,6	60,7
31,5	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,1	66,1
40	70,7	70,7	70,7	70,7	70,7	70,7	70,7	70,8	70,8	70,8
50	74,7	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,9	74,9
63	78,2	78,3	78,3	78,3	78,3	78,3	78,3	78,3	78,3	78,4
80	81,1	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2	81,3	81,3	81,3
100	83,2	83,3	83,3	83,3	83,3	83,3	83,3	83,4	83,4	83,4
125	84,2	84,2	84,3	84,3	84,3	84,3	84,4	84,4	84,4	84,5
160	84,8	84,8	84,9	84,9	84,9	85,0	85,0	85,0	85,1	85,1
200	85,5	85,5	85,6	85,6	85,7	85,7	85,8	85,8	85,8	85,9
250	86,6	86,6	86,7	86,7	86,7	86,8	86,9	86,9	87,0	87,0
315	87,6	87,6	87,7	87,7	87,7	87,8	87,9	87,9	88,0	88,1
400	88,5	88,6	88,6	88,7	88,7	88,8	88,9	88,9	89,0	89,1
500	89,4	89,5	89,5	89,6	89,7	89,7	89,8	89,8	89,9	90,0
630	90,3	90,3	90,4	90,5	90,5	90,6	90,6	90,7	90,8	90,8
800	91,1	91,2	91,3	91,4	91,4	91,5	91,5	91,6	91,6	91,6
1000	92,1	92,2	92,3	92,3	92,4	92,4	92,5	92,4	92,5	92,4
1250	93,1	93,2	93,2	93,2	93,2	93,2	93,1	93,1	93,1	93,0
1600	93,7	93,7	93,6	93,5	93,5	93,4	93,4	93,3	93,3	93,3
2000	93,0	92,9	92,8	92,7	92,7	92,6	92,5	92,5	92,5	92,5
2500	91,3	91,3	91,2	91,1	91,0	91,0	90,9	90,9	90,8	90,8
3150	89,0	88,9	88,8	88,7	88,6	88,6	88,5	88,5	88,4	88,4
4000	85,4	85,3	85,2	85,1	85,0	85,0	84,9	84,8	84,8	84,8
5000	80,2	80,2	80,0	79,9	79,8	79,8	79,7	79,6	79,6	79,5
6300	72,6	72,5	72,4	72,3	72,2	72,1	72,0	72,0	71,9	71,9
8000	61,8	61,7	61,5	61,4	61,3	61,2	61,1	61,0	61,0	60,9
10000	48,7	48,5	48,4	48,3	48,1	48,0	47,9	47,9	47,8	47,8

12.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 166: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,9	50,5	52,3	53,9	<i>54,3</i>	54,0	53,9	53,9	53,9	53,9
25	53,6	56,4	58,4	60,0	<i>60,5</i>	60,2	60,1	60,1	60,1	60,1
31,5	58,7	61,6	63,7	65,5	<i>65,9</i>	65,6	65,5	65,5	65,5	65,5
40	63,0	66,0	68,3	70,2	<i>70,6</i>	70,3	70,3	70,2	70,2	70,2
50	66,8	69,9	72,3	74,2	<i>74,7</i>	74,4	74,3	74,3	74,3	74,3
63	70,0	73,2	75,7	77,7	<i>78,2</i>	77,9	77,8	77,8	77,8	77,8
80	72,8	76,1	78,6	80,6	<i>81,1</i>	80,8	80,7	80,7	80,7	80,7
100	74,9	78,2	80,7	82,8	<i>83,3</i>	82,9	82,8	82,8	82,8	82,8
125	76,0	79,3	81,8	83,9	<i>84,3</i>	83,9	83,8	83,8	83,8	83,8
160	76,8	80,1	82,6	84,7	<i>85,0</i>	84,6	84,4	84,4	84,4	84,4
200	77,6	81,0	83,5	85,5	<i>85,8</i>	85,3	85,1	85,1	85,1	85,1
250	78,8	82,1	84,7	86,7	<i>86,9</i>	86,4	86,2	86,2	86,2	86,2
315	79,6	83,1	85,7	87,7	<i>87,9</i>	87,4	87,2	87,2	87,2	87,2
400	80,2	83,8	86,5	88,6	<i>88,8</i>	88,3	88,2	88,2	88,2	88,2
500	80,4	84,1	86,9	89,2	<i>89,5</i>	89,1	89,0	89,0	89,1	89,1
630	80,5	84,2	87,1	89,5	<i>90,1</i>	89,8	89,8	89,8	89,9	90,0
800	80,7	84,5	87,3	89,8	<i>90,6</i>	90,5	90,5	90,7	90,8	90,9
1000	81,2	85,0	87,9	90,4	<i>91,3</i>	91,3	91,5	91,7	91,8	92,0
1250	81,8	85,6	88,6	91,1	<i>92,1</i>	92,4	92,6	92,8	92,9	93,0
1600	82,3	86,1	89,1	91,7	<i>92,9</i>	93,4	93,6	93,7	93,7	93,7
2000	81,8	85,7	88,7	91,4	<i>92,8</i>	93,3	93,4	93,3	93,2	93,1
2500	80,8	84,7	87,7	90,5	<i>92,0</i>	92,3	92,2	92,0	91,9	91,7
3150	79,2	83,2	86,3	89,1	<i>90,7</i>	90,6	90,3	90,0	89,9	89,7
4000	76,7	80,8	84,0	86,9	<i>88,3</i>	87,7	87,4	87,1	86,9	86,8
5000	72,9	77,2	80,4	83,4	<i>84,5</i>	83,6	83,2	82,9	82,7	82,5
6300	67,1	71,4	74,8	77,7	<i>78,6</i>	77,5	77,1	76,8	76,6	76,4
8000	58,9	63,2	66,6	69,6	<i>70,3</i>	69,2	68,7	68,3	68,1	67,9
10000	49,5	53,8	57,2	60,2	<i>60,9</i>	59,6	59,0	58,6	58,4	58,1

Tab. 167: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	53,9	53,9	53,9	54,0	54,0	54,1	54,1	54,1	54,1
25	60,1	60,1	60,1	60,2	60,2	60,2	60,2	60,3	60,3
31,5	65,5	65,5	65,6	65,6	65,6	65,7	65,7	65,7	65,8
40	70,3	70,3	70,3	70,3	70,4	70,4	70,4	70,4	70,5
50	74,3	74,3	74,4	74,4	74,4	74,5	74,5	74,5	74,6
63	77,8	77,8	77,8	77,9	77,9	77,9	78,0	78,0	78,1
80	80,7	80,8	80,8	80,8	80,9	80,9	80,9	80,9	81,0
100	82,8	82,9	82,9	82,9	83,0	83,0	83,0	83,1	83,1
125	83,8	83,8	83,9	83,9	84,0	84,0	84,1	84,1	84,2
160	84,4	84,5	84,5	84,6	84,7	84,7	84,8	84,8	84,9
200	85,2	85,2	85,3	85,3	85,4	85,4	85,5	85,6	85,7
250	86,3	86,3	86,4	86,5	86,5	86,6	86,7	86,8	86,8
315	87,3	87,3	87,4	87,5	87,6	87,7	87,8	87,9	88,0
400	88,3	88,3	88,4	88,6	88,6	88,7	88,8	88,9	89,0
500	89,2	89,3	89,4	89,5	89,6	89,6	89,7	89,8	89,9
630	90,1	90,2	90,3	90,4	90,4	90,5	90,6	90,7	90,7
800	91,0	91,1	91,2	91,3	91,4	91,4	91,4	91,5	91,4
1000	92,1	92,1	92,2	92,3	92,3	92,3	92,3	92,2	92,2
1250	93,1	93,1	93,1	93,1	93,0	93,0	92,9	92,9	92,8
1600	93,6	93,6	93,5	93,4	93,4	93,3	93,3	93,2	93,2
2000	93,0	92,9	92,8	92,8	92,7	92,7	92,6	92,5	92,5
2500	91,6	91,5	91,4	91,4	91,3	91,2	91,2	91,1	91,1
3150	89,6	89,5	89,4	89,3	89,3	89,2	89,1	89,1	89,0
4000	86,6	86,5	86,4	86,3	86,3	86,2	86,1	86,0	86,0
5000	82,4	82,3	82,1	82,0	82,0	81,9	81,8	81,7	81,7
6300	76,2	76,1	75,9	75,8	75,7	75,7	75,6	75,5	75,5
8000	67,7	67,5	67,3	67,2	67,1	67,1	67,0	66,9	66,9
10000	57,9	57,7	57,5	57,4	57,3	57,2	57,1	57,1	57,0

12.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 168: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,4	51,0	52,8	54,3	<i>54,4</i>	54,1	54,0	54,0	54,0	54,1
25	54,2	56,9	58,8	60,4	<i>60,5</i>	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2
31,5	59,2	62,1	64,2	65,9	<i>66,0</i>	65,7	65,6	65,6	65,6	65,7
40	63,6	66,6	68,8	70,6	<i>70,7</i>	70,5	70,4	70,4	70,3	70,4
50	67,3	70,5	72,8	74,7	<i>74,8</i>	74,5	74,4	74,4	74,4	74,5
63	70,6	73,8	76,2	78,1	<i>78,3</i>	78,0	77,9	77,9	77,9	77,9
80	73,4	76,7	79,1	81,1	<i>81,2</i>	80,9	80,9	80,9	80,8	80,9
100	75,5	78,8	81,2	83,3	<i>83,3</i>	83,1	83,0	83,0	82,9	83,0
125	76,6	79,9	82,4	84,4	<i>84,3</i>	84,0	83,9	83,9	83,9	83,9
160	77,4	80,7	83,2	85,1	<i>85,0</i>	84,7	84,5	84,5	84,5	84,6
200	78,3	81,5	84,1	86,0	<i>85,8</i>	85,4	85,3	85,3	85,2	85,3
250	79,4	82,7	85,2	87,1	<i>86,9</i>	86,5	86,4	86,3	86,3	86,4
315	80,3	83,6	86,2	88,1	<i>87,9</i>	87,5	87,4	87,3	87,3	87,4
400	80,8	84,3	87,0	89,0	<i>88,8</i>	88,4	88,3	88,3	88,3	88,4
500	81,1	84,7	87,5	89,6	<i>89,5</i>	89,2	89,1	89,2	89,2	89,3
630	81,1	84,8	87,7	90,0	<i>90,1</i>	89,9	89,9	90,0	90,0	90,1
800	81,3	85,0	87,9	90,3	<i>90,6</i>	90,6	90,7	90,8	90,9	91,0
1000	81,8	85,6	88,4	90,9	<i>91,4</i>	91,4	91,6	91,8	91,9	92,1
1250	82,4	86,2	89,1	91,7	<i>92,2</i>	92,5	92,7	92,9	93,0	93,1
1600	82,8	86,7	89,6	92,3	<i>93,0</i>	93,4	93,6	93,7	93,7	93,7
2000	82,4	86,3	89,2	91,9	<i>92,9</i>	93,3	93,3	93,3	93,1	93,0
2500	81,2	85,2	88,1	91,0	<i>92,0</i>	92,2	92,0	91,9	91,7	91,6
3150	79,6	83,6	86,5	89,5	<i>90,5</i>	90,3	90,0	89,8	89,6	89,5
4000	76,9	81,0	84,0	87,1	<i>87,8</i>	87,2	86,9	86,7	86,4	86,3
5000	72,9	77,1	80,2	83,3	<i>83,6</i>	82,8	82,4	82,2	81,9	81,8
6300	66,6	71,0	74,2	77,2	<i>77,2</i>	76,3	75,9	75,6	75,4	75,2
8000	57,7	62,1	65,4	68,4	<i>68,2</i>	67,2	66,8	66,5	66,2	66,0
10000	47,3	51,7	55,0	58,0	<i>57,8</i>	56,7	56,1	55,8	55,4	55,2

Tab. 169: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	54,1	54,1	54,1	54,1	54,1	54,2	54,2	54,3	54,3
25	60,2	60,2	60,3	60,3	60,3	60,4	60,4	60,4	60,4
31,5	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,8	65,8	65,9	65,9
40	70,4	70,4	70,5	70,5	70,5	70,5	70,6	70,6	70,6
50	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,6	74,6	74,7	74,7
63	77,9	77,9	78,0	78,0	78,0	78,1	78,1	78,2	78,2
80	80,9	80,9	80,9	81,0	81,0	81,0	81,1	81,1	81,1
100	83,0	83,0	83,0	83,1	83,1	83,1	83,2	83,2	83,3
125	84,0	84,0	84,0	84,1	84,1	84,2	84,2	84,3	84,3
160	84,6	84,6	84,7	84,7	84,8	84,8	84,9	85,0	85,0
200	85,3	85,4	85,4	85,5	85,6	85,6	85,7	85,8	85,9
250	86,4	86,4	86,5	86,6	86,7	86,7	86,9	86,9	87,0
315	87,4	87,5	87,6	87,6	87,8	87,8	88,0	88,0	88,2
400	88,4	88,5	88,6	88,7	88,8	88,9	89,0	89,1	89,2
500	89,3	89,4	89,5	89,6	89,7	89,8	89,9	90,0	90,1
630	90,2	90,3	90,4	90,5	90,6	90,6	90,7	90,7	90,8
800	91,1	91,2	91,3	91,4	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5
1000	92,2	92,2	92,3	92,3	92,4	92,3	92,3	92,3	92,2
1250	93,1	93,1	93,1	93,1	93,0	93,0	92,9	92,9	92,8
1600	93,6	93,5	93,5	93,4	93,3	93,3	93,3	93,2	93,2
2000	92,9	92,8	92,8	92,7	92,6	92,6	92,5	92,5	92,4
2500	91,5	91,4	91,3	91,2	91,1	91,1	91,0	91,0	90,9
3150	89,4	89,2	89,2	89,1	89,0	88,9	88,9	88,8	88,8
4000	86,2	86,1	86,0	85,9	85,8	85,7	85,7	85,6	85,5
5000	81,7	81,5	81,4	81,3	81,2	81,2	81,1	81,0	81,0
6300	75,1	74,9	74,8	74,7	74,6	74,5	74,4	74,4	74,3
8000	65,8	65,6	65,5	65,4	65,3	65,2	65,1	65,1	65,0
10000	55,0	54,8	54,7	54,6	54,4	54,4	54,3	54,3	54,2

12.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 170: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,9	51,3	53,2	54,6	<i>54,5</i>	54,3	54,2	54,2	54,2	54,2
25	54,7	57,3	59,3	60,7	<i>60,6</i>	60,4	60,4	60,3	60,3	60,4
31,5	59,8	62,5	64,6	66,2	<i>66,1</i>	65,9	65,8	65,8	65,8	65,8
40	64,1	67,0	69,3	70,9	<i>70,8</i>	70,6	70,5	70,5	70,5	70,5
50	67,9	70,9	73,3	75,0	<i>74,9</i>	74,7	74,6	74,6	74,6	74,6
63	71,2	74,3	76,7	78,5	<i>78,3</i>	78,1	78,1	78,0	78,0	78,1
80	74,0	77,1	79,6	81,4	<i>81,3</i>	81,1	81,0	81,0	81,0	81,0
100	76,0	79,2	81,7	83,6	<i>83,4</i>	83,2	83,1	83,1	83,1	83,1
125	77,1	80,3	82,9	84,7	<i>84,4</i>	84,1	84,1	84,0	84,0	84,1
160	77,9	81,1	83,7	85,4	<i>85,0</i>	84,7	84,7	84,6	84,7	84,7
200	78,8	82,0	84,5	86,3	<i>85,8</i>	85,5	85,4	85,4	85,4	85,4
250	79,9	83,1	85,7	87,4	<i>86,9</i>	86,6	86,5	86,4	86,4	86,5
315	80,8	84,1	86,7	88,4	<i>87,9</i>	87,5	87,4	87,4	87,4	87,5
400	81,4	84,8	87,5	89,3	<i>88,8</i>	88,5	88,4	88,4	88,4	88,4
500	81,6	85,2	88,0	89,9	<i>89,5</i>	89,3	89,2	89,2	89,3	89,3
630	81,7	85,3	88,2	90,3	<i>90,1</i>	90,0	90,0	90,1	90,1	90,2
800	81,9	85,5	88,4	90,7	<i>90,7</i>	90,6	90,7	90,9	91,0	91,1
1000	82,4	86,0	88,9	91,3	<i>91,4</i>	91,5	91,7	91,9	92,0	92,1
1250	82,9	86,6	89,5	92,0	<i>92,3</i>	92,6	92,8	92,9	93,0	93,1
1600	83,4	87,1	90,0	92,6	<i>93,2</i>	93,5	93,6	93,7	93,7	93,7
2000	82,8	86,6	89,6	92,2	<i>93,0</i>	93,3	93,3	93,2	93,1	93,0
2500	81,6	85,5	88,5	91,2	<i>92,0</i>	92,1	91,9	91,7	91,6	91,4
3150	79,9	83,7	86,8	89,7	<i>90,3</i>	90,0	89,7	89,5	89,3	89,2
4000	77,1	81,0	84,1	87,1	<i>87,3</i>	86,7	86,4	86,2	86,0	85,9
5000	72,8	76,8	80,0	83,0	<i>82,7</i>	82,0	81,7	81,4	81,2	81,1
6300	66,1	70,3	73,6	76,4	<i>75,9</i>	75,1	74,7	74,5	74,2	74,1
8000	56,5	60,7	64,1	66,9	<i>66,2</i>	65,3	64,9	64,6	64,3	64,1
10000	45,1	49,3	52,7	55,5	<i>54,7</i>	53,7	53,2	52,9	52,6	52,4

Tab. 171: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	54,2	54,2	54,2	54,3	54,3	54,3	54,4	54,4	54,4
25	60,4	60,4	60,4	60,4	60,5	60,5	60,5	60,6	60,6
31,5	65,8	65,8	65,9	65,9	65,9	65,9	66,0	66,0	66,0
40	70,5	70,6	70,6	70,6	70,6	70,7	70,7	70,7	70,8
50	74,6	74,6	74,7	74,7	74,7	74,7	74,8	74,8	74,8
63	78,1	78,1	78,1	78,1	78,2	78,2	78,3	78,3	78,3
80	81,0	81,0	81,1	81,1	81,1	81,2	81,2	81,2	81,3
100	83,1	83,1	83,2	83,2	83,2	83,3	83,3	83,4	83,4
125	84,1	84,1	84,2	84,2	84,3	84,3	84,4	84,4	84,5
160	84,7	84,8	84,8	84,9	84,9	85,0	85,1	85,1	85,2
200	85,4	85,5	85,6	85,6	85,7	85,7	85,8	85,9	86,0
250	86,5	86,6	86,6	86,7	86,8	86,9	87,0	87,1	87,2
315	87,5	87,6	87,7	87,8	87,9	87,9	88,1	88,2	88,3
400	88,5	88,6	88,7	88,8	88,9	89,0	89,1	89,2	89,3
500	89,4	89,5	89,6	89,7	89,8	89,9	90,0	90,1	90,2
630	90,3	90,4	90,5	90,6	90,7	90,7	90,8	90,8	90,9
800	91,2	91,3	91,4	91,5	91,5	91,5	91,6	91,6	91,6
1000	92,2	92,3	92,4	92,4	92,4	92,3	92,3	92,3	92,2
1250	93,1	93,1	93,1	93,1	93,0	93,0	92,9	92,9	92,9
1600	93,6	93,5	93,5	93,4	93,3	93,3	93,2	93,2	93,2
2000	92,9	92,8	92,7	92,6	92,5	92,5	92,4	92,4	92,4
2500	91,3	91,2	91,1	91,0	91,0	90,9	90,9	90,8	90,8
3150	89,1	89,0	88,9	88,8	88,7	88,7	88,6	88,6	88,5
4000	85,7	85,6	85,5	85,4	85,3	85,3	85,2	85,2	85,1
5000	80,9	80,8	80,7	80,6	80,5	80,4	80,4	80,3	80,2
6300	73,9	73,7	73,6	73,5	73,4	73,3	73,3	73,2	73,2
8000	63,9	63,8	63,6	63,5	63,4	63,3	63,3	63,2	63,2
10000	52,1	52,0	51,8	51,7	51,6	51,5	51,4	51,4	51,4

12.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 172: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 173: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

12.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 174: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 175: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

12.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 176: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 177: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

12.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 178: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,9	52,1	54,0	54,9	<i>54,7</i>	54,6	54,5	54,5	54,5	54,5
25	55,7	58,1	60,2	61,1	<i>60,8</i>	60,8	60,7	60,7	60,7	60,7
31,5	60,8	63,4	65,5	66,6	<i>66,3</i>	66,2	66,1	66,1	66,1	66,1
40	65,2	67,9	70,2	71,3	<i>71,0</i>	70,9	70,9	70,9	70,8	70,9
50	69,0	71,9	74,2	75,4	<i>75,1</i>	75,0	74,9	74,9	74,9	74,9
63	72,3	75,2	77,7	78,8	<i>78,5</i>	78,5	78,4	78,4	78,4	78,4
80	75,1	78,1	80,6	81,8	<i>81,5</i>	81,4	81,3	81,3	81,3	81,3
100	77,2	80,2	82,8	83,9	<i>83,6</i>	83,5	83,4	83,4	83,4	83,4
125	78,3	81,3	83,9	85,0	<i>84,6</i>	84,4	84,4	84,4	84,4	84,4
160	79,1	82,1	84,7	85,6	<i>85,2</i>	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0
200	79,9	83,0	85,5	86,4	<i>85,9</i>	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7
250	81,0	84,1	86,7	87,5	<i>87,0</i>	86,8	86,7	86,7	86,7	86,8
315	81,9	85,0	87,7	88,5	<i>88,0</i>	87,8	87,7	87,7	87,7	87,7
400	82,5	85,8	88,5	89,4	<i>88,9</i>	88,7	88,6	88,6	88,6	88,7
500	82,7	86,1	89,0	90,0	<i>89,6</i>	89,5	89,4	89,5	89,5	89,6
630	82,8	86,3	89,2	90,5	<i>90,2</i>	90,2	90,2	90,3	90,4	90,4
800	83,0	86,4	89,4	90,9	<i>90,8</i>	90,9	91,0	91,1	91,2	91,3
1000	83,4	86,9	89,8	91,5	<i>91,6</i>	91,7	91,9	92,1	92,2	92,3
1250	84,0	87,5	90,5	92,2	<i>92,5</i>	92,8	92,9	93,1	93,1	93,2
1600	84,3	87,9	90,9	92,8	<i>93,3</i>	93,6	93,7	93,7	93,7	93,6
2000	83,7	87,3	90,3	92,4	<i>93,1</i>	93,2	93,1	93,0	92,9	92,8
2500	82,3	85,9	89,0	91,3	<i>91,9</i>	91,7	91,5	91,4	91,2	91,0
3150	80,3	83,9	87,1	89,5	<i>89,7</i>	89,3	89,0	88,9	88,7	88,5
4000	77,0	80,8	83,9	86,3	<i>86,0</i>	85,5	85,2	85,1	84,9	84,7
5000	72,1	75,9	79,2	81,4	<i>80,6</i>	80,1	79,8	79,6	79,4	79,2
6300	64,3	68,3	71,6	73,6	<i>72,6</i>	72,1	71,7	71,5	71,2	71,1
8000	52,9	56,9	60,3	62,1	<i>61,0</i>	60,5	60,1	59,8	59,5	59,3
10000	39,0	43,0	46,4	48,2	<i>46,9</i>	46,3	45,8	45,5	45,2	45,0

Tab. 179: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	54,5	54,6	54,6	54,6	54,7	54,6	54,7	54,7	54,8
25	60,7	60,7	60,7	60,7	60,8	60,8	60,9	60,9	60,9
31,5	66,1	66,2	66,2	66,2	66,3	66,3	66,3	66,3	66,4
40	70,9	70,9	70,9	70,9	71,0	71,0	71,1	71,1	71,1
50	74,9	75,0	75,0	75,0	75,1	75,1	75,1	75,1	75,2
63	78,4	78,4	78,5	78,5	78,5	78,5	78,6	78,6	78,7
80	81,3	81,4	81,4	81,4	81,5	81,5	81,5	81,6	81,6
100	83,4	83,5	83,5	83,5	83,6	83,6	83,7	83,7	83,7
125	84,4	84,5	84,5	84,5	84,6	84,6	84,7	84,7	84,8
160	85,1	85,1	85,1	85,2	85,3	85,3	85,4	85,4	85,5
200	85,8	85,8	85,9	85,9	86,0	86,1	86,2	86,2	86,3
250	86,8	86,9	87,0	87,0	87,1	87,2	87,3	87,4	87,5
315	87,8	87,9	88,0	88,1	88,2	88,3	88,4	88,5	88,6
400	88,8	88,9	89,0	89,1	89,2	89,3	89,4	89,5	89,6
500	89,7	89,8	89,9	90,0	90,1	90,1	90,3	90,3	90,4
630	90,6	90,6	90,7	90,8	90,9	90,9	91,0	91,0	91,1
800	91,4	91,5	91,6	91,7	91,7	91,7	91,7	91,7	91,6
1000	92,4	92,5	92,5	92,5	92,5	92,4	92,4	92,3	92,3
1250	93,2	93,2	93,2	93,1	93,1	93,0	93,0	92,9	92,9
1600	93,5	93,5	93,4	93,3	93,3	93,2	93,2	93,1	93,1
2000	92,7	92,6	92,5	92,4	92,4	92,3	92,3	92,2	92,2
2500	90,9	90,8	90,8	90,7	90,6	90,5	90,5	90,5	90,4
3150	88,4	88,3	88,2	88,1	88,1	88,0	88,0	87,9	87,9
4000	84,6	84,5	84,4	84,3	84,2	84,1	84,1	84,0	84,0
5000	79,1	79,0	78,9	78,7	78,7	78,6	78,6	78,5	78,4
6300	70,9	70,8	70,7	70,5	70,5	70,4	70,3	70,3	70,2
8000	59,2	59,0	58,9	58,7	58,7	58,6	58,5	58,5	58,4
10000	44,8	44,6	44,5	44,4	44,3	44,2	44,2	44,1	44,1

12.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 180: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	50,1	52,3	54,2	55,0	<i>54,8</i>	54,7	54,6	54,6	54,6	54,6
25	55,9	58,3	60,4	61,2	<i>60,9</i>	60,9	60,8	60,8	60,8	60,8
31,5	61,0	63,6	65,8	66,7	<i>66,4</i>	66,3	66,2	66,2	66,2	66,2
40	65,5	68,2	70,4	71,4	<i>71,1</i>	71,0	70,9	70,9	70,9	71,0
50	69,3	72,1	74,5	75,5	<i>75,2</i>	75,1	75,0	75,0	75,0	75,0
63	72,6	75,5	77,9	78,9	<i>78,6</i>	78,6	78,5	78,5	78,4	78,5
80	75,4	78,3	80,8	81,9	<i>81,6</i>	81,5	81,4	81,4	81,4	81,4
100	77,4	80,4	83,0	84,0	<i>83,7</i>	83,6	83,5	83,5	83,5	83,5
125	78,5	81,6	84,1	85,0	<i>84,6</i>	84,5	84,4	84,4	84,4	84,5
160	79,3	82,3	84,9	85,7	<i>85,2</i>	85,1	85,0	85,0	85,0	85,1
200	80,1	83,2	85,7	86,5	<i>85,9</i>	85,8	85,7	85,7	85,8	85,8
250	81,2	84,3	86,9	87,6	<i>87,0</i>	86,9	86,8	86,8	86,8	86,8
315	82,1	85,3	87,9	88,5	<i>88,0</i>	87,8	87,7	87,7	87,8	87,8
400	82,7	86,0	88,7	89,4	<i>88,9</i>	88,7	88,7	88,7	88,7	88,8
500	83,0	86,4	89,1	90,1	<i>89,6</i>	89,5	89,5	89,5	89,6	89,7
630	83,0	86,5	89,4	90,5	<i>90,2</i>	90,2	90,3	90,3	90,4	90,5
800	83,2	86,7	89,6	90,9	<i>90,8</i>	90,9	91,0	91,2	91,3	91,4
1000	83,6	87,1	90,1	91,5	<i>91,6</i>	91,8	92,0	92,1	92,2	92,4
1250	84,2	87,7	90,7	92,3	<i>92,5</i>	92,8	93,0	93,1	93,2	93,2
1600	84,5	88,0	91,1	92,8	<i>93,4</i>	93,6	93,7	93,7	93,6	93,6
2000	83,9	87,4	90,5	92,4	<i>93,1</i>	93,2	93,1	93,0	92,8	92,7
2500	82,4	86,0	89,1	91,3	<i>91,8</i>	91,6	91,4	91,2	91,0	90,9
3150	80,3	83,9	87,1	89,3	<i>89,5</i>	89,1	88,8	88,6	88,5	88,4
4000	76,9	80,6	83,9	86,0	<i>85,6</i>	85,2	84,9	84,7	84,5	84,4
5000	71,8	75,6	78,9	80,9	<i>80,0</i>	79,6	79,3	79,0	78,8	78,7
6300	63,7	67,6	71,0	72,7	<i>71,7</i>	71,2	70,9	70,6	70,4	70,2
8000	51,8	55,8	59,2	60,7	<i>59,6</i>	59,1	58,7	58,4	58,1	58,0
10000	37,1	41,1	44,5	46,0	<i>44,8</i>	44,2	43,7	43,4	43,1	42,9

Tab. 181: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	54,6	54,7	54,7	54,7	54,7	54,7	54,8	54,8	54,8
25	60,8	60,8	60,8	60,8	60,9	60,9	61,0	61,0	61,0
31,5	66,2	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,4	66,4	66,4
40	71,0	71,0	71,0	71,0	71,1	71,1	71,1	71,1	71,2
50	75,0	75,1	75,1	75,1	75,1	75,2	75,2	75,2	75,3
63	78,5	78,5	78,5	78,6	78,6	78,6	78,7	78,7	78,8
80	81,4	81,5	81,5	81,5	81,5	81,6	81,6	81,6	81,7
100	83,5	83,6	83,6	83,6	83,7	83,7	83,8	83,8	83,8
125	84,5	84,6	84,6	84,6	84,7	84,7	84,8	84,8	84,9
160	85,1	85,2	85,2	85,3	85,3	85,4	85,5	85,5	85,6
200	85,8	85,9	86,0	86,0	86,1	86,2	86,2	86,3	86,4
250	86,9	87,0	87,1	87,1	87,2	87,3	87,4	87,5	87,6
315	87,9	88,0	88,1	88,2	88,3	88,4	88,5	88,6	88,7
400	88,9	89,0	89,1	89,2	89,3	89,4	89,5	89,6	89,7
500	89,8	89,8	90,0	90,0	90,1	90,2	90,3	90,4	90,5
630	90,6	90,7	90,8	90,9	90,9	91,0	91,0	91,1	91,1
800	91,5	91,6	91,7	91,7	91,7	91,7	91,7	91,7	91,7
1000	92,4	92,5	92,5	92,5	92,5	92,4	92,4	92,3	92,3
1250	93,2	93,2	93,2	93,1	93,0	93,0	92,9	92,9	92,9
1600	93,5	93,4	93,3	93,3	93,2	93,2	93,2	93,1	93,1
2000	92,6	92,5	92,4	92,3	92,3	92,2	92,2	92,1	92,1
2500	90,8	90,7	90,6	90,6	90,5	90,4	90,4	90,3	90,3
3150	88,2	88,1	88,0	87,9	87,9	87,8	87,8	87,7	87,7
4000	84,3	84,2	84,0	83,9	83,9	83,8	83,8	83,7	83,7
5000	78,5	78,4	78,3	78,2	78,1	78,0	78,0	77,9	77,9
6300	70,1	69,9	69,8	69,7	69,6	69,5	69,5	69,4	69,4
8000	57,8	57,6	57,5	57,4	57,3	57,2	57,2	57,1	57,1
10000	42,7	42,5	42,4	42,2	42,2	42,1	42,1	42,0	42,0

13 Betriebsmodus 500 kW s

13.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 182: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	51,3	52,0	<i>51,9</i>	51,8	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,8	51,8
25	57,2	58,0	<i>57,9</i>	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7
31,5	62,4	63,2	<i>63,1</i>	63,0	62,9	62,9	62,9	62,9	63,0	63,0	63,0
40	66,9	67,7	<i>67,7</i>	67,5	67,4	67,5	67,4	67,5	67,5	67,5	67,5
50	70,8	71,6	<i>71,6</i>	71,4	71,3	71,4	71,3	71,3	71,4	71,4	71,4
63	74,1	75,0	<i>74,9</i>	74,7	74,7	74,7	74,7	74,7	74,7	74,7	74,7
80	77,0	77,8	<i>77,7</i>	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5
100	79,1	79,9	<i>79,8</i>	79,6	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,6	79,6
125	80,2	80,9	<i>80,7</i>	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,6
160	81,0	81,5	<i>81,4</i>	81,2	81,1	81,1	81,1	81,1	81,1	81,2	81,2
200	81,8	82,3	<i>82,1</i>	81,9	81,8	81,8	81,8	81,8	81,9	81,9	82,0
250	82,9	83,4	<i>83,2</i>	83,0	82,9	82,8	82,9	82,9	82,9	83,0	83,0
315	83,9	84,3	<i>84,1</i>	83,9	83,8	83,8	83,8	83,9	83,9	83,9	84,0
400	84,6	85,2	<i>84,9</i>	84,8	84,7	84,7	84,7	84,8	84,8	84,9	85,0
500	84,9	85,7	<i>85,6</i>	85,4	85,4	85,4	85,5	85,6	85,6	85,7	85,8
630	85,0	86,0	<i>86,0</i>	86,0	86,0	86,1	86,2	86,3	86,3	86,4	86,5
800	85,2	86,3	<i>86,4</i>	86,5	86,6	86,7	86,9	87,0	87,1	87,2	87,3
1000	85,7	86,9	<i>87,1</i>	87,3	87,4	87,6	87,7	87,8	87,9	88,0	88,0
1250	86,3	87,6	<i>88,0</i>	88,2	88,4	88,5	88,6	88,6	88,7	88,7	88,6
1600	86,7	88,2	<i>88,8</i>	89,0	89,1	89,2	89,1	89,1	89,0	88,9	88,9
2000	86,2	87,9	<i>88,5</i>	88,6	88,6	88,5	88,4	88,3	88,2	88,1	88,0
2500	84,9	86,8	<i>87,3</i>	87,2	87,0	86,9	86,7	86,6	86,5	86,4	86,3
3150	83,0	85,1	<i>85,4</i>	84,9	84,7	84,5	84,4	84,2	84,1	84,0	83,9
4000	80,1	82,1	<i>82,0</i>	81,4	81,1	80,9	80,8	80,6	80,5	80,4	80,3
5000	75,5	77,3	<i>76,9</i>	76,3	76,0	75,8	75,6	75,5	75,3	75,2	75,1
6300	68,4	69,9	<i>69,5</i>	68,8	68,4	68,2	68,0	67,8	67,7	67,6	67,4
8000	57,8	59,3	<i>58,8</i>	58,0	57,7	57,4	57,1	57,0	56,8	56,7	56,5
10000	45,1	46,6	<i>45,9</i>	45,1	44,7	44,4	44,1	43,9	43,7	43,5	43,4

Tab. 183: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	51,8	51,8	51,8	51,8	51,9	51,9	51,9	52,0	52,0	52,0
25	57,8	57,8	57,8	57,8	57,9	57,9	57,9	58,0	57,9	58,0
31,5	63,0	63,0	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,2	63,2	63,2
40	67,5	67,6	67,6	67,6	67,6	67,7	67,7	67,7	67,7	67,8
50	71,4	71,4	71,5	71,5	71,5	71,6	71,6	71,6	71,6	71,7
63	74,7	74,8	74,8	74,8	74,9	74,9	74,9	75,0	75,0	75,0
80	77,6	77,6	77,6	77,6	77,7	77,7	77,7	77,8	77,8	77,9
100	79,6	79,6	79,7	79,7	79,7	79,8	79,8	79,9	79,9	79,9
125	80,6	80,6	80,7	80,7	80,8	80,8	80,8	80,9	80,9	81,0
160	81,2	81,3	81,3	81,4	81,4	81,5	81,5	81,6	81,6	81,7
200	82,0	82,0	82,1	82,1	82,2	82,2	82,3	82,4	82,4	82,5
250	83,0	83,1	83,2	83,2	83,3	83,4	83,5	83,5	83,6	83,7
315	84,0	84,1	84,2	84,3	84,4	84,4	84,5	84,6	84,7	84,7
400	85,0	85,1	85,2	85,2	85,3	85,4	85,5	85,5	85,6	85,6
500	85,8	85,9	85,9	86,0	86,1	86,1	86,2	86,2	86,3	86,3
630	86,5	86,6	86,7	86,7	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8
800	87,3	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4	87,3	87,3	87,2
1000	88,0	88,1	88,0	88,0	88,0	87,9	87,9	87,9	87,8	87,8
1250	88,6	88,6	88,5	88,5	88,5	88,4	88,4	88,4	88,3	88,3
1600	88,8	88,7	88,7	88,6	88,6	88,6	88,5	88,5	88,5	88,5
2000	87,9	87,9	87,8	87,8	87,7	87,7	87,7	87,7	87,6	87,6
2500	86,3	86,2	86,2	86,1	86,1	86,0	86,0	86,0	85,9	85,9
3150	83,9	83,8	83,8	83,7	83,6	83,6	83,5	83,5	83,5	83,5
4000	80,2	80,1	80,1	80,0	80,0	79,9	79,9	79,9	79,8	79,8
5000	75,0	74,9	74,9	74,8	74,7	74,7	74,6	74,6	74,6	74,6
6300	67,3	67,2	67,2	67,1	67,0	67,0	66,9	66,9	66,9	66,9
8000	56,4	56,3	56,2	56,1	56,1	56,0	56,0	56,0	55,9	56,0
10000	43,3	43,2	43,1	43,0	43,0	42,9	42,9	42,9	42,8	42,9

13.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 184: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,9	50,5	51,5	<i>51,4</i>	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3	51,4
25	53,6	56,4	57,5	<i>57,4</i>	57,3	57,3	57,2	57,3	57,3	57,4
31,5	58,7	61,6	62,7	<i>62,6</i>	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,6
40	63,0	66,0	67,2	<i>67,2</i>	67,0	67,0	67,0	67,1	67,1	67,1
50	66,8	69,9	71,1	<i>71,0</i>	70,9	70,9	70,9	70,9	71,0	71,0
63	70,0	73,2	74,5	<i>74,4</i>	74,2	74,2	74,2	74,3	74,3	74,4
80	72,8	76,1	77,3	<i>77,2</i>	77,1	77,1	77,0	77,1	77,1	77,2
100	74,9	78,2	79,4	<i>79,3</i>	79,1	79,1	79,1	79,1	79,2	79,2
125	76,0	79,3	80,4	<i>80,2</i>	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,2
160	76,8	80,1	81,1	<i>80,8</i>	80,7	80,7	80,7	80,7	80,8	80,9
200	77,6	81,0	81,9	<i>81,6</i>	81,4	81,4	81,5	81,5	81,6	81,6
250	78,8	82,1	83,0	<i>82,7</i>	82,5	82,5	82,5	82,6	82,7	82,7
315	79,6	83,1	83,9	<i>83,6</i>	83,5	83,5	83,5	83,6	83,7	83,7
400	80,2	83,8	84,8	<i>84,5</i>	84,4	84,4	84,5	84,5	84,6	84,7
500	80,4	84,1	85,4	<i>85,2</i>	85,1	85,2	85,3	85,4	85,5	85,6
630	80,5	84,2	85,7	<i>85,7</i>	85,8	85,9	86,0	86,1	86,2	86,3
800	80,7	84,5	86,1	<i>86,2</i>	86,4	86,6	86,8	86,9	87,0	87,1
1000	81,2	85,0	86,7	<i>87,0</i>	87,3	87,5	87,6	87,8	87,9	87,9
1250	81,8	85,6	87,5	<i>88,0</i>	88,3	88,5	88,5	88,6	88,6	88,5
1600	82,3	86,1	88,3	<i>88,9</i>	89,1	89,2	89,1	89,0	88,9	88,9
2000	81,8	85,7	88,1	<i>88,8</i>	88,8	88,6	88,4	88,3	88,2	88,2
2500	80,8	84,7	87,3	<i>87,7</i>	87,5	87,2	87,0	86,9	86,8	86,7
3150	79,2	83,2	85,9	<i>85,9</i>	85,5	85,2	85,0	84,9	84,8	84,7
4000	76,7	80,8	83,4	<i>83,1</i>	82,5	82,3	82,0	81,9	81,8	81,7
5000	72,9	77,2	79,5	<i>78,9</i>	78,3	78,0	77,8	77,6	77,5	77,4
6300	67,1	71,4	73,6	<i>72,8</i>	72,2	71,9	71,6	71,4	71,2	71,1
8000	58,9	63,2	65,3	<i>64,5</i>	63,7	63,4	63,1	62,9	62,7	62,5
10000	49,5	53,8	55,9	<i>54,9</i>	54,1	53,7	53,3	53,1	52,9	52,7

Tab. 185: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	51,4	51,4	51,5	51,5	51,6	51,6	51,6	51,7	51,7
25	57,4	57,4	57,5	57,5	57,5	57,6	57,6	57,6	57,7
31,5	62,6	62,7	62,7	62,7	62,8	62,8	62,9	62,9	62,9
40	67,2	67,2	67,2	67,3	67,3	67,4	67,4	67,4	67,5
50	71,0	71,1	71,1	71,2	71,2	71,3	71,3	71,4	71,4
63	74,4	74,4	74,5	74,5	74,6	74,6	74,7	74,7	74,8
80	77,2	77,2	77,3	77,3	77,4	77,4	77,5	77,5	77,6
100	79,3	79,3	79,4	79,4	79,5	79,5	79,6	79,6	79,7
125	80,3	80,3	80,4	80,4	80,5	80,6	80,6	80,7	80,8
160	80,9	81,0	81,1	81,1	81,2	81,3	81,4	81,4	81,5
200	81,7	81,8	81,9	81,9	82,0	82,1	82,2	82,3	82,4
250	82,8	82,9	83,0	83,1	83,2	83,3	83,4	83,5	83,7
315	83,9	84,0	84,1	84,2	84,3	84,4	84,5	84,6	84,7
400	84,8	84,9	85,1	85,1	85,2	85,4	85,4	85,5	85,6
500	85,7	85,7	85,9	85,9	86,0	86,1	86,1	86,1	86,2
630	86,4	86,5	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6	86,5
800	87,2	87,2	87,3	87,2	87,2	87,1	87,1	87,0	86,9
1000	87,9	87,9	87,9	87,8	87,8	87,7	87,6	87,6	87,5
1250	88,5	88,4	88,4	88,3	88,3	88,3	88,2	88,2	88,1
1600	88,8	88,7	88,7	88,6	88,6	88,6	88,5	88,5	88,5
2000	88,1	88,0	88,0	87,9	87,9	87,8	87,8	87,8	87,8
2500	86,6	86,6	86,5	86,4	86,4	86,4	86,3	86,3	86,3
3150	84,6	84,5	84,4	84,4	84,3	84,3	84,3	84,2	84,2
4000	81,5	81,5	81,4	81,3	81,3	81,2	81,2	81,2	81,2
5000	77,2	77,1	77,1	77,0	76,9	76,9	76,9	76,9	76,9
6300	71,0	70,9	70,8	70,7	70,7	70,7	70,7	70,6	70,7
8000	62,4	62,3	62,2	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1
10000	52,6	52,5	52,4	52,3	52,3	52,3	52,3	52,3	52,4

13.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 186: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,4	51,0	51,6	<i>51,5</i>	51,4	51,4	51,4	51,4	51,5	51,5
25	54,2	56,9	57,6	<i>57,5</i>	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,5
31,5	59,2	62,1	62,8	<i>62,7</i>	62,6	62,6	62,6	62,7	62,7	62,7
40	63,6	66,6	67,4	<i>67,2</i>	67,2	67,1	67,1	67,2	67,2	67,3
50	67,3	70,5	71,3	<i>71,1</i>	71,1	71,0	71,0	71,1	71,1	71,2
63	70,6	73,8	74,6	<i>74,4</i>	74,4	74,4	74,4	74,4	74,4	74,5
80	73,4	76,7	77,4	<i>77,3</i>	77,2	77,2	77,2	77,2	77,2	77,3
100	75,5	78,8	79,5	<i>79,3</i>	79,2	79,2	79,2	79,3	79,3	79,4
125	76,6	79,9	80,5	<i>80,3</i>	80,2	80,2	80,2	80,2	80,3	80,3
160	77,4	80,7	81,2	<i>80,9</i>	80,8	80,8	80,8	80,9	80,9	81,0
200	78,3	81,5	81,9	<i>81,7</i>	81,5	81,6	81,6	81,6	81,7	81,8
250	79,4	82,7	83,0	<i>82,7</i>	82,6	82,6	82,6	82,7	82,8	82,9
315	80,3	83,6	84,0	<i>83,7</i>	83,6	83,6	83,6	83,7	83,8	83,9
400	80,8	84,3	84,8	<i>84,6</i>	84,5	84,5	84,6	84,6	84,8	84,8
500	81,1	84,7	85,4	<i>85,3</i>	85,2	85,3	85,4	85,5	85,6	85,7
630	81,1	84,8	85,8	<i>85,8</i>	85,9	86,0	86,1	86,2	86,4	86,4
800	81,3	85,0	86,2	<i>86,3</i>	86,5	86,7	86,8	87,0	87,1	87,2
1000	81,8	85,6	86,9	<i>87,1</i>	87,4	87,6	87,7	87,8	87,9	88,0
1250	82,4	86,2	87,7	<i>88,1</i>	88,4	88,5	88,6	88,6	88,6	88,5
1600	82,8	86,7	88,4	<i>89,0</i>	89,1	89,1	89,1	89,0	88,9	88,8
2000	82,4	86,3	88,2	<i>88,7</i>	88,7	88,5	88,4	88,3	88,1	88,1
2500	81,2	85,2	87,3	<i>87,6</i>	87,3	87,1	86,9	86,8	86,6	86,6
3150	79,6	83,6	85,7	<i>85,6</i>	85,2	84,9	84,8	84,6	84,5	84,4
4000	76,9	81,0	83,0	<i>82,5</i>	82,1	81,8	81,6	81,4	81,3	81,2
5000	72,9	77,1	78,7	<i>78,0</i>	77,6	77,3	77,0	76,9	76,7	76,6
6300	66,6	71,0	72,3	<i>71,5</i>	71,0	70,7	70,4	70,3	70,1	70,0
8000	57,7	62,1	63,3	<i>62,4</i>	61,9	61,5	61,2	61,0	60,8	60,7
10000	47,3	51,7	52,9	<i>51,8</i>	51,2	50,8	50,5	50,2	50,0	49,9

Tab. 187: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	51,6	51,6	51,6	51,7	51,7	51,7	51,8	51,8	51,9
25	57,5	57,5	57,6	57,6	57,7	57,7	57,8	57,8	57,9
31,5	62,8	62,8	62,8	62,9	62,9	63,0	63,0	63,1	63,1
40	67,3	67,3	67,4	67,4	67,5	67,5	67,6	67,6	67,7
50	71,2	71,2	71,3	71,3	71,4	71,4	71,5	71,5	71,6
63	74,5	74,6	74,6	74,7	74,7	74,8	74,8	74,9	74,9
80	77,4	77,4	77,4	77,5	77,6	77,6	77,6	77,7	77,8
100	79,4	79,4	79,5	79,5	79,6	79,7	79,7	79,8	79,8
125	80,4	80,4	80,5	80,6	80,7	80,7	80,8	80,9	80,9
160	81,1	81,1	81,2	81,3	81,4	81,4	81,5	81,6	81,7
200	81,8	81,9	82,0	82,1	82,2	82,3	82,4	82,5	82,6
250	82,9	83,0	83,2	83,3	83,4	83,5	83,6	83,7	83,8
315	84,0	84,1	84,2	84,3	84,4	84,6	84,6	84,8	84,9
400	84,9	85,1	85,2	85,3	85,4	85,5	85,5	85,7	85,7
500	85,8	85,9	86,0	86,1	86,1	86,2	86,2	86,3	86,2
630	86,5	86,6	86,7	86,7	86,7	86,7	86,6	86,6	86,5
800	87,3	87,3	87,3	87,3	87,2	87,2	87,1	87,0	86,9
1000	88,0	87,9	87,9	87,8	87,8	87,7	87,6	87,6	87,5
1250	88,5	88,4	88,4	88,4	88,3	88,3	88,2	88,2	88,1
1600	88,8	88,7	88,6	88,6	88,6	88,5	88,5	88,5	88,5
2000	88,0	87,9	87,9	87,8	87,8	87,8	87,7	87,7	87,7
2500	86,5	86,4	86,4	86,3	86,3	86,2	86,2	86,2	86,2
3150	84,3	84,2	84,2	84,1	84,1	84,0	84,0	84,0	84,0
4000	81,1	81,0	80,9	80,9	80,9	80,8	80,8	80,8	80,8
5000	76,5	76,4	76,3	76,3	76,3	76,2	76,2	76,2	76,2
6300	69,8	69,7	69,7	69,6	69,6	69,5	69,5	69,6	69,6
8000	60,5	60,4	60,4	60,3	60,3	60,3	60,3	60,3	60,4
10000	49,7	49,6	49,6	49,5	49,5	49,5	49,5	49,6	49,7

13.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 188: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,9	51,2	51,8	<i>51,6</i>	51,6	51,6	51,6	51,6	51,6	51,7
25	54,7	57,2	57,7	<i>57,6</i>	57,5	57,5	57,5	57,6	57,6	57,6
31,5	59,8	62,4	63,0	<i>62,8</i>	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,9
40	64,1	66,9	67,5	<i>67,4</i>	67,3	67,3	67,3	67,3	67,4	67,4
50	67,9	70,8	71,4	<i>71,2</i>	71,2	71,2	71,2	71,2	71,3	71,3
63	71,2	74,1	74,7	<i>74,6</i>	74,5	74,5	74,5	74,5	74,6	74,6
80	74,0	77,0	77,6	<i>77,4</i>	77,3	77,3	77,3	77,4	77,4	77,4
100	76,0	79,1	79,6	<i>79,4</i>	79,4	79,4	79,4	79,4	79,4	79,5
125	77,1	80,1	80,6	<i>80,4</i>	80,3	80,3	80,3	80,4	80,4	80,5
160	77,9	80,9	81,3	<i>81,0</i>	80,9	80,9	81,0	81,0	81,1	81,1
200	78,8	81,8	82,0	<i>81,8</i>	81,7	81,7	81,7	81,7	81,8	81,9
250	79,9	82,9	83,1	<i>82,8</i>	82,7	82,7	82,8	82,8	82,9	83,0
315	80,8	83,8	84,0	<i>83,8</i>	83,7	83,7	83,7	83,8	83,9	84,0
400	81,4	84,6	84,9	<i>84,7</i>	84,6	84,6	84,7	84,8	84,9	84,9
500	81,6	84,9	85,5	<i>85,4</i>	85,3	85,4	85,5	85,6	85,7	85,8
630	81,7	85,1	85,9	<i>85,9</i>	86,0	86,1	86,2	86,3	86,4	86,5
800	81,9	85,3	86,3	<i>86,4</i>	86,6	86,8	87,0	87,1	87,2	87,3
1000	82,4	85,8	87,0	<i>87,2</i>	87,5	87,7	87,8	87,9	88,0	88,0
1250	82,9	86,5	87,8	<i>88,2</i>	88,4	88,6	88,6	88,6	88,6	88,6
1600	83,4	87,0	88,6	<i>89,1</i>	89,1	89,1	89,1	89,0	88,9	88,8
2000	82,8	86,6	88,3	<i>88,7</i>	88,6	88,5	88,3	88,2	88,1	88,0
2500	81,6	85,4	87,3	<i>87,4</i>	87,1	86,9	86,8	86,6	86,5	86,4
3150	79,9	83,7	85,6	<i>85,3</i>	84,9	84,7	84,5	84,4	84,3	84,2
4000	77,1	81,0	82,6	<i>82,0</i>	81,6	81,3	81,1	81,0	80,9	80,8
5000	72,8	76,8	78,0	<i>77,2</i>	76,8	76,5	76,3	76,2	76,0	75,9
6300	66,1	70,2	71,1	<i>70,3</i>	69,8	69,5	69,3	69,1	68,9	68,8
8000	56,5	60,6	61,4	<i>60,5</i>	60,0	59,6	59,3	59,1	58,9	58,8
10000	45,1	49,2	50,0	<i>48,9</i>	48,3	47,9	47,6	47,3	47,2	47,0

Tab. 189: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	51,7	51,7	51,8	51,8	51,8	51,9	51,9	52,0	52,0
25	57,7	57,7	57,7	57,8	57,8	57,9	57,9	57,9	58,0
31,5	62,9	62,9	63,0	63,0	63,1	63,1	63,1	63,2	63,2
40	67,4	67,5	67,5	67,6	67,6	67,7	67,7	67,7	67,8
50	71,3	71,4	71,4	71,5	71,5	71,6	71,6	71,7	71,7
63	74,7	74,7	74,7	74,8	74,8	74,9	74,9	75,0	75,0
80	77,5	77,5	77,6	77,6	77,7	77,7	77,8	77,8	77,9
100	79,5	79,6	79,6	79,7	79,7	79,8	79,9	79,9	79,9
125	80,5	80,6	80,6	80,7	80,8	80,9	80,9	81,0	81,0
160	81,2	81,2	81,3	81,4	81,5	81,6	81,7	81,7	81,8
200	82,0	82,0	82,1	82,2	82,3	82,4	82,5	82,6	82,7
250	83,1	83,2	83,3	83,4	83,5	83,6	83,7	83,9	83,9
315	84,1	84,2	84,3	84,4	84,6	84,7	84,8	84,9	85,0
400	85,1	85,1	85,3	85,4	85,5	85,6	85,7	85,8	85,8
500	85,9	85,9	86,1	86,1	86,2	86,3	86,3	86,3	86,3
630	86,6	86,6	86,7	86,7	86,8	86,7	86,7	86,6	86,6
800	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3	87,2	87,1	87,0	86,9
1000	88,0	87,9	87,9	87,8	87,8	87,7	87,7	87,6	87,5
1250	88,5	88,4	88,4	88,3	88,3	88,3	88,2	88,2	88,1
1600	88,7	88,6	88,6	88,6	88,5	88,5	88,5	88,5	88,4
2000	87,9	87,8	87,8	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,6
2500	86,3	86,2	86,2	86,1	86,1	86,1	86,1	86,1	86,1
3150	84,1	84,0	83,9	83,9	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8
4000	80,7	80,5	80,5	80,4	80,4	80,4	80,3	80,4	80,3
5000	75,8	75,7	75,6	75,6	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5
6300	68,7	68,6	68,5	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,5
8000	58,7	58,6	58,5	58,4	58,4	58,4	58,4	58,5	58,5
10000	46,9	46,8	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	46,8	46,9

13.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 190: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,6	<i>51,9</i>	51,8	51,7	51,7	51,7	51,7	51,8	51,8
25	55,3	57,5	<i>57,9</i>	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	57,8	57,8
31,5	60,3	62,7	<i>63,1</i>	63,0	62,9	62,9	62,9	63,0	63,0	63,0
40	64,7	67,2	<i>67,7</i>	67,5	67,5	67,4	67,5	67,5	67,5	67,6
50	68,5	71,1	<i>71,6</i>	71,4	71,4	71,3	71,4	71,4	71,4	71,5
63	71,8	74,5	<i>74,9</i>	74,7	74,7	74,7	74,7	74,7	74,7	74,8
80	74,6	77,3	<i>77,7</i>	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	77,6	77,6
100	76,7	79,4	<i>79,8</i>	79,6	79,5	79,5	79,5	79,6	79,6	79,7
125	77,8	80,5	<i>80,7</i>	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,6	80,6
160	78,6	81,2	<i>81,4</i>	81,1	81,1	81,1	81,1	81,2	81,2	81,3
200	79,4	82,0	<i>82,1</i>	81,9	81,8	81,8	81,8	81,9	82,0	82,1
250	80,5	83,1	<i>83,2</i>	82,9	82,8	82,9	82,9	83,0	83,0	83,2
315	81,4	84,1	<i>84,1</i>	83,9	83,8	83,8	83,9	84,0	84,0	84,2
400	82,0	84,8	<i>85,0</i>	84,7	84,7	84,7	84,8	84,9	85,0	85,1
500	82,2	85,2	<i>85,6</i>	85,4	85,4	85,5	85,6	85,7	85,8	85,9
630	82,3	85,4	<i>86,0</i>	86,0	86,1	86,2	86,3	86,4	86,5	86,6
800	82,5	85,7	<i>86,4</i>	86,5	86,7	86,9	87,0	87,2	87,3	87,4
1000	83,0	86,2	<i>87,1</i>	87,3	87,6	87,7	87,9	88,0	88,0	88,1
1250	83,5	86,8	<i>88,0</i>	88,3	88,5	88,6	88,7	88,6	88,6	88,6
1600	83,9	87,3	<i>88,7</i>	89,1	89,2	89,1	89,0	88,9	88,8	88,7
2000	83,3	86,8	<i>88,4</i>	88,6	88,5	88,3	88,2	88,1	88,0	87,9
2500	82,1	85,7	<i>87,3</i>	87,2	86,9	86,7	86,5	86,4	86,3	86,2
3150	80,2	83,9	<i>85,3</i>	84,9	84,6	84,3	84,1	84,0	83,9	83,8
4000	77,1	80,9	<i>82,0</i>	81,3	81,0	80,7	80,5	80,4	80,3	80,1
5000	72,5	76,2	<i>77,0</i>	76,2	75,8	75,6	75,4	75,2	75,0	74,9
6300	65,2	69,0	<i>69,5</i>	68,7	68,3	67,9	67,7	67,5	67,4	67,2
8000	54,7	58,4	<i>58,9</i>	57,9	57,4	57,1	56,8	56,6	56,4	56,3
10000	41,9	45,7	<i>46,0</i>	44,9	44,4	44,0	43,7	43,5	43,3	43,1

Tab. 191: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	51,8	51,9	51,9	52,0	52,0	52,1	52,1	52,1	52,2
25	57,8	57,8	57,9	58,0	58,0	58,1	58,1	58,1	58,2
31,5	63,1	63,1	63,1	63,2	63,2	63,3	63,3	63,4	63,4
40	67,6	67,6	67,7	67,7	67,8	67,8	67,9	67,9	68,0
50	71,5	71,5	71,6	71,6	71,7	71,7	71,8	71,8	71,9
63	74,8	74,8	74,9	75,0	75,0	75,1	75,1	75,2	75,2
80	77,6	77,7	77,7	77,8	77,8	77,9	77,9	78,0	78,1
100	79,7	79,7	79,8	79,9	79,9	80,0	80,0	80,1	80,2
125	80,7	80,7	80,8	80,9	80,9	81,0	81,1	81,2	81,2
160	81,4	81,4	81,5	81,6	81,7	81,7	81,8	81,9	82,0
200	82,1	82,2	82,3	82,4	82,5	82,6	82,7	82,8	82,9
250	83,2	83,3	83,5	83,6	83,7	83,8	83,9	84,0	84,2
315	84,3	84,4	84,5	84,6	84,7	84,8	85,0	85,1	85,2
400	85,2	85,3	85,4	85,5	85,6	85,7	85,8	85,9	86,0
500	86,0	86,1	86,2	86,2	86,3	86,4	86,4	86,4	86,4
630	86,7	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,7	86,7	86,6
800	87,4	87,4	87,4	87,3	87,3	87,2	87,1	87,0	87,0
1000	88,0	88,0	87,9	87,9	87,8	87,7	87,7	87,6	87,5
1250	88,5	88,4	88,4	88,4	88,3	88,3	88,2	88,2	88,1
1600	88,7	88,6	88,6	88,5	88,5	88,5	88,4	88,4	88,4
2000	87,8	87,7	87,7	87,7	87,6	87,6	87,6	87,6	87,5
2500	86,1	86,0	86,0	86,0	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9
3150	83,7	83,6	83,5	83,5	83,5	83,5	83,4	83,4	83,5
4000	80,0	79,9	79,9	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8
5000	74,8	74,7	74,6	74,6	74,6	74,6	74,5	74,6	74,6
6300	67,1	67,0	66,9	66,9	66,9	66,9	66,9	66,9	67,0
8000	56,2	56,1	56,0	56,0	55,9	56,0	56,0	56,1	56,2
10000	43,0	42,9	42,9	42,9	42,8	42,9	42,9	43,0	43,2

13.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 192: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,6	<i>51,9</i>	51,8	51,7	51,7	51,7	51,7	51,8	51,8
25	55,3	57,5	<i>57,9</i>	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	57,8	57,8
31,5	60,3	62,7	<i>63,1</i>	63,0	62,9	62,9	62,9	63,0	63,0	63,0
40	64,7	67,2	<i>67,7</i>	67,5	67,5	67,4	67,5	67,5	67,5	67,6
50	68,5	71,1	<i>71,6</i>	71,4	71,4	71,3	71,4	71,4	71,4	71,5
63	71,8	74,5	<i>74,9</i>	74,7	74,7	74,7	74,7	74,7	74,7	74,8
80	74,6	77,3	<i>77,7</i>	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	77,6	77,6
100	76,7	79,4	<i>79,8</i>	79,6	79,5	79,5	79,5	79,6	79,6	79,7
125	77,8	80,5	<i>80,7</i>	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,6	80,6
160	78,6	81,2	<i>81,4</i>	81,1	81,1	81,1	81,1	81,2	81,2	81,3
200	79,4	82,0	<i>82,1</i>	81,9	81,8	81,8	81,8	81,9	82,0	82,1
250	80,5	83,1	<i>83,2</i>	82,9	82,8	82,9	82,9	83,0	83,0	83,2
315	81,4	84,1	<i>84,1</i>	83,9	83,8	83,8	83,9	84,0	84,0	84,2
400	82,0	84,8	<i>85,0</i>	84,7	84,7	84,7	84,8	84,9	85,0	85,1
500	82,2	85,2	<i>85,6</i>	85,4	85,4	85,5	85,6	85,7	85,8	85,9
630	82,3	85,4	<i>86,0</i>	86,0	86,1	86,2	86,3	86,4	86,5	86,6
800	82,5	85,7	<i>86,4</i>	86,5	86,7	86,9	87,0	87,2	87,3	87,4
1000	83,0	86,2	<i>87,1</i>	87,3	87,6	87,7	87,9	88,0	88,0	88,1
1250	83,5	86,8	<i>88,0</i>	88,3	88,5	88,6	88,7	88,6	88,6	88,6
1600	83,9	87,3	<i>88,7</i>	89,1	89,2	89,1	89,0	88,9	88,8	88,7
2000	83,3	86,8	<i>88,4</i>	88,6	88,5	88,3	88,2	88,1	88,0	87,9
2500	82,1	85,7	<i>87,3</i>	87,2	86,9	86,7	86,5	86,4	86,3	86,2
3150	80,2	83,9	<i>85,3</i>	84,9	84,6	84,3	84,1	84,0	83,9	83,8
4000	77,1	80,9	<i>82,0</i>	81,3	81,0	80,7	80,5	80,4	80,3	80,1
5000	72,5	76,2	<i>77,0</i>	76,2	75,8	75,6	75,4	75,2	75,0	74,9
6300	65,2	69,0	<i>69,5</i>	68,7	68,3	67,9	67,7	67,5	67,4	67,2
8000	54,7	58,4	<i>58,9</i>	57,9	57,4	57,1	56,8	56,6	56,4	56,3
10000	41,9	45,7	<i>46,0</i>	44,9	44,4	44,0	43,7	43,5	43,3	43,1

Tab. 193: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	51,8	51,9	51,9	52,0	52,0	52,1	52,1	52,1	52,2
25	57,8	57,8	57,9	58,0	58,0	58,1	58,1	58,1	58,2
31,5	63,1	63,1	63,1	63,2	63,2	63,3	63,3	63,4	63,4
40	67,6	67,6	67,7	67,7	67,8	67,8	67,9	67,9	68,0
50	71,5	71,5	71,6	71,6	71,7	71,7	71,8	71,8	71,9
63	74,8	74,8	74,9	75,0	75,0	75,1	75,1	75,2	75,2
80	77,6	77,7	77,7	77,8	77,8	77,9	77,9	78,0	78,1
100	79,7	79,7	79,8	79,9	79,9	80,0	80,0	80,1	80,2
125	80,7	80,7	80,8	80,9	80,9	81,0	81,1	81,2	81,2
160	81,4	81,4	81,5	81,6	81,7	81,7	81,8	81,9	82,0
200	82,1	82,2	82,3	82,4	82,5	82,6	82,7	82,8	82,9
250	83,2	83,3	83,5	83,6	83,7	83,8	83,9	84,0	84,2
315	84,3	84,4	84,5	84,6	84,7	84,8	85,0	85,1	85,2
400	85,2	85,3	85,4	85,5	85,6	85,7	85,8	85,9	86,0
500	86,0	86,1	86,2	86,2	86,3	86,4	86,4	86,4	86,4
630	86,7	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,7	86,7	86,6
800	87,4	87,4	87,4	87,3	87,3	87,2	87,1	87,0	87,0
1000	88,0	88,0	87,9	87,9	87,8	87,7	87,7	87,6	87,5
1250	88,5	88,4	88,4	88,4	88,3	88,3	88,2	88,2	88,1
1600	88,7	88,6	88,6	88,5	88,5	88,5	88,4	88,4	88,4
2000	87,8	87,7	87,7	87,7	87,6	87,6	87,6	87,6	87,5
2500	86,1	86,0	86,0	86,0	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9
3150	83,7	83,6	83,5	83,5	83,5	83,5	83,4	83,4	83,5
4000	80,0	79,9	79,9	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8
5000	74,8	74,7	74,6	74,6	74,6	74,6	74,5	74,6	74,6
6300	67,1	67,0	66,9	66,9	66,9	66,9	66,9	66,9	67,0
8000	56,2	56,1	56,0	56,0	55,9	56,0	56,0	56,1	56,2
10000	43,0	42,9	42,9	42,9	42,8	42,9	42,9	43,0	43,2

13.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 194: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	51,6	<i>51,9</i>	51,8	51,7	51,7	51,7	51,7	51,8	51,8
25	55,3	57,5	<i>57,9</i>	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	57,8	57,8
31,5	60,3	62,7	<i>63,1</i>	63,0	62,9	62,9	62,9	63,0	63,0	63,0
40	64,7	67,2	<i>67,7</i>	67,5	67,5	67,4	67,5	67,5	67,5	67,6
50	68,5	71,1	<i>71,6</i>	71,4	71,4	71,3	71,4	71,4	71,4	71,5
63	71,8	74,5	<i>74,9</i>	74,7	74,7	74,7	74,7	74,7	74,7	74,8
80	74,6	77,3	<i>77,7</i>	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	77,6	77,6
100	76,7	79,4	<i>79,8</i>	79,6	79,5	79,5	79,5	79,6	79,6	79,7
125	77,8	80,5	<i>80,7</i>	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,6	80,6
160	78,6	81,2	<i>81,4</i>	81,1	81,1	81,1	81,1	81,2	81,2	81,3
200	79,4	82,0	<i>82,1</i>	81,9	81,8	81,8	81,8	81,9	82,0	82,1
250	80,5	83,1	<i>83,2</i>	82,9	82,8	82,9	82,9	83,0	83,0	83,2
315	81,4	84,1	<i>84,1</i>	83,9	83,8	83,8	83,9	84,0	84,0	84,2
400	82,0	84,8	<i>85,0</i>	84,7	84,7	84,7	84,8	84,9	85,0	85,1
500	82,2	85,2	<i>85,6</i>	85,4	85,4	85,5	85,6	85,7	85,8	85,9
630	82,3	85,4	<i>86,0</i>	86,0	86,1	86,2	86,3	86,4	86,5	86,6
800	82,5	85,7	<i>86,4</i>	86,5	86,7	86,9	87,0	87,2	87,3	87,4
1000	83,0	86,2	<i>87,1</i>	87,3	87,6	87,7	87,9	88,0	88,0	88,1
1250	83,5	86,8	<i>88,0</i>	88,3	88,5	88,6	88,7	88,6	88,6	88,6
1600	83,9	87,3	<i>88,7</i>	89,1	89,2	89,1	89,0	88,9	88,8	88,7
2000	83,3	86,8	<i>88,4</i>	88,6	88,5	88,3	88,2	88,1	88,0	87,9
2500	82,1	85,7	<i>87,3</i>	87,2	86,9	86,7	86,5	86,4	86,3	86,2
3150	80,2	83,9	<i>85,3</i>	84,9	84,6	84,3	84,1	84,0	83,9	83,8
4000	77,1	80,9	<i>82,0</i>	81,3	81,0	80,7	80,5	80,4	80,3	80,1
5000	72,5	76,2	<i>77,0</i>	76,2	75,8	75,6	75,4	75,2	75,0	74,9
6300	65,2	69,0	<i>69,5</i>	68,7	68,3	67,9	67,7	67,5	67,4	67,2
8000	54,7	58,4	<i>58,9</i>	57,9	57,4	57,1	56,8	56,6	56,4	56,3
10000	41,9	45,7	<i>46,0</i>	44,9	44,4	44,0	43,7	43,5	43,3	43,1

Tab. 195: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	51,8	51,9	51,9	52,0	52,0	52,1	52,1	52,1	52,2
25	57,8	57,8	57,9	58,0	58,0	58,1	58,1	58,1	58,2
31,5	63,1	63,1	63,1	63,2	63,2	63,3	63,3	63,4	63,4
40	67,6	67,6	67,7	67,7	67,8	67,8	67,9	67,9	68,0
50	71,5	71,5	71,6	71,6	71,7	71,7	71,8	71,8	71,9
63	74,8	74,8	74,9	75,0	75,0	75,1	75,1	75,2	75,2
80	77,6	77,7	77,7	77,8	77,8	77,9	77,9	78,0	78,1
100	79,7	79,7	79,8	79,9	79,9	80,0	80,0	80,1	80,2
125	80,7	80,7	80,8	80,9	80,9	81,0	81,1	81,2	81,2
160	81,4	81,4	81,5	81,6	81,7	81,7	81,8	81,9	82,0
200	82,1	82,2	82,3	82,4	82,5	82,6	82,7	82,8	82,9
250	83,2	83,3	83,5	83,6	83,7	83,8	83,9	84,0	84,2
315	84,3	84,4	84,5	84,6	84,7	84,8	85,0	85,1	85,2
400	85,2	85,3	85,4	85,5	85,6	85,7	85,8	85,9	86,0
500	86,0	86,1	86,2	86,2	86,3	86,4	86,4	86,4	86,4
630	86,7	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,7	86,7	86,6
800	87,4	87,4	87,4	87,3	87,3	87,2	87,1	87,0	87,0
1000	88,0	88,0	87,9	87,9	87,8	87,7	87,7	87,6	87,5
1250	88,5	88,4	88,4	88,4	88,3	88,3	88,2	88,2	88,1
1600	88,7	88,6	88,6	88,5	88,5	88,5	88,4	88,4	88,4
2000	87,8	87,7	87,7	87,7	87,6	87,6	87,6	87,6	87,5
2500	86,1	86,0	86,0	86,0	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9
3150	83,7	83,6	83,5	83,5	83,5	83,5	83,4	83,4	83,5
4000	80,0	79,9	79,9	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8
5000	74,8	74,7	74,6	74,6	74,6	74,6	74,5	74,6	74,6
6300	67,1	67,0	66,9	66,9	66,9	66,9	66,9	66,9	67,0
8000	56,2	56,1	56,0	56,0	55,9	56,0	56,0	56,1	56,2
10000	43,0	42,9	42,9	42,9	42,8	42,9	42,9	43,0	43,2

13.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 196: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,9	51,8	<i>52,1</i>	51,9	51,9	51,9	51,9	51,9	51,9	52,0
25	55,7	57,8	<i>58,1</i>	57,9	57,9	57,8	57,9	57,9	57,9	58,0
31,5	60,8	63,0	<i>63,3</i>	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,2	63,2
40	65,2	67,5	<i>67,8</i>	67,7	67,6	67,6	67,6	67,6	67,7	67,7
50	69,0	71,4	<i>71,7</i>	71,5	71,5	71,5	71,5	71,5	71,6	71,6
63	72,3	74,7	<i>75,0</i>	74,9	74,8	74,8	74,8	74,8	74,9	74,9
80	75,1	77,6	<i>77,9</i>	77,7	77,7	77,6	77,7	77,7	77,7	77,8
100	77,2	79,7	<i>79,9</i>	79,7	79,7	79,7	79,7	79,7	79,8	79,8
125	78,3	80,7	<i>80,9</i>	80,7	80,6	80,6	80,6	80,7	80,7	80,8
160	79,1	81,4	<i>81,5</i>	81,3	81,2	81,2	81,3	81,3	81,4	81,4
200	79,9	82,2	<i>82,2</i>	82,0	81,9	82,0	82,0	82,0	82,1	82,2
250	81,0	83,3	<i>83,3</i>	83,0	83,0	83,0	83,0	83,1	83,2	83,3
315	81,9	84,3	<i>84,2</i>	84,0	83,9	83,9	84,0	84,1	84,2	84,3
400	82,5	85,0	<i>85,0</i>	84,8	84,8	84,9	84,9	85,0	85,1	85,2
500	82,7	85,5	<i>85,7</i>	85,5	85,5	85,6	85,7	85,8	85,9	86,0
630	82,8	85,7	<i>86,1</i>	86,1	86,2	86,3	86,4	86,5	86,6	86,7
800	83,0	85,9	<i>86,5</i>	86,6	86,8	87,0	87,1	87,3	87,4	87,4
1000	83,4	86,4	<i>87,2</i>	87,4	87,6	87,8	88,0	88,0	88,1	88,1
1250	84,0	87,1	<i>88,1</i>	88,4	88,6	88,7	88,7	88,7	88,6	88,6
1600	84,3	87,5	<i>88,8</i>	89,1	89,2	89,1	89,0	88,9	88,8	88,7
2000	83,7	87,0	<i>88,5</i>	88,6	88,5	88,2	88,1	87,9	87,9	87,8
2500	82,3	85,8	<i>87,2</i>	87,0	86,8	86,5	86,4	86,2	86,1	86,0
3150	80,3	83,9	<i>85,1</i>	84,5	84,2	84,0	83,8	83,7	83,6	83,5
4000	77,0	80,7	<i>81,4</i>	80,7	80,4	80,2	80,0	79,8	79,7	79,6
5000	72,1	75,7	<i>76,1</i>	75,3	75,0	74,7	74,5	74,3	74,2	74,0
6300	64,3	67,9	<i>68,1</i>	67,2	66,9	66,5	66,3	66,1	66,0	65,8
8000	52,9	56,4	<i>56,5</i>	55,6	55,2	54,8	54,6	54,3	54,2	54,0
10000	39,0	42,5	<i>42,5</i>	41,4	40,9	40,5	40,2	40,0	39,8	39,7

Tab. 197: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	52,0	52,0	52,1	52,1	52,2	52,2	52,2	52,3	52,3
25	58,0	58,0	58,0	58,1	58,1	58,2	58,2	58,3	58,3
31,5	63,2	63,2	63,3	63,3	63,4	63,4	63,5	63,5	63,6
40	67,7	67,8	67,8	67,9	67,9	68,0	68,0	68,1	68,1
50	71,6	71,7	71,7	71,8	71,8	71,9	71,9	72,0	72,0
63	75,0	75,0	75,1	75,1	75,2	75,2	75,3	75,3	75,4
80	77,8	77,8	77,9	77,9	78,0	78,0	78,1	78,2	78,2
100	79,8	79,9	79,9	80,0	80,1	80,1	80,2	80,2	80,3
125	80,8	80,9	81,0	81,0	81,1	81,1	81,2	81,3	81,4
160	81,5	81,6	81,7	81,7	81,8	81,9	82,0	82,1	82,2
200	82,3	82,4	82,5	82,5	82,6	82,7	82,9	83,0	83,1
250	83,4	83,5	83,6	83,7	83,8	83,9	84,1	84,2	84,3
315	84,4	84,5	84,6	84,7	84,9	85,0	85,1	85,2	85,3
400	85,3	85,4	85,6	85,7	85,7	85,8	86,0	86,0	86,1
500	86,1	86,2	86,3	86,3	86,4	86,4	86,5	86,5	86,5
630	86,8	86,9	86,9	86,9	86,9	86,8	86,8	86,7	86,7
800	87,5	87,5	87,4	87,4	87,3	87,2	87,1	87,1	87,0
1000	88,1	88,0	87,9	87,9	87,8	87,7	87,7	87,6	87,5
1250	88,5	88,4	88,4	88,3	88,3	88,3	88,2	88,2	88,1
1600	88,6	88,6	88,5	88,5	88,5	88,4	88,4	88,4	88,3
2000	87,7	87,6	87,6	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
2500	85,9	85,9	85,8	85,8	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7
3150	83,4	83,3	83,2	83,2	83,2	83,1	83,1	83,1	83,2
4000	79,5	79,4	79,3	79,3	79,3	79,2	79,2	79,3	79,3
5000	73,9	73,8	73,8	73,7	73,7	73,7	73,7	73,7	73,8
6300	65,7	65,6	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,6
8000	53,9	53,8	53,8	53,7	53,7	53,7	53,8	53,8	54,0
10000	39,5	39,5	39,4	39,4	39,4	39,4	39,5	39,6	39,7

13.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 198: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	50,1	52,0	52,1	52,0	52,0	51,9	52,0	52,0	52,0	52,1
25	55,9	57,9	58,1	58,0	57,9	57,9	57,9	57,9	58,0	58,0
31,5	61,0	63,2	63,3	63,2	63,2	63,1	63,2	63,2	63,2	63,3
40	65,5	67,7	67,9	67,8	67,7	67,7	67,7	67,7	67,8	67,8
50	69,3	71,6	71,8	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,7	71,7
63	72,6	74,9	75,1	75,0	74,9	74,9	74,9	74,9	75,0	75,0
80	75,4	77,7	77,9	77,8	77,7	77,7	77,7	77,7	77,8	77,8
100	77,4	79,8	80,0	79,8	79,8	79,7	79,8	79,8	79,8	79,9
125	78,5	80,8	80,9	80,7	80,7	80,7	80,7	80,8	80,8	80,9
160	79,3	81,6	81,5	81,3	81,3	81,3	81,4	81,4	81,5	81,5
200	80,1	82,4	82,3	82,0	82,0	82,1	82,1	82,1	82,2	82,3
250	81,2	83,5	83,3	83,1	83,1	83,1	83,1	83,2	83,3	83,3
315	82,1	84,4	84,2	84,0	84,0	84,0	84,1	84,2	84,3	84,3
400	82,7	85,1	85,1	84,9	84,9	84,9	85,0	85,1	85,2	85,3
500	83,0	85,6	85,7	85,6	85,6	85,7	85,8	85,9	86,0	86,0
630	83,0	85,8	86,1	86,1	86,2	86,4	86,5	86,6	86,7	86,8
800	83,2	86,1	86,6	86,7	86,9	87,1	87,2	87,3	87,4	87,5
1000	83,6	86,6	87,2	87,5	87,7	87,9	88,0	88,1	88,1	88,1
1250	84,2	87,2	88,1	88,4	88,6	88,7	88,7	88,7	88,6	88,6
1600	84,5	87,7	88,8	89,1	89,1	89,0	89,0	88,8	88,7	88,7
2000	83,9	87,2	88,4	88,5	88,4	88,2	88,0	87,9	87,8	87,7
2500	82,4	85,9	87,1	86,9	86,6	86,4	86,2	86,1	86,0	85,9
3150	80,3	83,9	84,8	84,3	84,0	83,8	83,6	83,5	83,4	83,3
4000	76,9	80,6	81,0	80,4	80,1	79,8	79,6	79,5	79,4	79,3
5000	71,8	75,3	75,4	74,8	74,4	74,1	73,9	73,7	73,6	73,5
6300	63,7	67,2	67,1	66,4	66,0	65,6	65,4	65,2	65,1	65,0
8000	51,8	55,2	55,1	54,2	53,8	53,4	53,2	52,9	52,8	52,6
10000	37,1	40,5	40,2	39,3	38,8	38,4	38,1	37,8	37,7	37,5

Tab. 199: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	52,1	52,1	52,2	52,2	52,2	52,3	52,3	52,4	52,4
25	58,1	58,1	58,1	58,2	58,2	58,3	58,3	58,3	58,4
31,5	63,3	63,3	63,4	63,4	63,4	63,5	63,6	63,6	63,7
40	67,8	67,9	67,9	68,0	68,0	68,0	68,1	68,1	68,2
50	71,7	71,8	71,8	71,9	71,9	72,0	72,0	72,1	72,1
63	75,1	75,1	75,1	75,2	75,2	75,3	75,4	75,4	75,5
80	77,9	77,9	78,0	78,0	78,1	78,1	78,2	78,2	78,3
100	79,9	80,0	80,0	80,1	80,1	80,2	80,3	80,3	80,4
125	80,9	81,0	81,0	81,1	81,2	81,2	81,3	81,4	81,5
160	81,6	81,7	81,7	81,8	81,9	82,0	82,1	82,2	82,2
200	82,4	82,4	82,5	82,6	82,7	82,8	82,9	83,0	83,1
250	83,5	83,6	83,7	83,8	83,9	84,0	84,1	84,3	84,4
315	84,5	84,6	84,7	84,8	84,9	85,1	85,2	85,3	85,4
400	85,4	85,5	85,6	85,7	85,8	85,9	86,0	86,1	86,1
500	86,2	86,2	86,3	86,4	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5
630	86,9	86,9	86,9	86,9	86,9	86,9	86,8	86,7	86,7
800	87,5	87,5	87,4	87,4	87,3	87,2	87,1	87,1	87,0
1000	88,1	88,0	88,0	87,9	87,8	87,8	87,7	87,6	87,5
1250	88,5	88,4	88,4	88,4	88,3	88,3	88,2	88,1	88,1
1600	88,6	88,5	88,5	88,5	88,4	88,4	88,4	88,3	88,3
2000	87,6	87,6	87,5	87,5	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4
2500	85,8	85,8	85,7	85,7	85,6	85,6	85,6	85,6	85,6
3150	83,2	83,1	83,0	83,0	82,9	82,9	82,9	83,0	83,0
4000	79,2	79,1	79,0	79,0	78,9	78,9	78,9	78,9	79,0
5000	73,4	73,3	73,2	73,2	73,1	73,1	73,2	73,2	73,3
6300	64,9	64,8	64,7	64,7	64,6	64,6	64,6	64,7	64,8
8000	52,5	52,4	52,4	52,4	52,3	52,3	52,4	52,5	52,6
10000	37,4	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3	37,4	37,5	37,6

Technisches Datenblatt

Terzbandpegel leistungsoptimierter Schallbetriebe

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2 / 4200 kW mit
TES (Trailing Edge Serrations)

Herausgeber ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Jost Backhaus, Dr. Thomas Cobet, Momme Janssen, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0838838-3		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2020-07-29	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	6
2	Allgemeines	7
3	Betriebsmodus 102,5 dB	8
3.1	Terzbandpegel NH	8
3.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	10
3.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	12
3.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	14
3.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	16
3.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	18
3.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	20
3.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	22
3.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	24
4	Betriebsmodus 101,5 dB	26
4.1	Terzbandpegel NH	26
4.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	28
4.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	30
4.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	32
4.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	34
4.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	36
4.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	38
4.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	40
4.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	42
5	Betriebsmodus 100,5 dB	44
5.1	Terzbandpegel NH	44
5.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	46
5.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	48
5.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	50
5.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	52
5.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	54
5.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	56
5.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	58
5.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	60
6	Betriebsmodus 99,5 dB	62
6.1	Terzbandpegel NH	62
6.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	64
6.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	66

6.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	68
6.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	70
6.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	72
6.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	74
6.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	76
6.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	78
7	Betriebsmodus 98,5 dB	80
7.1	Terzbandpegel NH	80
7.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	82
7.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	84
7.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	86
7.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	88
7.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	90
7.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	92
7.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	94
7.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	96
8	Betriebsmodus 97,5 dB	98
8.1	Terzbandpegel NH	98
8.2	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	100
8.3	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	102
8.4	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	104
8.5	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	106
8.6	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	108
8.7	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	110
8.8	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	112
8.9	Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	114

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

HT	Hybridturm
NH	Nabenhöhe
ST	Stahl­turm

Größen, Einheiten, Formeln

v_H	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_s	Standardisierte Windgeschwindigkeit

1 Verfügbare Betriebsmodi

In der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, welche Betriebsmodi für welche Turmvarianten bzw. Nabhöhen verfügbar sind.

Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi

Betriebsmodus	Turmvariante bzw. Nabhöhe (NH)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-13-1-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
	NH 81 m	NH 96 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 131 m	NH 131 m	NH 149 m	NH 160 m
102,5 dB	x	x	x	-	-	-	x	x
101,5 dB	x	x	x	-	-	-	x	x
100,5 dB	x	x	x	-	-	x	x	x
99,5 dB	x	x	x	x	x	x	x	x
98,5 dB	- ¹	x	x	x	x	x	x	x
97,5 dB	- ¹	x	x	x	x	x	x	x

x = verfügbar

-¹ = auf Anfrage nach standortspezifischer Prüfung verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

- Die Zuordnung der Schalleistungspegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Schalleistungspegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt.
- Die angegebenen Schalleistungspegel wurden auf Basis von aeroakustischen Simulationen ermittelt.
- Die einzelnen Terzbandpegelwerte werden nicht garantiert. Lediglich der Summenpegel aller Terzbandpegel pro Windgeschwindigkeit, der dem Schalleistungspegel bei dieser Windgeschwindigkeit entspricht, ist eine garantierte Größe.

3 Betriebsmodus 102,5 dB

3.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 2: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	50,7	52,1	52,7	52,9	53,1	53,3	53,7	53,9	54,1	54,2	54,3
25	56,6	58,1	58,7	59,0	59,2	59,4	59,8	60,0	60,3	60,4	60,4
31,5	61,8	63,4	64,1	64,3	64,6	64,8	65,1	65,4	65,7	65,8	65,9
40	66,3	68,0	68,7	68,9	69,2	69,5	69,8	70,1	70,3	70,5	70,6
50	70,2	72,0	72,7	72,9	73,2	73,5	73,8	74,1	74,4	74,5	74,6
63	73,5	75,4	76,1	76,3	76,6	76,9	77,3	77,5	77,8	78,0	78,1
80	76,4	78,2	79,0	79,2	79,5	79,8	80,2	80,5	80,8	80,9	81,0
100	78,5	80,4	81,1	81,4	81,7	82,0	82,4	82,7	83,0	83,1	83,2
125	79,6	81,5	82,2	82,5	82,9	83,2	83,6	83,9	84,1	84,3	84,4
160	80,4	82,2	83,0	83,4	83,7	84,0	84,4	84,7	85,0	85,2	85,3
200	81,2	83,1	83,9	84,3	84,6	84,9	85,4	85,7	86,0	86,1	86,2
250	82,4	84,2	85,1	85,4	85,8	86,1	86,5	86,9	87,1	87,3	87,3
315	83,3	85,2	86,0	86,4	86,8	87,1	87,5	87,9	88,1	88,3	88,3
400	84,0	86,0	86,8	87,2	87,5	87,8	88,3	88,6	88,9	89,1	89,1
500	84,3	86,4	87,2	87,6	87,9	88,2	88,7	89,0	89,3	89,5	89,5
630	84,4	86,5	87,4	87,7	88,1	88,4	88,8	89,2	89,4	89,6	89,7
800	84,6	86,7	87,6	87,9	88,2	88,5	89,0	89,3	89,6	89,8	89,8
1000	85,1	87,2	88,0	88,3	88,7	88,9	89,4	89,7	90,0	90,2	90,2
1250	85,7	87,9	88,7	88,9	89,2	89,5	89,9	90,2	90,5	90,7	90,8
1600	86,1	88,3	89,1	89,3	89,6	89,9	90,3	90,6	90,9	91,1	91,2
2000	85,6	87,8	88,5	88,8	89,1	89,3	89,7	90,0	90,3	90,5	90,7
2500	84,3	86,5	87,3	87,5	87,7	88,0	88,4	88,6	89,0	89,2	89,4
3150	82,4	84,7	85,4	85,6	85,8	86,0	86,4	86,6	87,0	87,2	87,4
4000	79,5	81,7	82,5	82,6	82,8	83,0	83,3	83,5	83,8	84,1	84,4
5000	74,9	77,3	78,0	78,2	78,3	78,5	78,8	78,9	79,3	79,6	79,9
6300	67,8	70,2	71,0	71,2	71,4	71,5	71,8	72,0	72,4	72,8	73,1
8000	57,2	59,7	60,5	60,8	61,0	61,2	61,5	61,7	62,1	62,5	62,8
10000	44,5	47,0	47,8	48,1	48,3	48,5	48,9	49,1	49,5	49,9	50,2

Tab. 3: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	54,5	54,6	54,9	55,0	55,1	55,1	55,0	54,8	54,7	54,6
25	60,6	60,7	61,0	61,2	61,3	61,2	61,2	61,0	60,8	60,8
31,5	66,0	66,2	66,4	66,6	66,8	66,7	66,6	66,4	66,3	66,2
40	70,7	70,9	71,1	71,4	71,5	71,5	71,4	71,2	71,0	71,0
50	74,8	74,9	75,2	75,5	75,6	75,5	75,4	75,3	75,1	75,0
63	78,2	78,4	78,7	79,0	79,1	79,1	79,0	78,8	78,6	78,5
80	81,2	81,4	81,7	82,0	82,1	82,0	81,9	81,8	81,6	81,5
100	83,4	83,6	83,9	84,2	84,3	84,2	84,1	83,9	83,7	83,6
125	84,6	84,7	85,0	85,3	85,3	85,2	85,1	84,9	84,7	84,6
160	85,4	85,6	85,8	86,1	86,1	86,0	85,8	85,5	85,3	85,2
200	86,4	86,5	86,7	86,9	86,9	86,7	86,5	86,2	86,0	85,9
250	87,5	87,6	87,9	88,0	88,0	87,8	87,6	87,2	87,0	86,9
315	88,5	88,6	88,9	89,0	88,9	88,7	88,5	88,1	87,9	87,8
400	89,3	89,4	89,6	89,8	89,7	89,6	89,3	89,0	88,7	88,6
500	89,7	89,8	90,1	90,3	90,3	90,2	89,9	89,7	89,5	89,4
630	89,9	90,0	90,3	90,6	90,7	90,6	90,5	90,2	90,1	90,1
800	90,0	90,2	90,5	90,9	91,0	91,0	90,9	90,8	90,7	90,7
1000	90,4	90,6	90,9	91,4	91,6	91,7	91,6	91,5	91,6	91,7
1250	91,0	91,2	91,5	92,1	92,4	92,4	92,4	92,5	92,6	92,8
1600	91,5	91,7	92,0	92,7	93,0	93,1	93,1	93,3	93,6	93,8
2000	90,9	91,2	91,5	92,2	92,6	92,7	92,8	93,2	93,5	93,6
2500	89,6	89,9	90,3	91,1	91,5	91,7	91,9	92,4	92,5	92,4
3150	87,7	88,0	88,4	89,4	89,8	90,1	90,3	90,6	90,4	90,1
4000	84,7	85,0	85,5	86,6	87,1	87,3	87,4	87,3	86,9	86,6
5000	80,3	80,7	81,1	82,3	82,7	82,8	82,7	82,2	81,8	81,6
6300	73,4	73,8	74,3	75,3	75,6	75,6	75,4	74,8	74,4	74,1
8000	63,2	63,5	64,0	64,8	65,1	65,0	64,8	64,2	63,7	63,4
10000	50,5	50,9	51,3	52,1	52,4	52,3	52,0	51,4	50,8	50,5

3.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 4: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,2	49,9	51,7	52,3	52,7	53,1	53,4	53,7	53,9	54,0
25	53,0	55,8	57,8	58,4	58,8	59,2	59,5	59,8	60,0	60,2
31,5	58,0	61,0	63,1	63,8	64,1	64,5	64,9	65,2	65,4	65,6
40	62,4	65,4	67,7	68,4	68,8	69,2	69,6	69,9	70,1	70,3
50	66,1	69,3	71,6	72,4	72,8	73,2	73,6	74,0	74,2	74,3
63	69,3	72,6	75,0	75,8	76,2	76,6	77,1	77,4	77,6	77,8
80	72,1	75,5	77,9	78,7	79,1	79,6	80,0	80,4	80,6	80,8
100	74,2	77,6	80,1	80,9	81,3	81,8	82,2	82,6	82,8	83,0
125	75,3	78,7	81,2	82,0	82,5	82,9	83,4	83,8	84,0	84,2
160	76,1	79,5	82,0	82,8	83,3	83,8	84,3	84,7	84,9	85,0
200	77,0	80,3	82,8	83,7	84,2	84,7	85,2	85,6	85,8	86,0
250	78,1	81,5	84,0	84,9	85,4	85,9	86,5	86,8	87,0	87,1
315	79,0	82,4	85,0	85,9	86,4	86,9	87,5	87,8	88,0	88,1
400	79,5	83,2	85,8	86,7	87,2	87,7	88,3	88,6	88,8	89,0
500	79,8	83,5	86,2	87,1	87,6	88,1	88,7	89,1	89,3	89,4
630	79,8	83,6	86,4	87,3	87,8	88,3	88,9	89,2	89,4	89,6
800	80,0	83,8	86,7	87,5	88,0	88,5	89,0	89,4	89,6	89,8
1000	80,5	84,4	87,2	88,1	88,5	89,0	89,5	89,9	90,1	90,3
1250	81,1	85,0	87,9	88,7	89,1	89,6	90,1	90,5	90,7	90,9
1600	81,6	85,5	88,4	89,2	89,7	90,1	90,6	90,9	91,2	91,5
2000	81,2	85,1	88,1	88,8	89,2	89,7	90,1	90,5	90,8	91,1
2500	80,1	84,1	87,0	87,8	88,2	88,6	89,0	89,4	89,7	90,0
3150	78,5	82,6	85,6	86,3	86,6	87,0	87,3	87,8	88,1	88,5
4000	76,1	80,2	83,2	83,9	84,2	84,5	84,8	85,3	85,7	86,1
5000	72,3	76,6	79,7	80,4	80,6	80,9	81,2	81,6	82,1	82,6
6300	66,4	70,8	74,0	74,8	75,1	75,4	75,7	76,2	76,7	77,2
8000	58,2	62,6	65,9	66,8	67,1	67,5	67,8	68,3	68,8	69,2
10000	48,8	53,2	56,5	57,4	57,8	58,1	58,5	59,0	59,5	59,9

Tab. 5: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	54,3	54,5	54,7	54,5	54,3	54,1	54,0	54,0	54,0
25	60,4	60,7	60,9	60,7	60,5	60,3	60,2	60,2	60,1
31,5	65,8	66,1	66,3	66,2	65,9	65,7	65,7	65,6	65,6
40	70,5	70,9	71,1	70,9	70,7	70,5	70,4	70,4	70,3
50	74,6	75,0	75,2	75,0	74,8	74,6	74,5	74,5	74,4
63	78,1	78,5	78,7	78,5	78,3	78,1	78,0	78,0	77,9
80	81,1	81,5	81,7	81,5	81,3	81,1	81,0	80,9	80,9
100	83,3	83,6	83,8	83,7	83,4	83,2	83,1	83,0	83,0
125	84,4	84,8	84,9	84,7	84,4	84,2	84,0	84,0	84,0
160	85,3	85,6	85,6	85,4	85,1	84,8	84,6	84,6	84,5
200	86,2	86,5	86,5	86,2	85,8	85,5	85,3	85,3	85,2
250	87,4	87,6	87,6	87,3	86,9	86,5	86,4	86,3	86,3
315	88,4	88,6	88,5	88,2	87,8	87,5	87,3	87,3	87,2
400	89,2	89,4	89,4	89,1	88,7	88,3	88,2	88,1	88,1
500	89,6	90,0	90,0	89,7	89,4	89,1	89,0	88,9	88,9
630	89,8	90,3	90,4	90,2	90,0	89,8	89,7	89,8	89,8
800	90,1	90,6	90,8	90,7	90,5	90,4	90,5	90,6	90,7
1000	90,6	91,1	91,4	91,4	91,3	91,4	91,5	91,7	91,8
1250	91,2	91,9	92,3	92,3	92,3	92,5	92,7	92,9	93,1
1600	91,8	92,5	93,0	93,0	93,2	93,6	93,8	93,9	94,0
2000	91,5	92,2	92,7	92,9	93,3	93,6	93,7	93,7	93,6
2500	90,4	91,3	91,9	92,1	92,6	92,7	92,6	92,5	92,3
3150	88,9	89,9	90,6	90,9	91,3	91,0	90,7	90,5	90,3
4000	86,6	87,7	88,5	88,7	88,6	88,1	87,8	87,6	87,4
5000	83,1	84,2	85,0	85,0	84,5	84,0	83,6	83,4	83,2
6300	77,7	78,7	79,3	79,2	78,5	78,0	77,6	77,3	77,1
8000	69,7	70,7	71,1	70,9	70,3	69,6	69,2	68,9	68,7
10000	60,4	61,3	61,7	61,5	60,8	60,1	59,6	59,3	59,0

3.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 6: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,8	50,4	52,0	52,6	52,9	53,3	53,6	53,9	54,0	54,2
25	53,5	56,3	58,1	58,6	59,0	59,4	59,7	60,1	60,2	60,4
31,5	58,6	61,5	63,4	64,0	64,4	64,8	65,1	65,5	65,6	65,8
40	63,0	66,0	68,0	68,6	69,0	69,4	69,8	70,1	70,3	70,5
50	66,7	69,9	72,0	72,6	73,0	73,4	73,8	74,2	74,3	74,6
63	70,0	73,2	75,3	76,0	76,4	76,9	77,3	77,6	77,8	78,0
80	72,8	76,1	78,2	78,9	79,4	79,8	80,2	80,6	80,7	81,0
100	74,8	78,2	80,4	81,1	81,5	82,0	82,4	82,8	82,9	83,2
125	75,9	79,3	81,5	82,2	82,7	83,2	83,6	84,0	84,1	84,4
160	76,8	80,1	82,3	83,0	83,5	84,1	84,5	84,9	85,0	85,2
200	77,6	80,9	83,2	83,9	84,4	85,0	85,5	85,8	85,9	86,2
250	78,7	82,1	84,3	85,1	85,6	86,2	86,7	87,0	87,1	87,3
315	79,6	83,0	85,3	86,1	86,6	87,2	87,7	88,0	88,1	88,3
400	80,2	83,8	86,1	86,9	87,4	88,0	88,5	88,8	88,9	89,1
500	80,4	84,1	86,5	87,3	87,8	88,4	88,9	89,2	89,4	89,6
630	80,5	84,2	86,7	87,5	88,0	88,5	89,0	89,4	89,5	89,8
800	80,7	84,4	86,9	87,7	88,2	88,7	89,2	89,6	89,7	90,0
1000	81,2	85,0	87,4	88,2	88,6	89,2	89,6	90,0	90,2	90,4
1250	81,8	85,6	88,1	88,8	89,3	89,8	90,2	90,6	90,8	91,1
1600	82,2	86,1	88,6	89,3	89,7	90,2	90,7	91,1	91,3	91,6
2000	81,7	85,7	88,2	88,9	89,3	89,7	90,2	90,6	90,8	91,2
2500	80,6	84,6	87,1	87,8	88,1	88,5	89,0	89,4	89,7	90,1
3150	78,9	83,0	85,5	86,1	86,5	86,8	87,2	87,7	88,0	88,4
4000	76,3	80,4	83,0	83,6	83,9	84,2	84,5	85,0	85,4	85,9
5000	72,2	76,5	79,2	79,8	80,0	80,3	80,6	81,1	81,6	82,1
6300	66,0	70,4	73,1	73,8	74,1	74,4	74,7	75,3	75,7	76,2
8000	57,1	61,5	64,3	65,0	65,4	65,7	66,1	66,6	67,1	67,6
10000	46,7	51,1	54,0	54,7	55,0	55,4	55,8	56,4	56,8	57,3

Tab. 7: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	54,5	54,7	54,8	54,6	54,4	54,3	54,2	54,1	54,1
25	60,7	60,9	61,0	60,8	60,6	60,4	60,4	60,3	60,3
31,5	66,1	66,4	66,4	66,2	66,0	65,9	65,8	65,7	65,7
40	70,8	71,1	71,2	71,0	70,8	70,6	70,6	70,5	70,5
50	74,9	75,2	75,3	75,1	74,9	74,7	74,7	74,6	74,6
63	78,4	78,7	78,8	78,6	78,4	78,2	78,2	78,1	78,1
80	81,3	81,7	81,7	81,6	81,3	81,2	81,1	81,0	81,0
100	83,5	83,9	83,9	83,7	83,5	83,3	83,2	83,2	83,1
125	84,7	85,0	85,0	84,8	84,4	84,3	84,2	84,1	84,1
160	85,5	85,8	85,7	85,4	85,1	84,9	84,8	84,7	84,7
200	86,4	86,6	86,5	86,2	85,8	85,6	85,4	85,4	85,4
250	87,6	87,7	87,6	87,3	86,9	86,6	86,5	86,5	86,4
315	88,6	88,7	88,5	88,2	87,8	87,5	87,4	87,4	87,3
400	89,4	89,5	89,4	89,0	88,6	88,4	88,3	88,2	88,2
500	89,9	90,1	90,0	89,7	89,3	89,1	89,1	89,1	89,0
630	90,1	90,4	90,4	90,2	90,0	89,8	89,8	89,9	89,9
800	90,3	90,8	90,8	90,8	90,6	90,6	90,6	90,8	90,9
1000	90,8	91,4	91,5	91,5	91,4	91,5	91,7	91,9	92,0
1250	91,4	92,1	92,3	92,4	92,5	92,7	92,9	93,1	93,2
1600	92,0	92,8	93,0	93,1	93,4	93,7	93,9	94,0	94,0
2000	91,6	92,4	92,8	93,0	93,5	93,7	93,7	93,6	93,6
2500	90,5	91,5	91,9	92,2	92,7	92,6	92,5	92,3	92,1
3150	88,9	90,0	90,5	90,9	91,0	90,7	90,4	90,2	90,0
4000	86,4	87,7	88,2	88,4	88,0	87,6	87,3	87,1	86,9
5000	82,7	84,0	84,3	84,3	83,6	83,2	82,9	82,6	82,4
6300	76,8	78,0	78,2	77,9	77,2	76,7	76,4	76,1	75,9
8000	68,2	69,2	69,3	69,0	68,2	67,6	67,3	67,0	66,7
10000	57,8	58,8	58,9	58,5	57,7	57,1	56,7	56,3	56,0

3.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 8: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,2	50,8	52,3	52,7	53,1	53,5	53,8	54,1	54,2	54,4
25	54,1	56,7	58,3	58,8	59,2	59,6	60,0	60,2	60,4	60,6
31,5	59,1	62,0	63,7	64,2	64,5	65,0	65,3	65,6	65,8	66,0
40	63,5	66,5	68,3	68,8	69,2	69,7	70,0	70,3	70,5	70,7
50	67,3	70,4	72,2	72,8	73,2	73,7	74,1	74,4	74,5	74,7
63	70,5	73,7	75,6	76,2	76,6	77,1	77,5	77,8	78,0	78,2
80	73,3	76,6	78,5	79,1	79,6	80,1	80,5	80,8	81,0	81,2
100	75,4	78,7	80,7	81,3	81,7	82,2	82,7	83,0	83,1	83,4
125	76,5	79,8	81,8	82,4	82,9	83,4	83,8	84,2	84,3	84,6
160	77,3	80,6	82,6	83,2	83,7	84,3	84,7	85,0	85,2	85,4
200	78,2	81,4	83,5	84,1	84,6	85,2	85,7	86,0	86,1	86,3
250	79,3	82,6	84,6	85,3	85,8	86,4	86,9	87,2	87,3	87,5
315	80,2	83,5	85,6	86,3	86,8	87,4	87,9	88,2	88,3	88,5
400	80,8	84,2	86,4	87,1	87,6	88,2	88,7	88,9	89,1	89,3
500	81,0	84,6	86,8	87,5	88,0	88,6	89,1	89,4	89,5	89,7
630	81,1	84,7	87,0	87,6	88,1	88,7	89,2	89,5	89,7	89,9
800	81,3	84,9	87,2	87,8	88,3	88,9	89,4	89,7	89,8	90,1
1000	81,7	85,4	87,7	88,3	88,8	89,3	89,8	90,1	90,3	90,5
1250	82,3	86,1	88,3	88,9	89,4	89,9	90,3	90,7	90,9	91,2
1600	82,7	86,5	88,8	89,4	89,8	90,3	90,8	91,1	91,4	91,7
2000	82,2	86,0	88,3	88,9	89,3	89,8	90,2	90,6	90,9	91,2
2500	81,0	84,9	87,2	87,7	88,1	88,5	89,0	89,4	89,7	90,0
3150	79,2	83,2	85,5	85,9	86,3	86,7	87,1	87,5	87,9	88,3
4000	76,4	80,4	82,8	83,2	83,5	83,8	84,2	84,7	85,1	85,6
5000	72,1	76,3	78,7	79,1	79,4	79,7	80,0	80,6	81,0	81,5
6300	65,5	69,7	72,2	72,7	73,0	73,3	73,7	74,3	74,7	75,3
8000	55,8	60,1	62,7	63,3	63,6	64,0	64,4	64,9	65,4	65,9
10000	44,4	48,7	51,3	51,9	52,3	52,7	53,1	53,7	54,1	54,6

Tab. 9: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	54,7	54,9	54,9	54,7	54,5	54,4	54,3	54,3	54,2
25	60,9	61,1	61,1	60,9	60,6	60,5	60,4	60,4	60,4
31,5	66,3	66,5	66,5	66,3	66,1	66,0	65,9	65,9	65,8
40	71,0	71,3	71,3	71,1	70,8	70,7	70,6	70,6	70,6
50	75,1	75,4	75,4	75,2	74,9	74,8	74,7	74,7	74,7
63	78,6	78,9	78,9	78,7	78,4	78,3	78,2	78,2	78,2
80	81,6	81,9	81,8	81,6	81,4	81,3	81,2	81,2	81,1
100	83,8	84,1	84,0	83,8	83,5	83,4	83,3	83,3	83,3
125	84,9	85,2	85,0	84,8	84,5	84,4	84,3	84,2	84,2
160	85,7	85,9	85,7	85,4	85,1	84,9	84,9	84,8	84,8
200	86,6	86,7	86,5	86,2	85,8	85,6	85,5	85,5	85,5
250	87,8	87,9	87,6	87,2	86,8	86,7	86,6	86,5	86,5
315	88,8	88,8	88,5	88,1	87,7	87,6	87,5	87,4	87,4
400	89,6	89,6	89,4	89,0	88,6	88,4	88,3	88,3	88,3
500	90,0	90,2	90,0	89,7	89,3	89,2	89,1	89,1	89,2
630	90,3	90,6	90,5	90,2	89,9	89,9	89,9	90,0	90,1
800	90,5	90,9	90,9	90,8	90,6	90,7	90,7	90,9	91,0
1000	91,0	91,5	91,6	91,5	91,5	91,6	91,8	92,0	92,1
1250	91,7	92,3	92,4	92,4	92,6	92,8	93,0	93,2	93,3
1600	92,2	92,9	93,1	93,3	93,6	93,8	93,9	94,0	94,0
2000	91,8	92,5	92,8	93,1	93,6	93,7	93,6	93,6	93,4
2500	90,7	91,5	91,9	92,3	92,6	92,4	92,3	92,1	91,9
3150	89,0	90,0	90,4	90,8	90,7	90,3	90,1	89,9	89,7
4000	86,4	87,5	87,9	87,9	87,4	87,0	86,8	86,6	86,4
5000	82,4	83,5	83,7	83,4	82,7	82,3	82,1	81,9	81,7
6300	76,1	77,0	77,0	76,5	75,9	75,4	75,1	74,9	74,7
8000	66,7	67,4	67,4	66,9	66,1	65,7	65,3	65,1	64,8
10000	55,3	56,1	56,0	55,4	54,6	54,1	53,7	53,4	53,1

3.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 10: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 11: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 12: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 13: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 14: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 15: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 16: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,3	51,6	52,8	53,2	53,5	53,9	54,3	54,4	54,6	54,9
25	55,1	57,6	58,9	59,3	59,6	60,0	60,4	60,6	60,8	61,0
31,5	60,2	62,9	64,2	64,6	65,0	65,4	65,8	66,0	66,2	66,5
40	64,6	67,4	68,8	69,2	69,6	70,1	70,5	70,7	70,9	71,2
50	68,4	71,3	72,8	73,2	73,6	74,1	74,5	74,7	74,9	75,3
63	71,7	74,7	76,2	76,7	77,1	77,6	78,0	78,2	78,4	78,7
80	74,5	77,6	79,1	79,6	80,0	80,5	80,9	81,1	81,4	81,7
100	76,6	79,7	81,3	81,7	82,2	82,7	83,1	83,3	83,6	83,9
125	77,7	80,8	82,4	82,9	83,3	83,9	84,3	84,5	84,7	85,0
160	78,5	81,6	83,2	83,7	84,2	84,7	85,2	85,4	85,6	85,9
200	79,3	82,4	84,0	84,6	85,1	85,7	86,1	86,3	86,5	86,8
250	80,4	83,5	85,2	85,7	86,2	86,8	87,3	87,5	87,7	87,9
315	81,3	84,5	86,2	86,7	87,2	87,8	88,3	88,5	88,6	88,9
400	81,9	85,2	86,9	87,5	88,0	88,6	89,0	89,2	89,4	89,6
500	82,1	85,6	87,3	87,8	88,4	89,0	89,4	89,6	89,8	90,1
630	82,2	85,7	87,5	88,0	88,5	89,1	89,5	89,7	90,0	90,2
800	82,4	85,9	87,6	88,1	88,6	89,2	89,6	89,9	90,1	90,4
1000	82,8	86,3	88,1	88,6	89,0	89,6	90,0	90,3	90,5	90,9
1250	83,4	86,9	88,7	89,1	89,6	90,1	90,5	90,8	91,1	91,4
1600	83,7	87,3	89,1	89,5	89,9	90,4	90,9	91,2	91,5	91,9
2000	83,1	86,7	88,5	88,9	89,3	89,8	90,2	90,5	90,9	91,3
2500	81,7	85,4	87,1	87,5	87,9	88,3	88,8	89,1	89,5	90,0
3150	79,7	83,4	85,1	85,4	85,8	86,2	86,7	87,0	87,5	88,0
4000	76,4	80,2	82,0	82,2	82,5	82,9	83,3	83,8	84,3	84,8
5000	71,5	75,4	77,2	77,4	77,7	78,0	78,5	79,0	79,5	80,1
6300	63,7	67,7	69,6	69,9	70,2	70,5	71,0	71,6	72,1	72,7
8000	52,3	56,4	58,3	58,7	59,0	59,4	59,9	60,4	61,0	61,6
10000	38,4	42,4	44,4	44,8	45,1	45,6	46,1	46,6	47,1	47,7

Tab. 17: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,1	55,3	55,1	54,9	54,8	54,7	54,6	54,6	54,5
25	61,3	61,4	61,3	61,0	60,9	60,8	60,8	60,7	60,7
31,5	66,8	66,9	66,7	66,5	66,4	66,3	66,2	66,2	66,1
40	71,5	71,7	71,5	71,2	71,1	71,0	71,0	70,9	70,9
50	75,6	75,8	75,6	75,3	75,2	75,1	75,1	75,0	75,0
63	79,1	79,3	79,1	78,8	78,7	78,6	78,6	78,5	78,5
80	82,1	82,2	82,1	81,8	81,7	81,6	81,5	81,5	81,4
100	84,3	84,4	84,2	83,9	83,8	83,7	83,6	83,6	83,6
125	85,4	85,4	85,2	84,9	84,7	84,6	84,6	84,5	84,5
160	86,2	86,1	85,9	85,5	85,3	85,2	85,1	85,1	85,1
200	87,0	86,9	86,6	86,2	86,0	85,9	85,8	85,8	85,8
250	88,1	88,0	87,7	87,3	87,0	86,9	86,8	86,8	86,8
315	89,1	88,9	88,6	88,1	87,9	87,8	87,7	87,7	87,7
400	89,9	89,7	89,4	89,0	88,7	88,6	88,5	88,6	88,6
500	90,4	90,3	90,0	89,7	89,5	89,4	89,3	89,4	89,4
630	90,7	90,7	90,5	90,3	90,1	90,1	90,2	90,3	90,3
800	91,0	91,1	91,0	90,8	90,8	90,9	91,0	91,2	91,3
1000	91,5	91,7	91,7	91,6	91,7	91,9	92,1	92,3	92,4
1250	92,2	92,5	92,5	92,6	92,8	93,0	93,2	93,3	93,4
1600	92,7	93,0	93,2	93,5	93,8	93,9	94,0	94,0	94,0
2000	92,2	92,6	92,8	93,4	93,6	93,5	93,5	93,3	93,2
2500	91,0	91,5	91,8	92,3	92,2	92,0	91,8	91,6	91,5
3150	89,1	89,7	90,1	90,2	89,8	89,6	89,4	89,2	89,0
4000	86,1	86,7	86,9	86,5	86,1	85,8	85,6	85,4	85,2
5000	81,5	81,9	81,8	81,1	80,7	80,4	80,2	79,9	79,7
6300	73,9	74,2	73,9	73,2	72,7	72,3	72,1	71,8	71,6
8000	62,6	62,8	62,5	61,7	61,1	60,7	60,4	60,2	59,9
10000	48,7	48,9	48,5	47,6	47,0	46,6	46,2	45,9	45,6

3.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 18: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,5	51,8	52,9	53,3	53,7	54,0	54,4	54,5	54,7	55,0
25	55,3	57,8	59,0	59,3	59,8	60,1	60,5	60,6	60,9	61,2
31,5	60,4	63,1	64,3	64,7	65,1	65,5	65,9	66,0	66,3	66,6
40	64,9	67,7	69,0	69,3	69,8	70,2	70,6	70,7	71,0	71,3
50	68,7	71,6	72,9	73,3	73,8	74,2	74,6	74,8	75,1	75,4
63	72,0	75,0	76,3	76,7	77,2	77,7	78,1	78,3	78,5	78,9
80	74,8	77,8	79,2	79,7	80,1	80,6	81,0	81,2	81,5	81,8
100	76,8	79,9	81,4	81,8	82,3	82,8	83,2	83,4	83,7	84,0
125	77,9	81,0	82,5	83,0	83,5	84,0	84,4	84,6	84,8	85,2
160	78,7	81,8	83,3	83,8	84,3	84,8	85,3	85,4	85,7	86,0
200	79,5	82,7	84,2	84,7	85,2	85,8	86,2	86,4	86,6	86,9
250	80,7	83,8	85,3	85,9	86,4	86,9	87,4	87,5	87,7	88,0
315	81,5	84,7	86,3	86,8	87,3	87,9	88,3	88,5	88,7	89,0
400	82,1	85,4	87,0	87,6	88,1	88,7	89,1	89,3	89,5	89,8
500	82,4	85,8	87,4	87,9	88,5	89,1	89,5	89,7	89,9	90,2
630	82,4	85,9	87,5	88,1	88,6	89,2	89,6	89,8	90,0	90,3
800	82,6	86,1	87,7	88,2	88,7	89,3	89,7	89,9	90,2	90,5
1000	83,0	86,6	88,2	88,6	89,1	89,6	90,1	90,3	90,6	90,9
1250	83,6	87,1	88,7	89,2	89,6	90,1	90,6	90,8	91,1	91,5
1600	83,9	87,5	89,1	89,5	90,0	90,5	90,9	91,2	91,5	91,9
2000	83,3	86,9	88,5	88,8	89,3	89,8	90,3	90,5	90,9	91,3
2500	81,8	85,5	87,1	87,4	87,8	88,3	88,8	89,1	89,5	89,9
3150	79,7	83,4	85,0	85,3	85,6	86,0	86,6	86,9	87,3	87,9
4000	76,3	80,1	81,7	81,9	82,2	82,5	83,1	83,5	84,0	84,6
5000	71,2	75,1	76,7	76,9	77,2	77,5	78,0	78,5	79,1	79,7
6300	63,1	67,1	68,8	69,1	69,4	69,7	70,3	70,8	71,3	72,0
8000	51,2	55,3	57,0	57,3	57,7	58,0	58,6	59,1	59,7	60,3
10000	36,5	40,6	42,3	42,7	43,1	43,5	44,1	44,5	45,1	45,7

Tab. 19: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	55,3	55,3	55,2	55,0	54,8	54,8	54,7	54,7	54,7
25	61,4	61,5	61,3	61,1	61,0	60,9	60,9	60,8	60,8
31,5	66,9	67,0	66,8	66,6	66,4	66,4	66,3	66,3	66,3
40	71,7	71,7	71,5	71,3	71,2	71,1	71,1	71,0	71,0
50	75,8	75,8	75,6	75,4	75,3	75,2	75,2	75,1	75,1
63	79,3	79,3	79,1	78,9	78,8	78,7	78,7	78,6	78,6
80	82,2	82,3	82,1	81,9	81,7	81,7	81,6	81,6	81,6
100	84,4	84,4	84,3	84,0	83,9	83,8	83,7	83,7	83,7
125	85,5	85,5	85,3	85,0	84,8	84,7	84,7	84,6	84,6
160	86,3	86,2	85,9	85,5	85,4	85,3	85,2	85,2	85,2
200	87,1	86,9	86,6	86,2	86,1	85,9	85,9	85,9	85,9
250	88,2	88,0	87,7	87,3	87,1	87,0	86,9	86,9	86,9
315	89,1	88,9	88,6	88,1	88,0	87,8	87,8	87,8	87,8
400	89,9	89,7	89,4	89,0	88,8	88,7	88,6	88,6	88,7
500	90,5	90,3	90,0	89,7	89,5	89,4	89,4	89,4	89,5
630	90,8	90,7	90,5	90,3	90,2	90,2	90,2	90,3	90,4
800	91,1	91,1	91,0	90,9	90,9	91,0	91,1	91,2	91,4
1000	91,6	91,7	91,7	91,7	91,8	92,0	92,2	92,3	92,5
1250	92,3	92,5	92,5	92,7	92,9	93,1	93,3	93,4	93,5
1600	92,8	93,0	93,2	93,6	93,8	94,0	94,0	94,0	94,0
2000	92,2	92,6	92,9	93,4	93,5	93,5	93,4	93,3	93,2
2500	91,0	91,4	91,9	92,2	92,1	91,9	91,7	91,5	91,4
3150	89,1	89,6	90,0	89,9	89,6	89,3	89,2	89,0	88,8
4000	85,9	86,5	86,6	86,1	85,7	85,4	85,3	85,0	84,9
5000	81,0	81,4	81,2	80,5	80,1	79,8	79,6	79,4	79,2
6300	73,2	73,4	73,0	72,2	71,8	71,5	71,2	71,0	70,8
8000	61,3	61,4	61,0	60,2	59,7	59,3	59,1	58,8	58,5
10000	46,7	46,7	46,2	45,4	44,8	44,4	44,1	43,7	43,5

4 Betriebsmodus 101,5 dB

4.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 20: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	50,7	51,4	51,8	52,0	52,3	52,6	52,9	53,0	53,2	53,2	53,4
25	56,6	57,4	57,8	58,0	58,4	58,7	58,9	59,1	59,2	59,3	59,4
31,5	61,8	62,7	63,0	63,3	63,7	64,0	64,2	64,4	64,6	64,6	64,8
40	66,3	67,2	67,6	67,9	68,2	68,6	68,8	69,0	69,2	69,2	69,4
50	70,2	71,1	71,5	71,8	72,2	72,5	72,8	73,0	73,2	73,2	73,4
63	73,5	74,5	74,9	75,2	75,6	75,9	76,2	76,4	76,6	76,6	76,8
80	76,4	77,4	77,8	78,1	78,5	78,8	79,1	79,3	79,5	79,6	79,7
100	78,5	79,5	79,9	80,2	80,6	81,0	81,3	81,5	81,6	81,7	81,9
125	79,6	80,6	81,0	81,4	81,8	82,1	82,4	82,6	82,8	82,9	83,1
160	80,4	81,4	81,8	82,2	82,6	83,0	83,3	83,5	83,7	83,7	83,9
200	81,2	82,3	82,7	83,1	83,5	83,9	84,2	84,4	84,6	84,6	84,8
250	82,4	83,4	83,9	84,2	84,7	85,1	85,4	85,6	85,7	85,8	85,9
315	83,3	84,4	84,8	85,2	85,6	86,1	86,4	86,5	86,7	86,8	86,9
400	84,0	85,1	85,5	85,9	86,3	86,8	87,1	87,3	87,4	87,5	87,6
500	84,3	85,4	85,9	86,2	86,7	87,1	87,4	87,6	87,8	87,8	88,0
630	84,4	85,6	86,0	86,3	86,8	87,2	87,5	87,7	87,9	87,9	88,1
800	84,6	85,7	86,2	86,5	86,9	87,3	87,6	87,8	88,0	88,1	88,2
1000	85,1	86,2	86,6	86,9	87,3	87,7	88,0	88,2	88,4	88,5	88,7
1250	85,7	86,8	87,2	87,5	87,9	88,3	88,6	88,8	89,0	89,1	89,3
1600	86,1	87,2	87,6	87,9	88,3	88,6	88,9	89,2	89,4	89,5	89,7
2000	85,6	86,7	87,0	87,3	87,6	88,0	88,3	88,6	88,8	88,9	89,2
2500	84,3	85,4	85,7	86,0	86,3	86,6	86,9	87,2	87,4	87,6	87,9
3150	82,4	83,5	83,8	84,0	84,3	84,6	84,9	85,2	85,4	85,6	85,9
4000	79,5	80,5	80,8	81,0	81,2	81,4	81,7	82,0	82,4	82,6	82,9
5000	74,9	76,0	76,3	76,4	76,7	76,9	77,1	77,5	77,9	78,1	78,5
6300	67,8	68,9	69,2	69,4	69,7	69,9	70,1	70,5	70,9	71,2	71,6
8000	57,2	58,4	58,8	59,0	59,3	59,5	59,8	60,2	60,6	60,8	61,2
10000	44,5	45,7	46,1	46,3	46,6	46,9	47,1	47,5	47,9	48,2	48,5

Tab. 21: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	53,5	53,6	53,7	54,1	54,2	54,4	54,5	54,3	54,2	54,1
25	59,6	59,7	59,8	60,2	60,3	60,5	60,6	60,4	60,3	60,2
31,5	64,9	65,1	65,1	65,6	65,7	65,9	66,0	65,8	65,7	65,6
40	69,6	69,7	69,8	70,2	70,4	70,6	70,7	70,5	70,4	70,3
50	73,5	73,7	73,8	74,2	74,5	74,6	74,7	74,6	74,4	74,3
63	77,0	77,1	77,2	77,7	77,9	78,1	78,2	78,0	77,9	77,8
80	79,9	80,1	80,2	80,6	80,9	81,0	81,1	81,0	80,8	80,7
100	82,1	82,2	82,3	82,8	83,1	83,2	83,3	83,1	82,9	82,8
125	83,2	83,4	83,4	83,9	84,1	84,2	84,3	84,1	83,9	83,7
160	84,1	84,2	84,3	84,7	84,8	84,9	85,0	84,7	84,5	84,3
200	84,9	85,1	85,1	85,5	85,6	85,7	85,7	85,4	85,2	85,0
250	86,1	86,2	86,2	86,7	86,7	86,8	86,7	86,4	86,2	86,0
315	87,0	87,2	87,2	87,6	87,7	87,7	87,6	87,3	87,1	86,9
400	87,8	87,9	87,9	88,3	88,4	88,5	88,4	88,1	87,9	87,7
500	88,2	88,3	88,3	88,8	89,0	89,0	89,0	88,8	88,6	88,4
630	88,3	88,4	88,5	89,0	89,3	89,4	89,5	89,3	89,1	89,1
800	88,4	88,6	88,7	89,2	89,6	89,8	89,9	89,8	89,7	89,7
1000	88,9	89,1	89,2	89,7	90,2	90,4	90,6	90,5	90,5	90,6
1250	89,5	89,7	89,8	90,3	90,9	91,2	91,4	91,4	91,5	91,7
1600	89,9	90,2	90,3	90,8	91,5	91,8	92,1	92,2	92,5	92,7
2000	89,4	89,7	89,8	90,4	91,1	91,4	91,8	92,0	92,4	92,6
2500	88,1	88,4	88,6	89,2	90,0	90,4	90,8	91,2	91,4	91,3
3150	86,2	86,5	86,8	87,4	88,3	88,8	89,2	89,5	89,4	89,1
4000	83,3	83,6	83,9	84,5	85,6	86,0	86,3	86,3	85,9	85,6
5000	78,8	79,2	79,5	80,1	81,1	81,5	81,7	81,3	80,8	80,5
6300	71,9	72,3	72,5	73,2	74,0	74,2	74,3	73,9	73,4	73,0
8000	61,5	61,9	62,1	62,7	63,5	63,7	63,7	63,3	62,7	62,3
10000	48,9	49,2	49,4	50,0	50,8	51,0	51,0	50,5	49,9	49,4

4.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 22: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,2	49,9	51,1	51,5	51,9	52,3	52,6	52,8	52,9	53,1
25	53,0	55,8	57,1	57,5	57,9	58,4	58,6	58,8	58,9	59,2
31,5	58,0	61,0	62,3	62,8	63,2	63,7	63,9	64,2	64,3	64,5
40	62,4	65,4	66,9	67,3	67,8	68,3	68,5	68,8	68,9	69,1
50	66,1	69,3	70,8	71,3	71,8	72,2	72,5	72,8	72,9	73,1
63	69,3	72,6	74,1	74,6	75,1	75,6	75,9	76,2	76,3	76,6
80	72,1	75,5	77,0	77,5	78,0	78,5	78,8	79,1	79,2	79,5
100	74,2	77,6	79,1	79,7	80,2	80,7	81,0	81,3	81,4	81,7
125	75,3	78,7	80,3	80,8	81,4	81,9	82,2	82,4	82,6	82,8
160	76,1	79,5	81,1	81,7	82,2	82,8	83,1	83,3	83,4	83,6
200	77,0	80,3	82,0	82,6	83,1	83,7	84,0	84,2	84,4	84,5
250	78,1	81,5	83,1	83,7	84,3	84,9	85,2	85,4	85,5	85,7
315	79,0	82,4	84,1	84,7	85,3	85,9	86,2	86,4	86,5	86,7
400	79,5	83,2	84,9	85,5	86,0	86,6	87,0	87,2	87,3	87,4
500	79,8	83,5	85,2	85,8	86,4	87,0	87,3	87,5	87,7	87,8
630	79,8	83,6	85,4	85,9	86,5	87,1	87,5	87,7	87,8	88,0
800	80,0	83,8	85,6	86,2	86,7	87,3	87,6	87,8	88,0	88,2
1000	80,5	84,4	86,1	86,6	87,2	87,7	88,1	88,3	88,5	88,7
1250	81,1	85,0	86,8	87,3	87,8	88,3	88,6	88,9	89,1	89,4
1600	81,6	85,5	87,3	87,8	88,3	88,8	89,1	89,4	89,6	90,0
2000	81,2	85,1	86,9	87,3	87,8	88,3	88,6	89,0	89,2	89,6
2500	80,1	84,1	85,9	86,3	86,7	87,2	87,5	87,9	88,2	88,5
3150	78,5	82,6	84,3	84,7	85,1	85,5	85,8	86,3	86,6	87,0
4000	76,1	80,2	82,0	82,3	82,6	83,0	83,3	83,8	84,2	84,7
5000	72,3	76,6	78,4	78,7	79,0	79,3	79,7	80,2	80,6	81,2
6300	66,4	70,8	72,7	73,1	73,4	73,8	74,2	74,7	75,1	75,7
8000	58,2	62,6	64,6	65,0	65,4	65,8	66,2	66,7	67,1	67,6
10000	48,8	53,2	55,2	55,6	56,0	56,4	56,9	57,4	57,8	58,3

Tab. 23: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	53,2	53,6	53,8	53,9	53,8	53,6	53,5	53,5	53,4
25	59,3	59,7	59,9	60,1	60,0	59,7	59,6	59,6	59,5
31,5	64,7	65,0	65,3	65,5	65,4	65,1	65,0	65,0	64,9
40	69,3	69,7	70,0	70,2	70,1	69,8	69,7	69,7	69,6
50	73,3	73,7	74,0	74,2	74,1	73,9	73,8	73,7	73,7
63	76,8	77,1	77,5	77,7	77,6	77,3	77,2	77,2	77,2
80	79,7	80,1	80,5	80,6	80,5	80,3	80,2	80,1	80,1
100	81,9	82,2	82,6	82,8	82,6	82,4	82,3	82,2	82,2
125	83,0	83,4	83,7	83,8	83,6	83,4	83,2	83,2	83,1
160	83,8	84,2	84,4	84,5	84,3	84,0	83,8	83,8	83,7
200	84,7	85,0	85,3	85,3	85,0	84,7	84,5	84,4	84,4
250	85,9	86,2	86,4	86,4	86,1	85,7	85,6	85,5	85,5
315	86,8	87,1	87,3	87,3	87,0	86,6	86,5	86,4	86,4
400	87,6	87,9	88,1	88,1	87,8	87,5	87,3	87,2	87,2
500	88,0	88,3	88,7	88,7	88,5	88,2	88,1	88,0	88,1
630	88,2	88,6	89,0	89,2	89,0	88,8	88,8	88,8	88,9
800	88,4	88,8	89,4	89,6	89,6	89,5	89,5	89,6	89,8
1000	88,9	89,4	90,0	90,3	90,3	90,3	90,5	90,7	90,9
1250	89,7	90,1	90,8	91,2	91,3	91,4	91,7	91,9	92,1
1600	90,2	90,7	91,5	91,9	92,1	92,5	92,8	92,9	93,0
2000	89,9	90,4	91,3	91,7	92,1	92,6	92,7	92,6	92,6
2500	88,9	89,4	90,4	91,0	91,5	91,7	91,6	91,4	91,2
3150	87,4	88,0	89,1	89,7	90,2	90,0	89,6	89,4	89,2
4000	85,1	85,7	87,0	87,5	87,6	87,1	86,7	86,5	86,3
5000	81,6	82,3	83,4	83,8	83,6	83,0	82,6	82,3	82,1
6300	76,1	76,8	77,8	78,0	77,6	77,0	76,5	76,2	76,0
8000	68,1	68,7	69,6	69,7	69,3	68,6	68,1	67,8	67,6
10000	58,7	59,3	60,2	60,3	59,9	59,1	58,6	58,2	57,9

4.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 24: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,8	50,4	51,3	51,7	52,1	52,5	52,8	52,9	53,1	53,3
25	53,5	56,3	57,3	57,7	58,2	58,6	58,8	59,0	59,2	59,4
31,5	58,6	61,5	62,5	63,0	63,5	63,9	64,1	64,3	64,5	64,7
40	63,0	66,0	67,1	67,5	68,1	68,5	68,7	68,9	69,1	69,4
50	66,7	69,9	71,0	71,5	72,0	72,5	72,7	72,9	73,1	73,4
63	70,0	73,2	74,4	74,9	75,4	75,8	76,1	76,3	76,5	76,8
80	72,8	76,1	77,2	77,7	78,3	78,8	79,0	79,2	79,5	79,7
100	74,8	78,2	79,4	79,9	80,5	80,9	81,2	81,4	81,6	81,9
125	75,9	79,3	80,5	81,0	81,6	82,1	82,4	82,6	82,8	83,0
160	76,8	80,1	81,3	81,9	82,5	83,0	83,3	83,4	83,6	83,9
200	77,6	80,9	82,2	82,8	83,4	83,9	84,2	84,4	84,5	84,7
250	78,7	82,1	83,4	83,9	84,6	85,1	85,4	85,5	85,7	85,9
315	79,6	83,0	84,3	84,9	85,5	86,1	86,4	86,5	86,7	86,9
400	80,2	83,8	85,1	85,6	86,3	86,8	87,1	87,3	87,4	87,6
500	80,4	84,1	85,4	86,0	86,6	87,2	87,5	87,6	87,8	88,0
630	80,5	84,2	85,6	86,1	86,7	87,3	87,6	87,7	87,9	88,2
800	80,7	84,4	85,8	86,3	86,9	87,4	87,7	87,9	88,1	88,4
1000	81,2	85,0	86,3	86,8	87,4	87,9	88,2	88,4	88,6	88,9
1250	81,8	85,6	86,9	87,4	88,0	88,5	88,8	89,0	89,2	89,5
1600	82,2	86,1	87,4	87,9	88,4	88,9	89,2	89,5	89,8	90,1
2000	81,7	85,7	86,9	87,4	87,9	88,4	88,7	89,0	89,3	89,7
2500	80,6	84,6	85,8	86,2	86,7	87,1	87,5	87,8	88,2	88,6
3150	78,9	83,0	84,2	84,5	85,0	85,4	85,7	86,1	86,5	86,9
4000	76,3	80,4	81,6	81,9	82,3	82,6	83,1	83,5	83,9	84,4
5000	72,2	76,5	77,7	78,0	78,4	78,7	79,2	79,6	80,1	80,7
6300	66,0	70,4	71,7	72,0	72,4	72,7	73,2	73,7	74,2	74,7
8000	57,1	61,5	62,9	63,2	63,7	64,0	64,5	65,0	65,5	66,0
10000	46,7	51,1	52,5	52,9	53,3	53,7	54,2	54,7	55,2	55,7

Tab. 25: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	53,4	53,8	54,0	54,1	53,9	53,7	53,6	53,6	53,6
25	59,5	59,9	60,1	60,2	60,0	59,8	59,7	59,7	59,7
31,5	64,8	65,3	65,5	65,6	65,4	65,2	65,1	65,1	65,1
40	69,5	70,0	70,2	70,3	70,1	69,9	69,8	69,8	69,8
50	73,5	74,0	74,3	74,4	74,2	74,0	73,9	73,8	73,8
63	76,9	77,4	77,7	77,8	77,6	77,5	77,3	77,3	77,3
80	79,9	80,4	80,7	80,8	80,6	80,4	80,3	80,2	80,2
100	82,0	82,5	82,8	82,9	82,7	82,5	82,4	82,3	82,3
125	83,2	83,7	83,9	83,9	83,6	83,4	83,3	83,3	83,3
160	84,0	84,5	84,6	84,6	84,3	84,0	83,9	83,9	83,9
200	84,8	85,3	85,4	85,4	85,0	84,7	84,6	84,6	84,5
250	86,0	86,4	86,5	86,4	86,0	85,8	85,7	85,6	85,6
315	86,9	87,4	87,4	87,3	86,9	86,6	86,6	86,5	86,4
400	87,7	88,2	88,2	88,1	87,7	87,5	87,4	87,3	87,3
500	88,1	88,6	88,8	88,8	88,4	88,2	88,2	88,1	88,1
630	88,3	88,9	89,2	89,3	89,0	88,9	88,9	88,9	89,0
800	88,5	89,1	89,5	89,7	89,6	89,5	89,7	89,8	89,9
1000	89,0	89,7	90,2	90,4	90,4	90,5	90,7	90,8	91,0
1250	89,7	90,4	91,0	91,3	91,4	91,6	91,8	92,0	92,2
1600	90,3	91,0	91,7	92,1	92,3	92,7	92,9	92,9	93,0
2000	89,9	90,7	91,4	91,9	92,3	92,6	92,6	92,6	92,5
2500	88,9	89,7	90,5	91,1	91,6	91,6	91,4	91,2	91,0
3150	87,3	88,2	89,2	89,7	89,9	89,6	89,3	89,1	88,9
4000	84,8	85,7	86,8	87,3	87,0	86,5	86,2	86,0	85,8
5000	81,1	82,0	83,0	83,2	82,6	82,1	81,8	81,5	81,3
6300	75,1	76,0	76,8	76,8	76,2	75,7	75,3	75,0	74,8
8000	66,4	67,2	67,9	67,9	67,2	66,6	66,2	65,9	65,6
10000	56,0	56,8	57,5	57,5	56,7	56,0	55,6	55,2	54,9

4.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 26: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,2	50,6	51,5	51,9	52,4	52,7	52,9	53,1	53,3	53,4
25	54,1	56,6	57,5	57,9	58,4	58,8	59,0	59,1	59,3	59,5
31,5	59,1	61,8	62,8	63,2	63,7	64,1	64,3	64,5	64,7	64,9
40	63,5	66,3	67,3	67,7	68,3	68,7	68,9	69,1	69,3	69,5
50	67,3	70,2	71,2	71,7	72,2	72,7	72,9	73,1	73,3	73,5
63	70,5	73,5	74,6	75,1	75,6	76,1	76,3	76,5	76,7	76,9
80	73,3	76,4	77,5	77,9	78,5	79,0	79,2	79,4	79,6	79,9
100	75,4	78,5	79,6	80,1	80,7	81,1	81,4	81,6	81,8	82,0
125	76,5	79,6	80,7	81,2	81,8	82,3	82,6	82,7	83,0	83,2
160	77,3	80,4	81,5	82,1	82,7	83,2	83,4	83,6	83,8	84,0
200	78,2	81,3	82,4	83,0	83,6	84,1	84,3	84,5	84,7	84,9
250	79,3	82,4	83,6	84,1	84,8	85,3	85,5	85,7	85,9	86,0
315	80,2	83,4	84,5	85,1	85,7	86,3	86,5	86,6	86,8	87,0
400	80,8	84,1	85,2	85,8	86,5	87,0	87,2	87,4	87,6	87,8
500	81,0	84,4	85,6	86,2	86,8	87,4	87,6	87,7	87,9	88,2
630	81,1	84,5	85,7	86,3	86,9	87,5	87,7	87,8	88,1	88,3
800	81,3	84,7	85,9	86,5	87,1	87,6	87,8	88,0	88,3	88,5
1000	81,7	85,2	86,4	86,9	87,5	88,0	88,3	88,4	88,7	89,0
1250	82,3	85,9	87,0	87,5	88,1	88,6	88,8	89,1	89,3	89,6
1600	82,7	86,3	87,5	87,9	88,5	89,0	89,3	89,5	89,8	90,1
2000	82,2	85,8	87,0	87,4	87,9	88,4	88,7	89,0	89,3	89,7
2500	81,0	84,7	85,8	86,2	86,7	87,1	87,5	87,8	88,1	88,5
3150	79,2	83,0	84,0	84,3	84,8	85,2	85,6	86,0	86,4	86,8
4000	76,4	80,2	81,3	81,5	81,9	82,3	82,7	83,2	83,6	84,1
5000	72,1	76,0	77,1	77,4	77,8	78,1	78,6	79,0	79,6	80,1
6300	65,5	69,5	70,6	70,9	71,3	71,7	72,2	72,7	73,2	73,7
8000	55,8	59,9	61,1	61,5	61,9	62,3	62,8	63,3	63,8	64,3
10000	44,4	48,5	49,7	50,1	50,6	51,0	51,5	52,0	52,5	52,9

Tab. 27: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	53,6	54,0	54,2	54,2	54,0	53,8	53,8	53,7	53,7
25	59,7	60,1	60,3	60,3	60,1	59,9	59,9	59,8	59,8
31,5	65,1	65,5	65,7	65,7	65,5	65,3	65,3	65,2	65,2
40	69,7	70,2	70,4	70,4	70,2	70,0	70,0	69,9	69,9
50	73,7	74,2	74,5	74,4	74,2	74,1	74,0	74,0	73,9
63	77,2	77,7	77,9	77,9	77,7	77,5	77,5	77,4	77,4
80	80,1	80,7	80,9	80,9	80,6	80,5	80,4	80,4	80,3
100	82,3	82,8	83,0	83,0	82,7	82,6	82,5	82,5	82,4
125	83,4	83,9	84,1	84,0	83,7	83,5	83,4	83,4	83,4
160	84,2	84,7	84,8	84,6	84,3	84,1	84,0	84,0	84,0
200	85,1	85,5	85,6	85,3	85,0	84,8	84,7	84,7	84,6
250	86,2	86,6	86,6	86,4	86,0	85,8	85,7	85,7	85,7
315	87,1	87,5	87,5	87,3	86,9	86,7	86,6	86,6	86,5
400	87,9	88,3	88,3	88,1	87,7	87,6	87,5	87,4	87,4
500	88,3	88,8	88,9	88,7	88,4	88,3	88,2	88,2	88,2
630	88,5	89,1	89,3	89,3	89,0	89,0	89,0	89,0	89,1
800	88,7	89,4	89,7	89,8	89,6	89,7	89,8	89,9	90,0
1000	89,2	90,0	90,4	90,5	90,5	90,6	90,8	91,0	91,1
1250	89,9	90,7	91,2	91,4	91,5	91,7	92,0	92,1	92,2
1600	90,5	91,3	91,8	92,1	92,5	92,8	92,9	93,0	93,0
2000	90,0	91,0	91,5	92,0	92,5	92,6	92,6	92,5	92,4
2500	88,9	89,9	90,6	91,2	91,5	91,4	91,2	91,0	90,8
3150	87,2	88,4	89,2	89,7	89,6	89,3	89,0	88,8	88,6
4000	84,6	85,8	86,6	86,9	86,4	86,0	85,7	85,5	85,3
5000	80,6	81,8	82,4	82,3	81,7	81,3	81,0	80,8	80,6
6300	74,2	75,3	75,7	75,5	74,8	74,4	74,1	73,8	73,6
8000	64,7	65,7	66,1	65,9	65,1	64,6	64,2	63,9	63,7
10000	53,4	54,4	54,7	54,4	53,6	53,0	52,6	52,3	52,0

4.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 28: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 29: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 30: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 31: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 32: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 33: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 34: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,3	51,2	51,9	52,3	52,8	53,1	53,3	53,5	53,7	53,8
25	55,1	57,2	58,0	58,4	58,9	59,1	59,4	59,5	59,7	59,9
31,5	60,2	62,5	63,2	63,6	64,2	64,4	64,7	64,9	65,1	65,2
40	64,6	67,0	67,8	68,2	68,8	69,1	69,3	69,5	69,7	69,9
50	68,4	70,9	71,7	72,2	72,7	73,0	73,3	73,5	73,7	73,9
63	71,7	74,2	75,1	75,5	76,1	76,4	76,7	76,9	77,2	77,3
80	74,5	77,1	78,0	78,4	79,0	79,3	79,6	79,8	80,1	80,3
100	76,6	79,2	80,1	80,6	81,2	81,5	81,8	82,0	82,2	82,4
125	77,7	80,3	81,2	81,7	82,3	82,7	82,9	83,1	83,4	83,6
160	78,5	81,1	82,0	82,6	83,2	83,5	83,8	84,0	84,2	84,4
200	79,3	81,9	82,9	83,5	84,1	84,5	84,7	84,8	85,1	85,2
250	80,4	83,1	84,0	84,6	85,2	85,6	85,9	86,0	86,2	86,3
315	81,3	84,0	84,9	85,6	86,2	86,6	86,8	86,9	87,1	87,3
400	81,9	84,7	85,7	86,3	86,9	87,3	87,5	87,7	87,9	88,0
500	82,1	85,0	86,0	86,6	87,2	87,6	87,9	88,0	88,2	88,4
630	82,2	85,1	86,1	86,7	87,3	87,7	87,9	88,1	88,4	88,6
800	82,4	85,3	86,2	86,8	87,4	87,8	88,1	88,2	88,5	88,7
1000	82,8	85,8	86,7	87,2	87,8	88,2	88,5	88,7	88,9	89,2
1250	83,4	86,3	87,2	87,7	88,3	88,7	89,0	89,2	89,5	89,8
1600	83,7	86,7	87,6	88,1	88,6	89,0	89,4	89,6	90,0	90,2
2000	83,1	86,1	87,0	87,4	88,0	88,3	88,7	89,0	89,4	89,7
2500	81,7	84,8	85,6	86,0	86,5	86,9	87,3	87,6	88,0	88,4
3150	79,7	82,7	83,5	83,9	84,3	84,7	85,2	85,5	86,0	86,4
4000	76,4	79,5	80,3	80,6	81,0	81,3	81,9	82,3	82,8	83,3
5000	71,5	74,7	75,4	75,7	76,1	76,5	77,0	77,5	78,1	78,5
6300	63,7	67,0	67,9	68,2	68,6	69,0	69,6	70,0	70,6	71,1
8000	52,3	55,7	56,6	56,9	57,4	57,8	58,4	58,8	59,4	59,8
10000	38,4	41,7	42,6	43,0	43,5	43,9	44,5	45,0	45,5	45,9

Tab. 35: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	54,3	54,5	54,6	54,4	54,2	54,1	54,1	54,0	54,0
25	60,4	60,6	60,7	60,5	60,3	60,2	60,2	60,1	60,1
31,5	65,7	66,0	66,1	65,9	65,7	65,6	65,6	65,5	65,5
40	70,4	70,7	70,8	70,6	70,4	70,3	70,3	70,2	70,2
50	74,4	74,8	74,9	74,6	74,5	74,4	74,3	74,3	74,3
63	77,9	78,2	78,3	78,1	77,9	77,8	77,8	77,7	77,7
80	80,8	81,2	81,3	81,0	80,9	80,8	80,7	80,7	80,7
100	83,0	83,3	83,4	83,1	83,0	82,9	82,8	82,8	82,8
125	84,1	84,3	84,4	84,1	83,9	83,8	83,8	83,7	83,7
160	84,9	85,0	85,1	84,7	84,5	84,4	84,3	84,3	84,3
200	85,7	85,8	85,8	85,4	85,1	85,0	85,0	85,0	85,0
250	86,8	86,9	86,9	86,4	86,2	86,0	86,0	86,0	86,0
315	87,7	87,8	87,7	87,3	87,0	86,9	86,9	86,8	86,8
400	88,5	88,5	88,5	88,1	87,8	87,7	87,7	87,7	87,7
500	88,9	89,1	89,1	88,7	88,5	88,4	88,5	88,5	88,5
630	89,1	89,4	89,6	89,3	89,2	89,2	89,2	89,3	89,4
800	89,3	89,8	90,0	89,8	89,8	89,9	90,1	90,2	90,4
1000	89,8	90,4	90,7	90,6	90,7	90,9	91,1	91,3	91,4
1250	90,4	91,1	91,5	91,6	91,8	92,0	92,2	92,3	92,4
1600	90,9	91,7	92,1	92,4	92,7	92,9	93,0	93,0	92,9
2000	90,4	91,3	91,8	92,3	92,5	92,5	92,4	92,2	92,1
2500	89,2	90,1	90,7	91,2	91,2	91,0	90,8	90,5	90,4
3150	87,2	88,4	89,0	89,1	88,8	88,5	88,3	88,1	87,9
4000	84,2	85,4	85,8	85,5	85,0	84,7	84,5	84,3	84,1
5000	79,5	80,5	80,8	80,2	79,6	79,3	79,1	78,8	78,7
6300	71,9	72,8	72,9	72,2	71,6	71,3	71,0	70,7	70,6
8000	60,6	61,4	61,4	60,7	60,1	59,7	59,3	59,0	58,8
10000	46,7	47,5	47,5	46,6	46,0	45,5	45,1	44,8	44,6

4.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 36: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,5	51,4	52,0	52,5	52,9	53,2	53,4	53,6	53,8	53,9
25	55,3	57,4	58,0	58,5	59,0	59,2	59,5	59,6	59,9	60,0
31,5	60,4	62,6	63,3	63,8	64,3	64,6	64,8	65,0	65,2	65,4
40	64,9	67,1	67,9	68,3	68,9	69,2	69,4	69,6	69,9	70,0
50	68,7	71,0	71,8	72,3	72,8	73,1	73,4	73,6	73,9	74,0
63	72,0	74,4	75,2	75,7	76,2	76,5	76,8	77,0	77,3	77,5
80	74,8	77,2	78,0	78,6	79,1	79,4	79,7	79,9	80,2	80,4
100	76,8	79,4	80,2	80,7	81,3	81,6	81,9	82,1	82,4	82,5
125	77,9	80,4	81,3	81,9	82,4	82,8	83,0	83,2	83,5	83,7
160	78,7	81,2	82,1	82,7	83,3	83,6	83,9	84,1	84,3	84,5
200	79,5	82,1	83,0	83,6	84,2	84,6	84,8	84,9	85,2	85,3
250	80,7	83,2	84,1	84,7	85,3	85,7	85,9	86,1	86,3	86,4
315	81,5	84,1	85,1	85,7	86,3	86,7	86,9	87,0	87,2	87,3
400	82,1	84,8	85,7	86,3	87,0	87,4	87,6	87,7	88,0	88,1
500	82,4	85,2	86,1	86,7	87,3	87,7	87,9	88,1	88,3	88,5
630	82,4	85,3	86,1	86,7	87,4	87,8	88,0	88,2	88,4	88,6
800	82,6	85,4	86,3	86,9	87,5	87,9	88,1	88,3	88,6	88,8
1000	83,0	85,9	86,7	87,3	87,9	88,2	88,5	88,7	89,0	89,2
1250	83,6	86,4	87,3	87,8	88,4	88,7	89,0	89,3	89,6	89,8
1600	83,9	86,8	87,6	88,1	88,7	89,0	89,4	89,6	90,0	90,3
2000	83,3	86,2	86,9	87,4	87,9	88,3	88,7	89,0	89,4	89,7
2500	81,8	84,8	85,5	85,9	86,4	86,8	87,2	87,5	88,0	88,3
3150	79,7	82,7	83,3	83,7	84,2	84,6	85,0	85,4	85,9	86,3
4000	76,3	79,3	80,0	80,3	80,7	81,1	81,6	82,0	82,6	83,0
5000	71,2	74,3	74,9	75,2	75,6	76,0	76,6	77,0	77,6	78,1
6300	63,1	66,3	67,0	67,4	67,7	68,2	68,8	69,3	69,8	70,3
8000	51,2	54,4	55,2	55,6	56,0	56,5	57,1	57,5	58,1	58,5
10000	36,5	39,7	40,5	40,9	41,4	41,9	42,4	42,9	43,4	43,9

Tab. 37: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	54,4	54,6	54,7	54,4	54,3	54,2	54,2	54,1	54,1
25	60,5	60,7	60,8	60,6	60,4	60,3	60,3	60,2	60,2
31,5	65,9	66,1	66,2	66,0	65,8	65,7	65,7	65,6	65,6
40	70,6	70,8	70,9	70,7	70,5	70,4	70,3	70,3	70,3
50	74,6	74,9	74,9	74,7	74,5	74,5	74,4	74,4	74,4
63	78,0	78,3	78,4	78,2	78,0	77,9	77,9	77,8	77,8
80	81,0	81,3	81,3	81,1	80,9	80,9	80,8	80,8	80,8
100	83,1	83,4	83,4	83,2	83,0	82,9	82,9	82,9	82,9
125	84,2	84,4	84,4	84,1	84,0	83,9	83,8	83,8	83,8
160	85,0	85,1	85,1	84,7	84,5	84,5	84,4	84,4	84,4
200	85,8	85,9	85,8	85,4	85,2	85,1	85,1	85,0	85,0
250	86,9	87,0	86,9	86,4	86,2	86,1	86,1	86,0	86,0
315	87,8	87,8	87,7	87,3	87,1	87,0	86,9	86,9	86,9
400	88,5	88,6	88,5	88,1	87,9	87,8	87,7	87,7	87,7
500	89,0	89,2	89,1	88,7	88,6	88,5	88,5	88,5	88,6
630	89,2	89,5	89,6	89,3	89,2	89,2	89,3	89,4	89,5
800	89,4	89,9	90,0	89,8	89,9	90,0	90,1	90,3	90,4
1000	89,9	90,5	90,7	90,6	90,8	91,0	91,2	91,3	91,5
1250	90,6	91,2	91,5	91,6	91,9	92,1	92,2	92,4	92,4
1600	91,1	91,8	92,1	92,5	92,8	92,9	93,0	93,0	92,9
2000	90,6	91,3	91,8	92,3	92,5	92,4	92,3	92,2	92,1
2500	89,3	90,1	90,7	91,2	91,0	90,8	90,6	90,4	90,3
3150	87,3	88,3	88,9	88,9	88,5	88,3	88,0	87,9	87,7
4000	84,1	85,1	85,5	85,1	84,7	84,4	84,1	83,9	83,8
5000	79,2	80,1	80,2	79,5	79,1	78,7	78,5	78,3	78,1
6300	71,3	72,0	71,9	71,2	70,7	70,4	70,1	69,9	69,7
8000	59,5	60,1	60,0	59,2	58,6	58,2	57,9	57,7	57,4
10000	44,8	45,4	45,2	44,4	43,8	43,3	42,9	42,6	42,4

5 Betriebsmodus 100,5 dB

5.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 38: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	50,6	51,0	51,3	51,6	51,9	52,1	52,4	52,5	52,7	52,7	52,9
25	56,5	57,0	57,2	57,6	57,9	58,1	58,4	58,5	58,7	58,8	58,9
31,5	61,7	62,2	62,5	62,8	63,1	63,4	63,7	63,8	64,0	64,1	64,2
40	66,2	66,7	67,0	67,3	67,7	67,9	68,2	68,4	68,6	68,7	68,8
50	70,1	70,6	70,9	71,2	71,6	71,9	72,2	72,3	72,5	72,6	72,8
63	73,4	73,9	74,2	74,6	75,0	75,2	75,5	75,7	75,9	76,0	76,1
80	76,3	76,8	77,1	77,5	77,9	78,1	78,4	78,6	78,8	78,9	79,0
100	78,4	78,9	79,2	79,6	80,0	80,2	80,6	80,7	80,9	81,0	81,2
125	79,5	80,0	80,3	80,8	81,2	81,4	81,7	81,9	82,1	82,2	82,3
160	80,3	80,8	81,2	81,6	82,0	82,2	82,6	82,8	83,0	83,0	83,2
200	81,1	81,7	82,0	82,5	82,9	83,1	83,5	83,7	83,9	83,9	84,0
250	82,3	82,8	83,2	83,7	84,1	84,3	84,7	84,8	85,0	85,0	85,2
315	83,2	83,8	84,1	84,6	85,0	85,3	85,7	85,8	86,0	86,0	86,1
400	83,9	84,4	84,8	85,3	85,7	86,0	86,4	86,5	86,7	86,7	86,8
500	84,2	84,8	85,1	85,6	86,0	86,3	86,7	86,8	87,0	87,0	87,2
630	84,3	84,9	85,2	85,6	86,1	86,3	86,7	86,9	87,1	87,1	87,3
800	84,5	85,0	85,3	85,8	86,2	86,4	86,8	87,0	87,2	87,2	87,4
1000	85,0	85,5	85,8	86,2	86,6	86,8	87,2	87,4	87,6	87,7	87,9
1250	85,6	86,1	86,4	86,8	87,1	87,3	87,7	87,9	88,1	88,3	88,5
1600	86,0	86,5	86,8	87,1	87,5	87,6	88,1	88,3	88,5	88,7	88,9
2000	85,4	85,9	86,2	86,5	86,9	87,0	87,5	87,7	87,9	88,1	88,3
2500	84,2	84,6	84,8	85,1	85,5	85,6	86,1	86,3	86,6	86,8	87,0
3150	82,3	82,7	82,9	83,1	83,4	83,5	84,0	84,3	84,6	84,8	85,1
4000	79,3	79,7	79,8	80,1	80,3	80,4	80,9	81,2	81,5	81,8	82,1
5000	74,7	75,2	75,3	75,5	75,7	75,8	76,3	76,6	77,0	77,3	77,7
6300	67,6	68,1	68,2	68,5	68,7	68,8	69,3	69,6	70,1	70,3	70,7
8000	57,0	57,6	57,8	58,0	58,3	58,4	58,9	59,3	59,7	60,0	60,3
10000	44,3	44,8	45,0	45,3	45,6	45,7	46,2	46,6	47,0	47,3	47,6

Tab. 39: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	53,2	53,5	53,6	54,0	53,9	53,8	53,7	53,5	53,4	53,3
25	59,2	59,6	59,7	60,0	60,0	59,9	59,7	59,5	59,5	59,4
31,5	64,5	64,9	65,1	65,4	65,3	65,2	65,1	64,9	64,8	64,7
40	69,2	69,5	69,7	70,1	70,0	69,9	69,8	69,6	69,5	69,4
50	73,1	73,5	73,7	74,1	74,0	73,9	73,8	73,6	73,5	73,4
63	76,5	76,9	77,2	77,5	77,4	77,3	77,2	77,0	76,9	76,8
80	79,4	79,8	80,1	80,4	80,4	80,3	80,1	79,9	79,8	79,7
100	81,6	81,9	82,3	82,6	82,5	82,4	82,2	82,0	81,9	81,8
125	82,7	83,1	83,4	83,6	83,5	83,4	83,2	82,9	82,8	82,8
160	83,5	83,9	84,1	84,4	84,2	84,0	83,8	83,5	83,4	83,4
200	84,4	84,7	85,0	85,2	85,0	84,8	84,5	84,2	84,1	84,0
250	85,5	85,9	86,1	86,3	86,0	85,8	85,5	85,3	85,1	85,1
315	86,5	86,8	87,0	87,2	86,9	86,7	86,4	86,1	86,0	85,9
400	87,2	87,5	87,8	87,9	87,7	87,5	87,2	86,9	86,8	86,8
500	87,5	87,9	88,2	88,4	88,3	88,1	87,8	87,6	87,5	87,5
630	87,6	88,0	88,4	88,7	88,6	88,5	88,3	88,2	88,1	88,1
800	87,8	88,2	88,7	89,0	89,0	88,9	88,8	88,7	88,8	88,8
1000	88,2	88,6	89,2	89,6	89,6	89,6	89,5	89,5	89,6	89,8
1250	88,9	89,3	89,9	90,3	90,4	90,4	90,4	90,5	90,7	90,9
1600	89,3	89,8	90,4	90,9	91,0	91,0	91,2	91,5	91,7	91,8
2000	88,8	89,2	89,9	90,5	90,6	90,7	91,1	91,4	91,5	91,5
2500	87,5	88,0	88,8	89,4	89,6	89,8	90,2	90,3	90,2	90,0
3150	85,6	86,1	87,0	87,7	87,9	88,2	88,4	88,2	87,9	87,7
4000	82,7	83,2	84,2	84,9	85,1	85,2	85,2	84,7	84,4	84,2
5000	78,2	78,8	79,8	80,4	80,5	80,5	80,2	79,6	79,3	79,1
6300	71,3	71,8	72,7	73,3	73,3	73,1	72,7	72,2	71,9	71,6
8000	60,9	61,4	62,3	62,7	62,7	62,6	62,1	61,5	61,1	60,8
10000	48,2	48,7	49,6	50,0	50,0	49,8	49,3	48,6	48,2	47,9

5.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 40: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,2	49,8	50,6	51,0	51,5	51,8	52,1	52,3	52,4	52,7
25	53,0	55,7	56,6	57,0	57,5	57,8	58,1	58,3	58,4	58,8
31,5	58,0	60,9	61,8	62,3	62,7	63,1	63,4	63,6	63,7	64,1
40	62,4	65,4	66,3	66,8	67,3	67,6	67,9	68,2	68,3	68,7
50	66,1	69,3	70,2	70,7	71,2	71,6	71,9	72,1	72,3	72,7
63	69,3	72,6	73,5	74,0	74,6	74,9	75,3	75,5	75,7	76,1
80	72,1	75,4	76,4	76,9	77,4	77,8	78,1	78,4	78,6	79,0
100	74,2	77,5	78,5	79,1	79,6	80,0	80,3	80,6	80,7	81,1
125	75,3	78,6	79,7	80,2	80,8	81,1	81,5	81,7	81,9	82,3
160	76,1	79,4	80,5	81,0	81,6	82,0	82,4	82,6	82,7	83,1
200	77,0	80,3	81,4	81,9	82,6	82,9	83,3	83,5	83,6	84,0
250	78,1	81,4	82,5	83,1	83,7	84,1	84,5	84,7	84,8	85,2
315	79,0	82,4	83,5	84,1	84,7	85,1	85,5	85,6	85,7	86,1
400	79,5	83,1	84,2	84,8	85,4	85,9	86,2	86,4	86,5	86,9
500	79,8	83,4	84,6	85,1	85,8	86,2	86,5	86,7	86,8	87,3
630	79,8	83,5	84,7	85,2	85,9	86,3	86,6	86,8	87,0	87,4
800	80,0	83,8	84,9	85,4	86,0	86,4	86,8	87,0	87,1	87,6
1000	80,5	84,3	85,4	85,9	86,5	86,9	87,2	87,5	87,6	88,1
1250	81,1	84,9	86,0	86,5	87,1	87,4	87,8	88,1	88,3	88,8
1600	81,6	85,5	86,5	87,0	87,5	87,8	88,3	88,6	88,8	89,3
2000	81,2	85,1	86,1	86,6	87,0	87,3	87,8	88,2	88,4	88,9
2500	80,1	84,0	85,0	85,4	85,9	86,2	86,7	87,1	87,3	87,9
3150	78,5	82,5	83,5	83,8	84,2	84,5	85,0	85,4	85,8	86,4
4000	76,1	80,1	81,1	81,4	81,7	82,0	82,5	83,0	83,4	84,0
5000	72,3	76,4	77,5	77,7	78,1	78,3	78,9	79,4	79,8	80,5
6300	66,4	70,7	71,8	72,1	72,5	72,7	73,3	73,9	74,3	75,0
8000	58,2	62,5	63,7	64,0	64,4	64,7	65,3	65,8	66,2	66,9
10000	48,8	53,1	54,3	54,7	55,1	55,4	56,0	56,5	56,9	57,6

Tab. 41: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	53,1	53,4	53,4	53,3	53,0	52,9	52,8	52,8	52,8
25	59,2	59,5	59,5	59,3	59,1	59,0	58,9	58,9	58,8
31,5	64,5	64,8	64,8	64,7	64,4	64,3	64,3	64,2	64,2
40	69,1	69,5	69,5	69,3	69,1	69,0	68,9	68,9	68,9
50	73,1	73,5	73,5	73,4	73,1	73,0	72,9	72,9	72,9
63	76,5	77,0	76,9	76,8	76,5	76,4	76,4	76,3	76,3
80	79,5	79,9	79,9	79,7	79,4	79,4	79,3	79,3	79,2
100	81,6	82,0	82,0	81,8	81,5	81,4	81,4	81,3	81,3
125	82,8	83,1	83,0	82,8	82,5	82,4	82,3	82,3	82,2
160	83,6	83,9	83,7	83,4	83,1	83,0	82,9	82,9	82,8
200	84,4	84,7	84,5	84,2	83,8	83,6	83,6	83,5	83,5
250	85,6	85,8	85,6	85,2	84,9	84,7	84,6	84,6	84,6
315	86,5	86,8	86,5	86,1	85,8	85,6	85,5	85,5	85,5
400	87,3	87,6	87,3	86,9	86,6	86,4	86,3	86,3	86,3
500	87,7	88,1	87,9	87,6	87,3	87,2	87,1	87,1	87,2
630	87,9	88,4	88,3	88,1	87,9	87,8	87,9	87,9	88,0
800	88,1	88,7	88,7	88,6	88,5	88,5	88,6	88,8	89,0
1000	88,7	89,3	89,4	89,3	89,3	89,5	89,7	89,9	90,1
1250	89,4	90,1	90,2	90,3	90,4	90,6	90,9	91,1	91,2
1600	90,0	90,7	90,9	91,1	91,4	91,7	91,9	91,9	91,9
2000	89,6	90,5	90,7	91,0	91,5	91,6	91,6	91,5	91,4
2500	88,6	89,6	89,9	90,3	90,6	90,5	90,3	90,1	90,0
3150	87,2	88,3	88,7	89,0	88,9	88,6	88,4	88,2	88,0
4000	84,9	86,1	86,5	86,6	86,1	85,7	85,4	85,2	85,0
5000	81,4	82,5	82,8	82,6	81,9	81,5	81,3	81,0	80,8
6300	75,9	76,9	77,0	76,6	75,9	75,5	75,2	74,9	74,7
8000	67,8	68,7	68,7	68,4	67,6	67,1	66,8	66,5	66,2
10000	58,4	59,3	59,3	58,9	58,1	57,5	57,1	56,8	56,5

5.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 42: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,8	50,3	50,8	51,2	51,7	52,0	52,3	52,4	52,6	53,1
25	53,5	56,3	56,8	57,2	57,7	58,0	58,3	58,5	58,6	59,1
31,5	58,6	61,5	62,0	62,5	62,9	63,3	63,6	63,7	63,9	64,4
40	63,0	66,0	66,5	67,0	67,5	67,9	68,1	68,3	68,5	69,0
50	66,7	69,8	70,4	70,9	71,4	71,8	72,1	72,3	72,5	73,0
63	70,0	73,2	73,8	74,3	74,8	75,2	75,5	75,7	75,9	76,4
80	72,8	76,0	76,6	77,1	77,7	78,0	78,4	78,6	78,8	79,3
100	74,8	78,1	78,8	79,3	79,8	80,2	80,5	80,7	80,9	81,5
125	75,9	79,2	79,9	80,4	81,0	81,4	81,7	81,9	82,1	82,6
160	76,8	80,0	80,7	81,3	81,8	82,2	82,5	82,7	82,9	83,4
200	77,6	80,9	81,6	82,2	82,8	83,2	83,5	83,7	83,8	84,3
250	78,7	82,0	82,7	83,3	83,9	84,4	84,6	84,8	85,0	85,4
315	79,6	83,0	83,7	84,3	84,9	85,3	85,6	85,8	85,9	86,4
400	80,2	83,7	84,4	85,0	85,6	86,1	86,3	86,5	86,6	87,1
500	80,4	84,0	84,7	85,3	85,9	86,4	86,7	86,8	87,0	87,5
630	80,5	84,1	84,8	85,4	86,0	86,5	86,7	86,9	87,1	87,6
800	80,7	84,4	85,0	85,6	86,2	86,6	86,9	87,1	87,3	87,8
1000	81,2	84,9	85,5	86,0	86,6	87,0	87,3	87,6	87,8	88,3
1250	81,8	85,5	86,2	86,6	87,2	87,6	87,9	88,2	88,4	89,0
1600	82,2	86,0	86,6	87,1	87,6	88,0	88,4	88,7	88,9	89,5
2000	81,7	85,6	86,2	86,6	87,0	87,5	87,9	88,2	88,5	89,1
2500	80,6	84,5	85,0	85,4	85,8	86,2	86,7	87,0	87,3	88,0
3150	78,9	82,9	83,4	83,7	84,0	84,4	84,9	85,3	85,7	86,4
4000	76,3	80,3	80,8	81,0	81,3	81,7	82,2	82,7	83,1	83,9
5000	72,2	76,4	76,9	77,1	77,4	77,8	78,3	78,8	79,3	80,1
6300	66,0	70,2	70,8	71,1	71,4	71,8	72,4	72,9	73,4	74,2
8000	57,1	61,3	61,9	62,3	62,6	63,1	63,6	64,1	64,6	65,4
10000	46,7	51,0	51,6	51,9	52,3	52,7	53,3	53,8	54,3	55,0

Tab. 43: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmittenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	53,3	53,6	53,5	53,3	53,1	53,0	52,9	52,9	52,9
25	59,4	59,7	59,6	59,4	59,2	59,1	59,0	59,0	59,0
31,5	64,7	65,1	64,9	64,7	64,5	64,4	64,4	64,4	64,3
40	69,4	69,7	69,6	69,4	69,2	69,1	69,0	69,0	69,0
50	73,4	73,7	73,6	73,4	73,2	73,1	73,0	73,0	73,0
63	76,8	77,2	77,0	76,8	76,6	76,5	76,5	76,5	76,4
80	79,7	80,1	80,0	79,7	79,5	79,4	79,4	79,4	79,3
100	81,9	82,2	82,1	81,8	81,6	81,5	81,5	81,5	81,4
125	83,0	83,3	83,1	82,8	82,6	82,5	82,4	82,4	82,4
160	83,8	84,0	83,8	83,5	83,2	83,1	83,0	83,0	83,0
200	84,6	84,8	84,6	84,2	83,9	83,8	83,7	83,7	83,7
250	85,8	85,9	85,6	85,2	84,9	84,8	84,7	84,7	84,7
315	86,7	86,8	86,5	86,1	85,8	85,7	85,6	85,6	85,6
400	87,5	87,6	87,3	87,0	86,6	86,5	86,4	86,4	86,5
500	87,9	88,1	87,9	87,6	87,3	87,3	87,2	87,2	87,3
630	88,2	88,5	88,4	88,1	87,9	88,0	88,0	88,1	88,2
800	88,4	88,8	88,8	88,7	88,6	88,7	88,8	89,0	89,1
1000	89,0	89,4	89,5	89,4	89,5	89,7	89,8	90,0	90,2
1250	89,7	90,2	90,3	90,3	90,6	90,8	91,0	91,2	91,2
1600	90,3	90,9	91,0	91,2	91,6	91,8	91,9	91,9	91,9
2000	89,9	90,6	90,8	91,1	91,6	91,6	91,5	91,4	91,2
2500	88,9	89,7	89,9	90,4	90,5	90,3	90,1	90,0	89,8
3150	87,4	88,3	88,6	88,9	88,6	88,2	88,0	87,9	87,7
4000	85,0	85,9	86,1	86,0	85,5	85,1	84,9	84,7	84,5
5000	81,2	82,1	82,1	81,7	81,1	80,7	80,4	80,3	80,0
6300	75,2	75,9	75,8	75,3	74,6	74,2	73,9	73,7	73,5
8000	66,4	67,0	66,8	66,3	65,6	65,1	64,8	64,5	64,3
10000	56,0	56,6	56,4	55,8	55,0	54,5	54,1	53,8	53,5

5.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 44: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,2	50,5	51,0	51,5	51,8	52,2	52,4	52,6	52,8	53,3
25	54,1	56,5	57,0	57,4	57,8	58,2	58,4	58,6	58,8	59,3
31,5	59,1	61,7	62,2	62,7	63,1	63,5	63,7	63,9	64,1	64,6
40	63,5	66,2	66,7	67,2	67,7	68,1	68,3	68,5	68,7	69,3
50	67,3	70,0	70,6	71,1	71,6	72,0	72,2	72,4	72,7	73,2
63	70,5	73,4	74,0	74,5	74,9	75,4	75,6	75,8	76,1	76,6
80	73,3	76,2	76,8	77,4	77,8	78,2	78,5	78,7	79,0	79,5
100	75,4	78,3	78,9	79,5	80,0	80,4	80,7	80,9	81,2	81,7
125	76,5	79,4	80,1	80,7	81,1	81,6	81,8	82,0	82,3	82,8
160	77,3	80,2	80,9	81,5	82,0	82,4	82,7	82,9	83,1	83,7
200	78,2	81,1	81,8	82,4	82,9	83,4	83,6	83,8	84,0	84,5
250	79,3	82,2	82,9	83,6	84,1	84,6	84,8	84,9	85,2	85,7
315	80,2	83,2	83,9	84,5	85,0	85,5	85,8	85,9	86,1	86,6
400	80,8	83,9	84,6	85,2	85,8	86,2	86,5	86,6	86,9	87,3
500	81,0	84,2	84,9	85,5	86,1	86,6	86,8	86,9	87,2	87,7
630	81,1	84,3	85,0	85,6	86,1	86,6	86,9	87,0	87,3	87,9
800	81,3	84,5	85,2	85,8	86,3	86,7	87,0	87,2	87,5	88,0
1000	81,7	85,0	85,6	86,2	86,7	87,2	87,4	87,6	87,9	88,5
1250	82,3	85,6	86,2	86,8	87,2	87,7	88,0	88,2	88,6	89,2
1600	82,7	86,1	86,7	87,2	87,6	88,1	88,4	88,7	89,0	89,7
2000	82,2	85,6	86,1	86,6	87,0	87,5	87,9	88,2	88,6	89,2
2500	81,0	84,4	84,9	85,4	85,7	86,2	86,6	86,9	87,4	88,1
3150	79,2	82,7	83,1	83,5	83,8	84,3	84,8	85,1	85,6	86,4
4000	76,4	79,9	80,4	80,7	80,9	81,4	81,9	82,3	82,9	83,7
5000	72,1	75,7	76,2	76,5	76,7	77,2	77,7	78,2	78,8	79,6
6300	65,5	69,2	69,7	70,0	70,3	70,8	71,3	71,8	72,4	73,2
8000	55,8	59,6	60,1	60,5	60,8	61,4	61,9	62,4	63,0	63,7
10000	44,4	48,2	48,8	49,2	49,5	50,0	50,6	51,0	51,6	52,4

Tab. 45: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	53,5	53,7	53,6	53,3	53,2	53,1	53,1	53,0	53,0
25	59,6	59,8	59,7	59,4	59,3	59,2	59,2	59,1	59,1
31,5	65,0	65,1	65,0	64,8	64,6	64,6	64,5	64,5	64,5
40	69,7	69,8	69,7	69,4	69,3	69,2	69,2	69,1	69,1
50	73,7	73,8	73,7	73,4	73,3	73,2	73,2	73,1	73,1
63	77,1	77,3	77,1	76,9	76,7	76,7	76,6	76,6	76,6
80	80,0	80,2	80,0	79,8	79,6	79,6	79,5	79,5	79,5
100	82,2	82,3	82,1	81,9	81,7	81,7	81,6	81,6	81,6
125	83,3	83,4	83,1	82,8	82,7	82,6	82,5	82,5	82,5
160	84,0	84,1	83,8	83,5	83,3	83,2	83,1	83,1	83,1
200	84,8	84,9	84,5	84,2	83,9	83,8	83,8	83,8	83,8
250	85,9	85,9	85,6	85,2	85,0	84,9	84,8	84,8	84,8
315	86,9	86,8	86,5	86,1	85,8	85,7	85,7	85,7	85,7
400	87,6	87,6	87,3	86,9	86,7	86,6	86,5	86,5	86,6
500	88,1	88,2	87,9	87,6	87,4	87,3	87,3	87,4	87,4
630	88,4	88,5	88,4	88,1	88,0	88,0	88,1	88,2	88,3
800	88,6	88,9	88,8	88,7	88,7	88,8	88,9	89,1	89,3
1000	89,2	89,5	89,5	89,5	89,6	89,8	90,0	90,2	90,3
1250	89,9	90,3	90,3	90,4	90,7	90,9	91,1	91,2	91,3
1600	90,5	90,9	91,1	91,4	91,7	91,9	91,9	91,9	91,9
2000	90,2	90,6	90,8	91,3	91,6	91,5	91,4	91,3	91,2
2500	89,1	89,6	90,0	90,4	90,3	90,1	89,9	89,8	89,6
3150	87,5	88,2	88,5	88,6	88,2	88,0	87,7	87,5	87,4
4000	84,9	85,6	85,8	85,4	84,9	84,7	84,4	84,2	84,1
5000	80,9	81,4	81,4	80,7	80,2	79,9	79,7	79,5	79,3
6300	74,4	74,8	74,6	73,9	73,3	73,0	72,7	72,5	72,3
8000	64,9	65,1	64,9	64,2	63,6	63,2	62,9	62,6	62,4
10000	53,5	53,8	53,5	52,7	52,0	51,5	51,2	50,9	50,6

5.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 46: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,8	50,8	51,2	51,7	52,1	52,4	52,6	52,7	53,1	53,5
25	54,7	56,7	57,2	57,7	58,1	58,4	58,7	58,8	59,2	59,6
31,5	59,8	61,9	62,4	62,9	63,3	63,7	64,0	64,1	64,5	64,9
40	64,2	66,4	66,9	67,5	67,9	68,3	68,5	68,7	69,1	69,6
50	67,9	70,3	70,8	71,4	71,8	72,2	72,5	72,6	73,1	73,5
63	71,2	73,6	74,2	74,8	75,2	75,6	75,9	76,0	76,5	77,0
80	74,0	76,5	77,0	77,6	78,1	78,5	78,7	78,9	79,4	79,9
100	76,1	78,6	79,2	79,8	80,2	80,6	80,9	81,1	81,5	82,0
125	77,2	79,7	80,3	80,9	81,4	81,8	82,1	82,2	82,6	83,1
160	78,0	80,5	81,1	81,7	82,2	82,7	82,9	83,1	83,4	83,9
200	78,8	81,3	82,0	82,6	83,1	83,6	83,8	84,0	84,3	84,8
250	79,9	82,5	83,1	83,8	84,3	84,7	85,0	85,1	85,5	85,9
315	80,8	83,4	84,1	84,7	85,3	85,7	85,9	86,0	86,4	86,8
400	81,4	84,1	84,8	85,4	86,0	86,4	86,6	86,7	87,1	87,6
500	81,6	84,4	85,1	85,7	86,3	86,7	86,9	87,1	87,5	88,0
630	81,7	84,5	85,1	85,8	86,3	86,8	87,0	87,2	87,6	88,1
800	81,9	84,7	85,3	85,9	86,4	86,9	87,1	87,3	87,7	88,3
1000	82,4	85,2	85,7	86,4	86,8	87,3	87,5	87,7	88,2	88,8
1250	82,9	85,8	86,3	86,9	87,3	87,8	88,1	88,3	88,8	89,4
1600	83,3	86,2	86,7	87,3	87,6	88,2	88,5	88,7	89,2	89,9
2000	82,8	85,6	86,1	86,7	87,0	87,5	87,9	88,1	88,7	89,4
2500	81,5	84,3	84,8	85,3	85,6	86,2	86,6	86,8	87,4	88,2
3150	79,6	82,5	82,8	83,3	83,5	84,1	84,6	84,9	85,5	86,4
4000	76,5	79,5	79,8	80,2	80,4	81,0	81,5	81,9	82,6	83,5
5000	71,9	74,9	75,3	75,6	75,8	76,4	77,0	77,4	78,1	79,1
6300	64,6	67,8	68,2	68,6	68,8	69,4	70,0	70,4	71,2	72,1
8000	54,1	57,3	57,7	58,2	58,4	59,0	59,6	60,0	60,8	61,6
10000	41,3	44,5	45,0	45,5	45,7	46,4	46,9	47,4	48,1	48,9

Tab. 47: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	53,9	53,8	53,7	53,4	53,3	53,3	53,2	53,2	53,2
25	60,0	59,9	59,8	59,5	59,4	59,3	59,3	59,3	59,3
31,5	65,3	65,3	65,1	64,9	64,8	64,7	64,7	64,6	64,6
40	70,0	69,9	69,8	69,5	69,4	69,4	69,3	69,3	69,3
50	74,0	74,0	73,8	73,5	73,4	73,4	73,3	73,3	73,3
63	77,4	77,4	77,2	77,0	76,9	76,8	76,8	76,7	76,7
80	80,3	80,3	80,1	79,9	79,8	79,7	79,7	79,7	79,6
100	82,5	82,4	82,2	82,0	81,8	81,8	81,8	81,7	81,7
125	83,6	83,5	83,2	82,9	82,8	82,7	82,7	82,7	82,7
160	84,3	84,2	83,9	83,5	83,4	83,3	83,3	83,3	83,3
200	85,1	84,9	84,6	84,2	84,0	84,0	83,9	83,9	84,0
250	86,2	86,0	85,6	85,2	85,0	85,0	84,9	84,9	85,0
315	87,1	86,9	86,5	86,1	85,9	85,9	85,8	85,8	85,8
400	87,9	87,6	87,3	86,9	86,7	86,7	86,6	86,7	86,7
500	88,4	88,2	87,9	87,6	87,4	87,4	87,4	87,5	87,6
630	88,7	88,6	88,4	88,2	88,1	88,2	88,2	88,4	88,5
800	88,9	89,0	88,9	88,7	88,8	89,0	89,1	89,3	89,4
1000	89,5	89,6	89,6	89,6	89,7	90,0	90,1	90,3	90,5
1250	90,2	90,4	90,4	90,6	90,8	91,1	91,2	91,3	91,4
1600	90,8	91,0	91,2	91,5	91,8	91,9	91,9	91,9	91,8
2000	90,3	90,6	91,0	91,4	91,5	91,4	91,3	91,2	91,0
2500	89,2	89,6	90,1	90,3	90,1	89,9	89,7	89,5	89,4
3150	87,5	88,0	88,4	88,1	87,8	87,5	87,3	87,2	87,0
4000	84,7	85,1	85,2	84,6	84,2	84,0	83,8	83,6	83,4
5000	80,3	80,5	80,3	79,6	79,2	78,9	78,7	78,5	78,3
6300	73,2	73,2	72,9	72,1	71,7	71,4	71,1	70,9	70,7
8000	62,6	62,7	62,2	61,4	60,9	60,6	60,3	60,0	59,8
10000	49,9	49,9	49,5	48,5	48,0	47,6	47,2	46,9	46,7

5.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 48: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,8	50,8	51,2	51,7	52,1	52,4	52,6	52,7	53,1	53,5
25	54,7	56,7	57,2	57,7	58,1	58,4	58,7	58,8	59,2	59,6
31,5	59,8	61,9	62,4	62,9	63,3	63,7	64,0	64,1	64,5	64,9
40	64,2	66,4	66,9	67,5	67,9	68,3	68,5	68,7	69,1	69,6
50	67,9	70,3	70,8	71,4	71,8	72,2	72,5	72,6	73,1	73,5
63	71,2	73,6	74,2	74,8	75,2	75,6	75,9	76,0	76,5	77,0
80	74,0	76,5	77,0	77,6	78,1	78,5	78,7	78,9	79,4	79,9
100	76,1	78,6	79,2	79,8	80,2	80,6	80,9	81,1	81,5	82,0
125	77,2	79,7	80,3	80,9	81,4	81,8	82,1	82,2	82,6	83,1
160	78,0	80,5	81,1	81,7	82,2	82,7	82,9	83,1	83,4	83,9
200	78,8	81,3	82,0	82,6	83,1	83,6	83,8	84,0	84,3	84,8
250	79,9	82,5	83,1	83,8	84,3	84,7	85,0	85,1	85,5	85,9
315	80,8	83,4	84,1	84,7	85,3	85,7	85,9	86,0	86,4	86,8
400	81,4	84,1	84,8	85,4	86,0	86,4	86,6	86,7	87,1	87,6
500	81,6	84,4	85,1	85,7	86,3	86,7	86,9	87,1	87,5	88,0
630	81,7	84,5	85,1	85,8	86,3	86,8	87,0	87,2	87,6	88,1
800	81,9	84,7	85,3	85,9	86,4	86,9	87,1	87,3	87,7	88,3
1000	82,4	85,2	85,7	86,4	86,8	87,3	87,5	87,7	88,2	88,8
1250	82,9	85,8	86,3	86,9	87,3	87,8	88,1	88,3	88,8	89,4
1600	83,3	86,2	86,7	87,3	87,6	88,2	88,5	88,7	89,2	89,9
2000	82,8	85,6	86,1	86,7	87,0	87,5	87,9	88,1	88,7	89,4
2500	81,5	84,3	84,8	85,3	85,6	86,2	86,6	86,8	87,4	88,2
3150	79,6	82,5	82,8	83,3	83,5	84,1	84,6	84,9	85,5	86,4
4000	76,5	79,5	79,8	80,2	80,4	81,0	81,5	81,9	82,6	83,5
5000	71,9	74,9	75,3	75,6	75,8	76,4	77,0	77,4	78,1	79,1
6300	64,6	67,8	68,2	68,6	68,8	69,4	70,0	70,4	71,2	72,1
8000	54,1	57,3	57,7	58,2	58,4	59,0	59,6	60,0	60,8	61,6
10000	41,3	44,5	45,0	45,5	45,7	46,4	46,9	47,4	48,1	48,9

Tab. 49: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	53,9	53,8	53,7	53,4	53,3	53,3	53,2	53,2	53,2
25	60,0	59,9	59,8	59,5	59,4	59,3	59,3	59,3	59,3
31,5	65,3	65,3	65,1	64,9	64,8	64,7	64,7	64,6	64,6
40	70,0	69,9	69,8	69,5	69,4	69,4	69,3	69,3	69,3
50	74,0	74,0	73,8	73,5	73,4	73,4	73,3	73,3	73,3
63	77,4	77,4	77,2	77,0	76,9	76,8	76,8	76,7	76,7
80	80,3	80,3	80,1	79,9	79,8	79,7	79,7	79,7	79,6
100	82,5	82,4	82,2	82,0	81,8	81,8	81,8	81,7	81,7
125	83,6	83,5	83,2	82,9	82,8	82,7	82,7	82,7	82,7
160	84,3	84,2	83,9	83,5	83,4	83,3	83,3	83,3	83,3
200	85,1	84,9	84,6	84,2	84,0	84,0	83,9	83,9	84,0
250	86,2	86,0	85,6	85,2	85,0	85,0	84,9	84,9	85,0
315	87,1	86,9	86,5	86,1	85,9	85,9	85,8	85,8	85,8
400	87,9	87,6	87,3	86,9	86,7	86,7	86,6	86,7	86,7
500	88,4	88,2	87,9	87,6	87,4	87,4	87,4	87,5	87,6
630	88,7	88,6	88,4	88,2	88,1	88,2	88,2	88,4	88,5
800	88,9	89,0	88,9	88,7	88,8	89,0	89,1	89,3	89,4
1000	89,5	89,6	89,6	89,6	89,7	90,0	90,1	90,3	90,5
1250	90,2	90,4	90,4	90,6	90,8	91,1	91,2	91,3	91,4
1600	90,8	91,0	91,2	91,5	91,8	91,9	91,9	91,9	91,8
2000	90,3	90,6	91,0	91,4	91,5	91,4	91,3	91,2	91,0
2500	89,2	89,6	90,1	90,3	90,1	89,9	89,7	89,5	89,4
3150	87,5	88,0	88,4	88,1	87,8	87,5	87,3	87,2	87,0
4000	84,7	85,1	85,2	84,6	84,2	84,0	83,8	83,6	83,4
5000	80,3	80,5	80,3	79,6	79,2	78,9	78,7	78,5	78,3
6300	73,2	73,2	72,9	72,1	71,7	71,4	71,1	70,9	70,7
8000	62,6	62,7	62,2	61,4	60,9	60,6	60,3	60,0	59,8
10000	49,9	49,9	49,5	48,5	48,0	47,6	47,2	46,9	46,7

5.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 50: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,8	50,8	51,2	51,7	52,1	52,4	52,6	52,7	53,1	53,5
25	54,7	56,7	57,2	57,7	58,1	58,4	58,7	58,8	59,2	59,6
31,5	59,8	61,9	62,4	62,9	63,3	63,7	64,0	64,1	64,5	64,9
40	64,2	66,4	66,9	67,5	67,9	68,3	68,5	68,7	69,1	69,6
50	67,9	70,3	70,8	71,4	71,8	72,2	72,5	72,6	73,1	73,5
63	71,2	73,6	74,2	74,8	75,2	75,6	75,9	76,0	76,5	77,0
80	74,0	76,5	77,0	77,6	78,1	78,5	78,7	78,9	79,4	79,9
100	76,1	78,6	79,2	79,8	80,2	80,6	80,9	81,1	81,5	82,0
125	77,2	79,7	80,3	80,9	81,4	81,8	82,1	82,2	82,6	83,1
160	78,0	80,5	81,1	81,7	82,2	82,7	82,9	83,1	83,4	83,9
200	78,8	81,3	82,0	82,6	83,1	83,6	83,8	84,0	84,3	84,8
250	79,9	82,5	83,1	83,8	84,3	84,7	85,0	85,1	85,5	85,9
315	80,8	83,4	84,1	84,7	85,3	85,7	85,9	86,0	86,4	86,8
400	81,4	84,1	84,8	85,4	86,0	86,4	86,6	86,7	87,1	87,6
500	81,6	84,4	85,1	85,7	86,3	86,7	86,9	87,1	87,5	88,0
630	81,7	84,5	85,1	85,8	86,3	86,8	87,0	87,2	87,6	88,1
800	81,9	84,7	85,3	85,9	86,4	86,9	87,1	87,3	87,7	88,3
1000	82,4	85,2	85,7	86,4	86,8	87,3	87,5	87,7	88,2	88,8
1250	82,9	85,8	86,3	86,9	87,3	87,8	88,1	88,3	88,8	89,4
1600	83,3	86,2	86,7	87,3	87,6	88,2	88,5	88,7	89,2	89,9
2000	82,8	85,6	86,1	86,7	87,0	87,5	87,9	88,1	88,7	89,4
2500	81,5	84,3	84,8	85,3	85,6	86,2	86,6	86,8	87,4	88,2
3150	79,6	82,5	82,8	83,3	83,5	84,1	84,6	84,9	85,5	86,4
4000	76,5	79,5	79,8	80,2	80,4	81,0	81,5	81,9	82,6	83,5
5000	71,9	74,9	75,3	75,6	75,8	76,4	77,0	77,4	78,1	79,1
6300	64,6	67,8	68,2	68,6	68,8	69,4	70,0	70,4	71,2	72,1
8000	54,1	57,3	57,7	58,2	58,4	59,0	59,6	60,0	60,8	61,6
10000	41,3	44,5	45,0	45,5	45,7	46,4	46,9	47,4	48,1	48,9

Tab. 51: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmittenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	53,9	53,8	53,7	53,4	53,3	53,3	53,2	53,2	53,2
25	60,0	59,9	59,8	59,5	59,4	59,3	59,3	59,3	59,3
31,5	65,3	65,3	65,1	64,9	64,8	64,7	64,7	64,6	64,6
40	70,0	69,9	69,8	69,5	69,4	69,4	69,3	69,3	69,3
50	74,0	74,0	73,8	73,5	73,4	73,4	73,3	73,3	73,3
63	77,4	77,4	77,2	77,0	76,9	76,8	76,8	76,7	76,7
80	80,3	80,3	80,1	79,9	79,8	79,7	79,7	79,7	79,6
100	82,5	82,4	82,2	82,0	81,8	81,8	81,8	81,7	81,7
125	83,6	83,5	83,2	82,9	82,8	82,7	82,7	82,7	82,7
160	84,3	84,2	83,9	83,5	83,4	83,3	83,3	83,3	83,3
200	85,1	84,9	84,6	84,2	84,0	84,0	83,9	83,9	84,0
250	86,2	86,0	85,6	85,2	85,0	85,0	84,9	84,9	85,0
315	87,1	86,9	86,5	86,1	85,9	85,9	85,8	85,8	85,8
400	87,9	87,6	87,3	86,9	86,7	86,7	86,6	86,7	86,7
500	88,4	88,2	87,9	87,6	87,4	87,4	87,4	87,5	87,6
630	88,7	88,6	88,4	88,2	88,1	88,2	88,2	88,4	88,5
800	88,9	89,0	88,9	88,7	88,8	89,0	89,1	89,3	89,4
1000	89,5	89,6	89,6	89,6	89,7	90,0	90,1	90,3	90,5
1250	90,2	90,4	90,4	90,6	90,8	91,1	91,2	91,3	91,4
1600	90,8	91,0	91,2	91,5	91,8	91,9	91,9	91,9	91,8
2000	90,3	90,6	91,0	91,4	91,5	91,4	91,3	91,2	91,0
2500	89,2	89,6	90,1	90,3	90,1	89,9	89,7	89,5	89,4
3150	87,5	88,0	88,4	88,1	87,8	87,5	87,3	87,2	87,0
4000	84,7	85,1	85,2	84,6	84,2	84,0	83,8	83,6	83,4
5000	80,3	80,5	80,3	79,6	79,2	78,9	78,7	78,5	78,3
6300	73,2	73,2	72,9	72,1	71,7	71,4	71,1	70,9	70,7
8000	62,6	62,7	62,2	61,4	60,9	60,6	60,3	60,0	59,8
10000	49,9	49,9	49,5	48,5	48,0	47,6	47,2	46,9	46,7

5.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 52: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,3	51,0	51,4	51,9	52,3	52,6	52,8	52,9	53,4	53,7
25	55,1	56,9	57,4	57,9	58,3	58,6	58,8	59,0	59,4	59,8
31,5	60,2	62,1	62,6	63,1	63,5	63,9	64,1	64,3	64,7	65,1
40	64,6	66,6	67,1	67,7	68,1	68,5	68,7	68,9	69,3	69,8
50	68,4	70,5	71,0	71,6	72,0	72,4	72,6	72,8	73,3	73,8
63	71,7	73,9	74,4	75,0	75,4	75,8	76,0	76,2	76,7	77,2
80	74,5	76,7	77,3	77,8	78,3	78,7	78,9	79,1	79,6	80,1
100	76,6	78,8	79,4	80,0	80,4	80,8	81,1	81,3	81,7	82,3
125	77,7	79,9	80,5	81,1	81,5	82,0	82,2	82,4	82,9	83,4
160	78,5	80,7	81,3	82,0	82,4	82,8	83,1	83,2	83,7	84,2
200	79,3	81,6	82,2	82,8	83,3	83,7	84,0	84,1	84,6	85,0
250	80,4	82,7	83,3	84,0	84,5	84,9	85,1	85,2	85,7	86,1
315	81,3	83,6	84,3	84,9	85,4	85,8	86,0	86,2	86,6	87,0
400	81,9	84,3	84,9	85,6	86,1	86,5	86,7	86,9	87,3	87,8
500	82,1	84,6	85,2	85,9	86,4	86,8	87,0	87,2	87,7	88,2
630	82,2	84,7	85,3	85,9	86,5	86,9	87,1	87,3	87,8	88,3
800	82,4	84,8	85,4	86,1	86,6	87,0	87,2	87,4	87,9	88,5
1000	82,8	85,3	85,9	86,5	86,9	87,4	87,6	87,8	88,3	89,0
1250	83,4	85,9	86,4	87,0	87,4	87,9	88,2	88,4	88,9	89,7
1600	83,7	86,2	86,8	87,3	87,6	88,2	88,5	88,8	89,3	90,1
2000	83,1	85,6	86,1	86,6	86,9	87,5	87,9	88,2	88,8	89,6
2500	81,7	84,3	84,7	85,2	85,4	86,1	86,4	86,8	87,4	88,3
3150	79,7	82,2	82,6	83,0	83,3	83,9	84,3	84,7	85,4	86,4
4000	76,4	79,0	79,3	79,7	79,9	80,6	81,0	81,5	82,2	83,3
5000	71,5	74,1	74,5	74,8	75,0	75,7	76,2	76,7	77,5	78,6
6300	63,7	66,5	66,9	67,2	67,4	68,1	68,7	69,2	70,0	71,0
8000	52,3	55,1	55,5	56,0	56,2	56,9	57,5	58,0	58,7	59,7
10000	38,4	41,2	41,6	42,1	42,3	43,0	43,6	44,1	44,8	45,8

Tab. 53: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	54,1	54,0	53,8	53,6	53,5	53,4	53,4	53,4	53,4
25	60,2	60,1	59,8	59,6	59,5	59,5	59,5	59,5	59,4
31,5	65,5	65,4	65,2	65,0	64,9	64,9	64,8	64,8	64,8
40	70,2	70,1	69,9	69,7	69,6	69,5	69,5	69,5	69,4
50	74,2	74,1	73,9	73,7	73,6	73,5	73,5	73,5	73,5
63	77,6	77,5	77,3	77,1	77,0	77,0	76,9	76,9	76,9
80	80,6	80,4	80,2	80,0	79,9	79,9	79,8	79,8	79,8
100	82,7	82,5	82,3	82,1	82,0	81,9	81,9	81,9	81,9
125	83,8	83,6	83,3	83,0	82,9	82,9	82,8	82,8	82,8
160	84,5	84,2	83,9	83,6	83,5	83,4	83,4	83,4	83,4
200	85,3	85,0	84,6	84,3	84,2	84,1	84,1	84,1	84,1
250	86,3	86,0	85,6	85,3	85,2	85,1	85,1	85,1	85,1
315	87,2	86,9	86,5	86,2	86,0	85,9	85,9	85,9	86,0
400	88,0	87,7	87,3	87,0	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8
500	88,5	88,2	87,9	87,7	87,6	87,5	87,6	87,6	87,7
630	88,8	88,6	88,4	88,2	88,2	88,3	88,4	88,5	88,6
800	89,1	89,0	88,9	88,8	88,9	89,1	89,2	89,4	89,5
1000	89,6	89,6	89,6	89,7	89,9	90,1	90,3	90,4	90,5
1250	90,3	90,4	90,5	90,7	91,0	91,2	91,3	91,4	91,4
1600	90,9	91,0	91,2	91,6	91,8	91,9	91,9	91,9	91,8
2000	90,4	90,6	91,0	91,4	91,4	91,3	91,2	91,1	90,9
2500	89,2	89,5	90,0	90,1	89,9	89,7	89,5	89,3	89,2
3150	87,4	87,8	88,1	87,7	87,4	87,2	87,0	86,8	86,7
4000	84,4	84,7	84,6	84,0	83,6	83,4	83,2	83,0	82,9
5000	79,6	79,7	79,2	78,6	78,2	78,0	77,7	77,6	77,4
6300	71,9	71,8	71,3	70,6	70,2	69,9	69,6	69,4	69,2
8000	60,5	60,4	59,8	59,0	58,6	58,3	58,0	57,7	57,5
10000	46,6	46,4	45,8	44,9	44,4	44,0	43,7	43,4	43,2

5.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 54: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,5	51,1	51,5	52,0	52,4	52,7	52,9	53,1	53,6	53,8
25	55,3	57,0	57,5	58,0	58,4	58,7	58,9	59,1	59,6	59,9
31,5	60,4	62,3	62,7	63,2	63,7	64,0	64,2	64,4	64,9	65,3
40	64,9	66,8	67,3	67,8	68,2	68,5	68,8	69,0	69,5	69,9
50	68,7	70,6	71,2	71,7	72,1	72,5	72,8	72,9	73,5	73,9
63	72,0	74,0	74,5	75,1	75,5	75,9	76,1	76,3	76,9	77,4
80	74,8	76,8	77,4	77,9	78,4	78,7	79,0	79,2	79,8	80,3
100	76,8	78,9	79,5	80,1	80,5	80,9	81,2	81,4	81,9	82,4
125	77,9	80,0	80,6	81,2	81,7	82,1	82,3	82,5	83,1	83,5
160	78,7	80,8	81,4	82,1	82,5	82,9	83,2	83,3	83,9	84,3
200	79,5	81,7	82,3	83,0	83,4	83,8	84,1	84,2	84,7	85,1
250	80,6	82,8	83,4	84,1	84,6	85,0	85,2	85,3	85,8	86,2
315	81,5	83,7	84,4	85,1	85,5	85,9	86,1	86,3	86,7	87,1
400	82,1	84,4	85,0	85,7	86,2	86,6	86,8	87,0	87,5	87,9
500	82,4	84,7	85,3	86,0	86,5	86,9	87,1	87,3	87,8	88,3
630	82,4	84,8	85,4	86,1	86,5	86,9	87,2	87,3	87,9	88,5
800	82,6	84,9	85,5	86,2	86,6	87,0	87,3	87,5	88,0	88,7
1000	83,0	85,4	85,9	86,6	87,0	87,4	87,7	87,9	88,5	89,2
1250	83,6	85,9	86,5	87,1	87,4	87,9	88,2	88,4	89,0	89,8
1600	83,9	86,3	86,8	87,3	87,7	88,2	88,5	88,8	89,4	90,3
2000	83,2	85,6	86,1	86,6	86,9	87,5	87,8	88,2	88,8	89,7
2500	81,8	84,2	84,6	85,1	85,4	86,0	86,4	86,7	87,4	88,4
3150	79,7	82,1	82,4	82,9	83,1	83,7	84,2	84,6	85,3	86,4
4000	76,3	78,7	79,0	79,4	79,6	80,2	80,7	81,2	82,0	83,2
5000	71,2	73,6	74,0	74,3	74,5	75,1	75,7	76,2	77,1	78,3
6300	63,1	65,7	66,0	66,4	66,6	67,3	67,9	68,4	69,2	70,4
8000	51,2	53,8	54,2	54,6	54,9	55,6	56,1	56,6	57,5	58,6
10000	36,5	39,1	39,5	40,0	40,3	40,9	41,5	42,0	42,8	43,9

Tab. 55: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	54,2	54,1	53,9	53,7	53,6	53,5	53,5	53,5	53,5
25	60,3	60,1	59,9	59,7	59,6	59,6	59,5	59,5	59,5
31,5	65,6	65,5	65,3	65,1	65,0	64,9	64,9	64,9	64,9
40	70,3	70,2	70,0	69,7	69,7	69,6	69,6	69,5	69,5
50	74,3	74,2	74,0	73,7	73,7	73,6	73,6	73,6	73,5
63	77,7	77,6	77,4	77,2	77,1	77,0	77,0	77,0	77,0
80	80,7	80,5	80,3	80,1	80,0	79,9	79,9	79,9	79,9
100	82,8	82,6	82,4	82,2	82,1	82,0	82,0	82,0	82,0
125	83,8	83,6	83,3	83,1	83,0	83,0	82,9	82,9	82,9
160	84,5	84,3	83,9	83,7	83,6	83,5	83,5	83,5	83,5
200	85,3	85,0	84,6	84,4	84,2	84,2	84,2	84,2	84,2
250	86,4	86,1	85,6	85,4	85,2	85,2	85,1	85,1	85,2
315	87,2	86,9	86,5	86,2	86,1	86,0	86,0	86,0	86,1
400	88,0	87,7	87,3	87,0	86,9	86,8	86,8	86,9	86,9
500	88,5	88,3	87,9	87,7	87,6	87,6	87,6	87,7	87,8
630	88,8	88,7	88,4	88,3	88,3	88,4	88,4	88,6	88,7
800	89,1	89,1	88,9	88,9	89,0	89,2	89,3	89,5	89,6
1000	89,7	89,7	89,6	89,7	89,9	90,2	90,3	90,5	90,6
1250	90,4	90,4	90,5	90,8	91,0	91,2	91,3	91,4	91,4
1600	90,9	91,0	91,3	91,7	91,9	91,9	91,9	91,8	91,7
2000	90,4	90,6	91,1	91,4	91,4	91,3	91,1	91,0	90,8
2500	89,2	89,5	90,0	90,0	89,8	89,5	89,4	89,2	89,1
3150	87,3	87,7	87,9	87,5	87,2	87,0	86,8	86,6	86,5
4000	84,2	84,4	84,2	83,6	83,3	83,1	82,8	82,7	82,5
5000	79,1	79,2	78,6	78,0	77,7	77,4	77,2	77,0	76,8
6300	71,1	71,0	70,3	69,7	69,3	69,0	68,8	68,6	68,4
8000	59,2	59,0	58,3	57,6	57,2	56,8	56,6	56,3	56,1
10000	44,5	44,3	43,5	42,7	42,3	41,9	41,5	41,3	41,0

6 Betriebsmodus 99,5 dB

6.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 56: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	50,3	50,7	51,0	51,2	51,4	51,7	51,8	51,9	52,0	52,0	52,2
25	56,2	56,6	56,9	57,1	57,4	57,6	57,7	57,8	58,0	58,0	58,2
31,5	61,4	61,8	62,1	62,4	62,6	62,9	63,0	63,1	63,2	63,2	63,4
40	65,9	66,3	66,6	66,9	67,2	67,4	67,5	67,6	67,8	67,8	68,0
50	69,7	70,2	70,5	70,8	71,0	71,3	71,4	71,5	71,7	71,7	71,9
63	73,0	73,5	73,8	74,1	74,4	74,6	74,7	74,9	75,0	75,1	75,3
80	75,9	76,4	76,7	77,0	77,3	77,5	77,6	77,7	77,9	77,9	78,2
100	78,0	78,5	78,8	79,1	79,4	79,7	79,8	79,9	80,0	80,1	80,3
125	79,1	79,6	79,9	80,2	80,6	80,8	80,9	81,0	81,2	81,2	81,4
160	79,9	80,4	80,7	81,1	81,4	81,7	81,8	81,8	82,0	82,0	82,2
200	80,7	81,3	81,6	82,0	82,3	82,6	82,7	82,7	82,9	82,9	83,1
250	81,8	82,4	82,8	83,1	83,5	83,8	83,8	83,9	84,0	84,0	84,2
315	82,8	83,3	83,7	84,1	84,4	84,7	84,8	84,8	85,0	84,9	85,1
400	83,4	84,0	84,3	84,7	85,1	85,4	85,4	85,5	85,6	85,6	85,8
500	83,7	84,3	84,6	85,0	85,3	85,6	85,7	85,8	85,9	85,9	86,1
630	83,8	84,4	84,7	85,0	85,4	85,7	85,8	85,8	86,0	85,9	86,2
800	84,0	84,5	84,8	85,2	85,5	85,8	85,9	85,9	86,1	86,1	86,4
1000	84,5	85,0	85,3	85,6	85,9	86,2	86,3	86,4	86,5	86,5	86,8
1250	85,1	85,6	85,8	86,1	86,4	86,7	86,8	86,9	87,1	87,2	87,4
1600	85,5	86,0	86,2	86,5	86,8	87,0	87,2	87,3	87,5	87,6	87,9
2000	84,9	85,4	85,6	85,8	86,1	86,4	86,5	86,7	86,9	87,0	87,3
2500	83,6	84,1	84,3	84,5	84,7	85,0	85,1	85,3	85,6	85,7	86,0
3150	81,7	82,1	82,3	82,4	82,6	82,9	83,1	83,3	83,6	83,8	84,1
4000	78,7	79,1	79,2	79,3	79,5	79,7	80,0	80,3	80,6	80,8	81,2
5000	74,1	74,5	74,6	74,7	74,9	75,1	75,4	75,7	76,1	76,3	76,7
6300	67,0	67,4	67,6	67,7	67,8	68,1	68,4	68,7	69,1	69,3	69,7
8000	56,4	56,9	57,1	57,2	57,4	57,7	58,0	58,3	58,6	58,8	59,2
10000	43,7	44,2	44,4	44,5	44,7	45,0	45,3	45,6	45,9	46,1	46,5

Tab. 57: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	52,2	52,4	52,9	52,9	53,3	53,2	53,1	52,9	52,8	52,7
25	58,2	58,3	58,9	59,0	59,3	59,2	59,1	58,9	58,8	58,7
31,5	63,5	63,6	64,1	64,3	64,6	64,5	64,4	64,2	64,1	64,1
40	68,0	68,2	68,7	68,9	69,2	69,1	69,0	68,8	68,7	68,7
50	71,9	72,1	72,6	72,9	73,2	73,1	73,0	72,8	72,7	72,6
63	75,3	75,5	76,0	76,3	76,6	76,5	76,4	76,2	76,1	76,0
80	78,2	78,3	78,9	79,2	79,5	79,4	79,3	79,1	79,0	78,9
100	80,3	80,5	81,0	81,3	81,6	81,5	81,4	81,2	81,0	81,0
125	81,4	81,6	82,1	82,4	82,7	82,5	82,4	82,1	82,0	81,9
160	82,2	82,4	82,9	83,1	83,4	83,2	83,0	82,7	82,6	82,5
200	83,1	83,2	83,7	83,9	84,1	83,9	83,7	83,4	83,2	83,2
250	84,2	84,3	84,8	85,0	85,2	85,0	84,7	84,4	84,2	84,2
315	85,1	85,2	85,7	85,9	86,1	85,8	85,6	85,3	85,1	85,0
400	85,7	85,9	86,4	86,6	86,8	86,6	86,4	86,1	85,9	85,8
500	86,1	86,2	86,8	87,1	87,3	87,2	86,9	86,7	86,5	86,5
630	86,2	86,3	86,9	87,3	87,6	87,5	87,4	87,2	87,1	87,1
800	86,3	86,5	87,1	87,6	88,0	87,9	87,8	87,7	87,7	87,8
1000	86,8	87,0	87,6	88,1	88,5	88,6	88,5	88,5	88,6	88,7
1250	87,4	87,7	88,3	88,8	89,3	89,3	89,4	89,5	89,7	89,9
1600	87,9	88,2	88,8	89,4	89,9	90,0	90,1	90,4	90,7	90,8
2000	87,4	87,7	88,3	89,0	89,5	89,7	89,9	90,3	90,5	90,4
2500	86,2	86,4	87,1	87,9	88,5	88,7	89,0	89,3	89,1	89,0
3150	84,3	84,6	85,3	86,2	86,8	87,0	87,3	87,2	86,9	86,7
4000	81,3	81,7	82,4	83,3	84,0	84,1	84,2	83,7	83,3	83,1
5000	76,9	77,2	78,0	78,9	79,4	79,4	79,2	78,6	78,3	78,1
6300	69,9	70,2	70,9	71,7	72,1	72,1	71,8	71,2	70,8	70,5
8000	59,4	59,7	60,4	61,2	61,6	61,5	61,2	60,5	60,1	59,8
10000	46,7	47,0	47,7	48,4	48,8	48,7	48,4	47,7	47,2	46,8

6.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 58: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,2	49,6	50,3	50,7	51,0	51,3	51,4	51,6	51,7	51,8
25	53,0	55,5	56,3	56,7	57,0	57,3	57,4	57,6	57,7	57,8
31,5	58,0	60,7	61,5	61,9	62,2	62,5	62,6	62,9	62,9	63,0
40	62,4	65,1	66,0	66,4	66,7	67,1	67,2	67,4	67,5	67,6
50	66,1	69,0	69,8	70,3	70,6	71,0	71,1	71,3	71,4	71,5
63	69,3	72,3	73,2	73,6	74,0	74,3	74,4	74,7	74,8	74,9
80	72,1	75,1	76,0	76,5	76,8	77,2	77,3	77,5	77,6	77,8
100	74,2	77,2	78,1	78,6	79,0	79,3	79,5	79,7	79,8	79,9
125	75,3	78,3	79,2	79,7	80,2	80,5	80,6	80,8	80,9	81,0
160	76,1	79,1	80,1	80,6	81,0	81,4	81,5	81,7	81,8	81,8
200	77,0	80,0	81,0	81,5	82,0	82,3	82,4	82,6	82,6	82,7
250	78,1	81,1	82,1	82,6	83,1	83,5	83,6	83,7	83,8	83,8
315	79,0	82,1	83,1	83,6	84,1	84,4	84,5	84,7	84,7	84,8
400	79,5	82,8	83,8	84,3	84,8	85,1	85,2	85,4	85,4	85,5
500	79,8	83,1	84,1	84,6	85,1	85,4	85,5	85,7	85,8	85,8
630	79,8	83,2	84,2	84,7	85,2	85,5	85,6	85,8	85,9	86,0
800	80,0	83,4	84,4	84,9	85,3	85,7	85,8	86,0	86,1	86,2
1000	80,5	83,9	84,9	85,3	85,8	86,1	86,2	86,4	86,5	86,7
1250	81,1	84,6	85,5	86,0	86,4	86,7	86,8	87,1	87,2	87,4
1600	81,6	85,1	86,0	86,4	86,8	87,2	87,3	87,6	87,8	88,0
2000	81,2	84,6	85,6	86,0	86,3	86,7	86,9	87,2	87,3	87,6
2500	80,1	83,6	84,5	84,8	85,1	85,5	85,7	86,1	86,3	86,6
3150	78,5	82,1	82,9	83,2	83,4	83,8	84,1	84,5	84,8	85,1
4000	76,1	79,7	80,5	80,7	80,9	81,3	81,6	82,1	82,4	82,7
5000	72,3	76,0	76,8	77,0	77,2	77,6	78,0	78,5	78,8	79,2
6300	66,4	70,3	71,2	71,4	71,6	72,0	72,4	72,9	73,2	73,6
8000	58,2	62,1	63,0	63,3	63,5	63,9	64,3	64,8	65,1	65,5
10000	48,8	52,7	53,6	53,9	54,2	54,6	55,0	55,4	55,8	56,1

Tab. 59: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	52,1	52,5	52,8	52,7	52,4	52,3	52,2	52,2	52,2
25	58,1	58,5	58,8	58,7	58,5	58,3	58,2	58,2	58,2
31,5	63,3	63,8	64,2	64,0	63,8	63,6	63,5	63,5	63,5
40	67,9	68,4	68,8	68,6	68,4	68,2	68,2	68,1	68,1
50	71,8	72,4	72,7	72,6	72,4	72,2	72,1	72,1	72,1
63	75,2	75,8	76,1	76,0	75,8	75,6	75,5	75,5	75,5
80	78,1	78,7	79,0	78,9	78,7	78,5	78,4	78,4	78,4
100	80,2	80,8	81,2	81,0	80,7	80,6	80,5	80,5	80,4
125	81,3	81,9	82,2	82,0	81,7	81,5	81,4	81,4	81,4
160	82,1	82,6	82,9	82,7	82,3	82,1	82,0	82,0	82,0
200	83,0	83,5	83,7	83,4	83,0	82,8	82,7	82,7	82,7
250	84,1	84,5	84,8	84,4	84,0	83,8	83,7	83,7	83,7
315	85,0	85,5	85,7	85,3	84,9	84,7	84,6	84,6	84,6
400	85,8	86,2	86,5	86,1	85,7	85,5	85,5	85,4	85,4
500	86,1	86,7	87,0	86,7	86,4	86,2	86,2	86,2	86,2
630	86,3	86,9	87,4	87,2	86,9	86,9	86,9	87,0	87,1
800	86,5	87,2	87,7	87,6	87,5	87,5	87,7	87,8	88,0
1000	87,0	87,8	88,4	88,3	88,3	88,4	88,7	88,9	89,1
1250	87,8	88,6	89,2	89,2	89,3	89,6	89,8	90,0	90,1
1600	88,4	89,3	89,9	90,0	90,3	90,7	90,8	90,9	90,9
2000	88,0	89,0	89,7	89,9	90,4	90,6	90,5	90,4	90,3
2500	87,0	88,1	88,9	89,2	89,6	89,4	89,2	89,1	88,9
3150	85,6	86,7	87,6	87,9	87,9	87,5	87,3	87,1	86,9
4000	83,3	84,5	85,4	85,5	85,1	84,6	84,3	84,1	84,0
5000	79,8	80,9	81,7	81,6	80,9	80,5	80,2	79,9	79,7
6300	74,1	75,2	75,9	75,6	75,0	74,4	74,1	73,8	73,6
8000	66,0	67,0	67,6	67,4	66,6	66,0	65,7	65,4	65,1
10000	56,6	57,7	58,2	57,9	57,1	56,5	56,0	55,7	55,4

6.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 60: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,8	50,0	50,5	50,9	51,2	51,5	51,6	51,7	51,9	52,0
25	53,5	55,9	56,5	56,9	57,2	57,5	57,6	57,7	57,9	58,0
31,5	58,6	61,1	61,7	62,1	62,4	62,7	62,8	62,9	63,2	63,2
40	63,0	65,6	66,2	66,6	66,9	67,2	67,3	67,5	67,7	67,8
50	66,7	69,4	70,0	70,5	70,8	71,1	71,3	71,4	71,7	71,7
63	70,0	72,7	73,4	73,8	74,2	74,5	74,6	74,7	75,0	75,1
80	72,8	75,6	76,2	76,7	77,0	77,3	77,5	77,6	77,9	77,9
100	74,8	77,7	78,3	78,8	79,2	79,5	79,6	79,7	80,0	80,1
125	75,9	78,8	79,5	80,0	80,4	80,7	80,8	80,9	81,2	81,2
160	76,8	79,6	80,3	80,8	81,2	81,5	81,6	81,8	82,0	82,0
200	77,6	80,5	81,2	81,7	82,2	82,4	82,5	82,7	82,9	82,9
250	78,7	81,6	82,3	82,9	83,3	83,6	83,7	83,8	84,0	84,0
315	79,6	82,5	83,3	83,8	84,3	84,5	84,6	84,7	84,9	84,9
400	80,2	83,2	84,0	84,5	85,0	85,2	85,3	85,4	85,6	85,6
500	80,4	83,5	84,3	84,8	85,3	85,5	85,6	85,7	86,0	86,0
630	80,5	83,6	84,4	84,9	85,3	85,6	85,7	85,8	86,1	86,1
800	80,7	83,9	84,6	85,0	85,5	85,7	85,9	86,0	86,2	86,3
1000	81,2	84,4	85,0	85,5	85,9	86,2	86,3	86,5	86,7	86,8
1250	81,8	85,0	85,6	86,1	86,5	86,8	86,9	87,1	87,4	87,5
1600	82,2	85,5	86,1	86,5	86,9	87,2	87,4	87,6	87,9	88,0
2000	81,7	85,0	85,6	86,0	86,3	86,7	86,9	87,1	87,5	87,6
2500	80,6	83,9	84,4	84,8	85,1	85,4	85,7	85,9	86,3	86,5
3150	78,9	82,3	82,7	83,0	83,3	83,7	83,9	84,2	84,7	85,0
4000	76,3	79,7	80,1	80,3	80,5	80,9	81,3	81,7	82,2	82,5
5000	72,2	75,7	76,2	76,4	76,6	77,0	77,4	77,8	78,3	78,6
6300	66,0	69,6	70,1	70,3	70,5	71,0	71,4	71,8	72,3	72,6
8000	57,1	60,7	61,3	61,5	61,8	62,2	62,6	63,0	63,5	63,8
10000	46,7	50,3	50,9	51,2	51,4	51,9	52,3	52,6	53,2	53,4

Tab. 61: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmittenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	52,5	52,7	52,9	52,7	52,5	52,4	52,3	52,3	52,3
25	58,5	58,8	58,9	58,8	58,5	58,4	58,4	58,3	58,3
31,5	63,7	64,1	64,2	64,1	63,8	63,7	63,7	63,6	63,6
40	68,3	68,7	68,9	68,7	68,4	68,3	68,3	68,3	68,2
50	72,2	72,7	72,8	72,7	72,4	72,3	72,3	72,2	72,2
63	75,6	76,1	76,2	76,1	75,8	75,7	75,7	75,6	75,6
80	78,5	79,0	79,1	79,0	78,7	78,6	78,5	78,5	78,5
100	80,6	81,1	81,2	81,0	80,8	80,7	80,6	80,6	80,6
125	81,8	82,2	82,3	82,0	81,7	81,6	81,5	81,5	81,5
160	82,5	82,9	82,9	82,6	82,3	82,2	82,1	82,1	82,1
200	83,4	83,7	83,7	83,4	83,1	82,9	82,8	82,8	82,8
250	84,5	84,7	84,7	84,4	84,1	83,9	83,8	83,8	83,8
315	85,4	85,7	85,6	85,3	85,0	84,7	84,7	84,7	84,7
400	86,1	86,4	86,4	86,1	85,8	85,6	85,5	85,5	85,6
500	86,5	86,9	87,0	86,7	86,4	86,3	86,3	86,3	86,4
630	86,7	87,2	87,3	87,2	87,0	86,9	87,0	87,1	87,3
800	86,9	87,5	87,7	87,6	87,6	87,6	87,8	88,0	88,2
1000	87,4	88,1	88,4	88,4	88,4	88,6	88,8	89,0	89,2
1250	88,1	88,9	89,2	89,3	89,5	89,8	90,0	90,1	90,2
1600	88,7	89,6	90,0	90,1	90,5	90,8	90,9	90,9	90,8
2000	88,3	89,3	89,7	90,0	90,5	90,5	90,4	90,3	90,2
2500	87,3	88,3	88,9	89,3	89,4	89,2	89,0	88,9	88,7
3150	85,7	86,9	87,5	87,8	87,5	87,2	87,0	86,8	86,6
4000	83,2	84,5	85,1	85,1	84,4	84,1	83,8	83,6	83,4
5000	79,4	80,6	81,0	80,7	80,0	79,6	79,4	79,2	78,9
6300	73,4	74,5	74,7	74,3	73,6	73,1	72,9	72,6	72,4
8000	64,5	65,6	65,8	65,4	64,5	64,0	63,7	63,4	63,1
10000	54,2	55,2	55,4	54,9	54,0	53,4	53,1	52,7	52,4

6.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 62: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,2	50,2	50,7	51,1	51,4	51,6	51,8	51,8	52,1	52,2
25	54,1	56,2	56,7	57,0	57,4	57,6	57,8	57,8	58,0	58,1
31,5	59,1	61,3	61,9	62,2	62,6	62,8	63,0	63,1	63,3	63,4
40	63,5	65,8	66,4	66,8	67,1	67,4	67,5	67,6	67,9	68,0
50	67,3	69,7	70,2	70,6	71,0	71,3	71,5	71,5	71,8	71,9
63	70,5	73,0	73,6	74,0	74,4	74,6	74,8	74,9	75,1	75,3
80	73,3	75,8	76,4	76,8	77,2	77,5	77,7	77,8	78,0	78,1
100	75,4	77,9	78,5	79,0	79,4	79,6	79,8	79,9	80,1	80,3
125	76,5	79,0	79,7	80,1	80,6	80,8	81,0	81,0	81,3	81,4
160	77,3	79,8	80,5	81,0	81,4	81,7	81,8	81,9	82,1	82,2
200	78,2	80,7	81,4	81,9	82,4	82,6	82,7	82,7	83,0	83,0
250	79,3	81,8	82,5	83,0	83,5	83,7	83,8	83,9	84,1	84,1
315	80,2	82,8	83,4	84,0	84,5	84,7	84,8	84,8	85,0	85,0
400	80,8	83,4	84,1	84,6	85,2	85,4	85,4	85,5	85,7	85,7
500	81,0	83,7	84,4	84,9	85,4	85,6	85,7	85,8	86,0	86,1
630	81,1	83,8	84,5	85,0	85,5	85,7	85,8	85,9	86,1	86,2
800	81,3	84,0	84,7	85,1	85,6	85,8	86,0	86,0	86,3	86,4
1000	81,7	84,5	85,1	85,6	86,0	86,2	86,4	86,5	86,8	86,9
1250	82,3	85,1	85,7	86,1	86,6	86,8	87,0	87,1	87,4	87,6
1600	82,7	85,6	86,1	86,5	86,9	87,2	87,4	87,6	87,9	88,1
2000	82,2	85,1	85,6	86,0	86,3	86,6	86,9	87,1	87,4	87,7
2500	81,0	83,9	84,4	84,7	85,0	85,3	85,7	85,9	86,3	86,5
3150	79,2	82,1	82,5	82,8	83,1	83,5	83,8	84,1	84,5	84,8
4000	76,4	79,4	79,7	79,9	80,2	80,6	81,0	81,3	81,8	82,2
5000	72,1	75,2	75,5	75,7	75,9	76,4	76,8	77,2	77,7	78,1
6300	65,5	68,6	69,0	69,2	69,5	69,9	70,4	70,8	71,3	71,6
8000	55,8	59,0	59,5	59,7	60,0	60,5	60,9	61,3	61,8	62,1
10000	44,4	47,6	48,1	48,4	48,7	49,1	49,6	49,9	50,4	50,7

Tab. 63: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	52,7	53,0	53,0	52,8	52,6	52,5	52,5	52,4	52,4
25	58,7	59,1	59,0	58,8	58,6	58,5	58,5	58,5	58,4
31,5	64,0	64,4	64,3	64,1	63,9	63,9	63,8	63,8	63,8
40	68,6	69,0	68,9	68,7	68,5	68,5	68,4	68,4	68,4
50	72,5	73,0	72,9	72,7	72,5	72,4	72,4	72,4	72,3
63	75,9	76,4	76,3	76,1	75,9	75,8	75,8	75,8	75,7
80	78,8	79,3	79,2	79,0	78,8	78,7	78,7	78,6	78,6
100	80,9	81,4	81,3	81,1	80,8	80,8	80,7	80,7	80,7
125	82,0	82,4	82,3	82,0	81,8	81,7	81,7	81,6	81,6
160	82,8	83,1	83,0	82,6	82,4	82,3	82,2	82,2	82,2
200	83,6	83,9	83,7	83,3	83,1	83,0	82,9	82,9	82,9
250	84,7	85,0	84,7	84,4	84,1	84,0	83,9	83,9	83,9
315	85,6	85,9	85,6	85,2	84,9	84,9	84,8	84,8	84,8
400	86,3	86,6	86,4	86,0	85,7	85,7	85,6	85,6	85,6
500	86,8	87,1	87,0	86,6	86,4	86,4	86,4	86,4	86,5
630	86,9	87,4	87,4	87,1	87,0	87,1	87,1	87,2	87,4
800	87,2	87,8	87,8	87,7	87,6	87,8	87,9	88,1	88,3
1000	87,7	88,4	88,5	88,4	88,5	88,8	89,0	89,2	89,3
1250	88,4	89,1	89,3	89,4	89,6	89,9	90,1	90,2	90,3
1600	89,0	89,8	90,0	90,3	90,6	90,8	90,9	90,9	90,8
2000	88,6	89,5	89,8	90,2	90,5	90,5	90,3	90,2	90,1
2500	87,5	88,5	88,9	89,3	89,3	89,1	88,8	88,7	88,5
3150	85,8	87,0	87,4	87,5	87,1	86,9	86,6	86,5	86,3
4000	83,2	84,4	84,7	84,4	83,9	83,6	83,3	83,2	83,0
5000	79,1	80,2	80,3	79,8	79,2	78,9	78,6	78,4	78,2
6300	72,6	73,5	73,5	72,9	72,3	71,9	71,6	71,4	71,2
8000	63,1	63,9	63,9	63,2	62,5	62,1	61,8	61,5	61,2
10000	51,7	52,5	52,4	51,7	50,9	50,5	50,1	49,8	49,5

6.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 64: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,8	50,5	50,9	51,3	51,7	51,8	52,0	52,1	52,2	52,5
25	54,7	56,4	56,9	57,2	57,6	57,8	57,9	58,0	58,2	58,5
31,5	59,8	61,6	62,1	62,5	62,9	63,0	63,2	63,3	63,4	63,7
40	64,2	66,1	66,6	67,0	67,4	67,6	67,7	67,8	68,0	68,3
50	67,9	69,9	70,5	70,9	71,3	71,5	71,6	71,8	71,9	72,2
63	71,2	73,2	73,8	74,2	74,6	74,8	75,0	75,1	75,3	75,6
80	74,0	76,1	76,6	77,1	77,5	77,7	77,9	78,0	78,1	78,5
100	76,1	78,2	78,8	79,2	79,6	79,8	80,0	80,1	80,3	80,6
125	77,2	79,3	79,9	80,4	80,8	81,0	81,1	81,3	81,4	81,7
160	78,0	80,1	80,7	81,2	81,7	81,8	82,0	82,1	82,2	82,5
200	78,8	81,0	81,6	82,1	82,6	82,7	82,9	83,0	83,1	83,4
250	79,9	82,1	82,7	83,2	83,7	83,9	84,0	84,1	84,2	84,5
315	80,8	83,0	83,7	84,2	84,7	84,8	84,9	85,0	85,1	85,4
400	81,4	83,7	84,3	84,8	85,3	85,5	85,6	85,7	85,8	86,0
500	81,6	84,0	84,6	85,1	85,6	85,7	85,9	86,0	86,1	86,4
630	81,7	84,0	84,7	85,2	85,7	85,8	85,9	86,1	86,2	86,5
800	81,9	84,2	84,8	85,3	85,8	85,9	86,1	86,2	86,4	86,7
1000	82,4	84,7	85,3	85,7	86,2	86,3	86,5	86,6	86,8	87,2
1250	82,9	85,3	85,8	86,2	86,7	86,9	87,1	87,2	87,4	87,8
1600	83,3	85,7	86,2	86,6	87,0	87,2	87,5	87,7	87,9	88,3
2000	82,8	85,1	85,6	85,9	86,4	86,6	86,9	87,1	87,4	87,8
2500	81,5	83,8	84,2	84,6	85,0	85,2	85,5	85,8	86,1	86,6
3150	79,6	81,9	82,2	82,5	82,9	83,2	83,6	83,9	84,2	84,8
4000	76,5	78,9	79,2	79,4	79,7	80,1	80,5	80,9	81,3	81,9
5000	71,9	74,3	74,6	74,8	75,1	75,5	76,0	76,4	76,8	77,4
6300	64,6	67,2	67,5	67,7	68,1	68,5	69,0	69,4	69,8	70,4
8000	54,1	56,6	57,1	57,3	57,7	58,1	58,6	58,9	59,3	59,9
10000	41,3	43,9	44,3	44,6	45,0	45,4	45,9	46,2	46,6	47,2

Tab. 65: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	52,9	53,3	53,1	52,9	52,7	52,7	52,6	52,6	52,6
25	58,9	59,3	59,1	58,9	58,8	58,7	58,6	58,6	58,6
31,5	64,2	64,6	64,5	64,2	64,1	64,0	64,0	63,9	63,9
40	68,8	69,2	69,1	68,8	68,7	68,6	68,6	68,6	68,5
50	72,8	73,2	73,0	72,8	72,7	72,6	72,5	72,5	72,5
63	76,2	76,6	76,4	76,2	76,1	76,0	75,9	75,9	75,9
80	79,1	79,5	79,3	79,1	78,9	78,9	78,8	78,8	78,8
100	81,2	81,6	81,4	81,1	81,0	80,9	80,9	80,9	80,9
125	82,3	82,6	82,4	82,1	81,9	81,9	81,8	81,8	81,8
160	83,1	83,3	83,1	82,7	82,5	82,4	82,4	82,4	82,4
200	83,9	84,1	83,8	83,4	83,2	83,1	83,1	83,1	83,1
250	85,0	85,1	84,8	84,4	84,2	84,1	84,1	84,1	84,1
315	85,9	86,0	85,7	85,2	85,0	84,9	84,9	84,9	84,9
400	86,6	86,8	86,4	86,0	85,8	85,8	85,7	85,8	85,8
500	87,0	87,3	87,0	86,7	86,5	86,5	86,5	86,6	86,7
630	87,2	87,6	87,4	87,2	87,1	87,2	87,3	87,4	87,5
800	87,5	88,0	87,9	87,7	87,8	87,9	88,1	88,3	88,4
1000	88,0	88,6	88,5	88,5	88,7	88,9	89,1	89,3	89,4
1250	88,7	89,3	89,4	89,5	89,8	90,0	90,2	90,3	90,3
1600	89,3	89,9	90,1	90,5	90,8	90,9	90,9	90,8	90,7
2000	88,8	89,6	89,8	90,4	90,4	90,4	90,2	90,1	89,9
2500	87,7	88,5	88,9	89,2	89,0	88,8	88,6	88,4	88,3
3150	86,0	86,9	87,2	87,1	86,7	86,5	86,2	86,1	85,9
4000	83,1	84,0	84,2	83,6	83,2	82,9	82,7	82,5	82,3
5000	78,6	79,4	79,3	78,6	78,1	77,8	77,6	77,4	77,2
6300	71,5	72,1	71,9	71,1	70,6	70,3	70,0	69,8	69,6
8000	61,0	61,5	61,3	60,4	59,9	59,5	59,2	58,9	58,7
10000	48,3	48,8	48,5	47,6	46,9	46,5	46,1	45,8	45,6

6.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 66: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,8	50,5	50,9	51,3	51,7	51,8	52,0	52,1	52,2	52,5
25	54,7	56,4	56,9	57,2	57,6	57,8	57,9	58,0	58,2	58,5
31,5	59,8	61,6	62,1	62,5	62,9	63,0	63,2	63,3	63,4	63,7
40	64,2	66,1	66,6	67,0	67,4	67,6	67,7	67,8	68,0	68,3
50	67,9	69,9	70,5	70,9	71,3	71,5	71,6	71,8	71,9	72,2
63	71,2	73,2	73,8	74,2	74,6	74,8	75,0	75,1	75,3	75,6
80	74,0	76,1	76,6	77,1	77,5	77,7	77,9	78,0	78,1	78,5
100	76,1	78,2	78,8	79,2	79,6	79,8	80,0	80,1	80,3	80,6
125	77,2	79,3	79,9	80,4	80,8	81,0	81,1	81,3	81,4	81,7
160	78,0	80,1	80,7	81,2	81,7	81,8	82,0	82,1	82,2	82,5
200	78,8	81,0	81,6	82,1	82,6	82,7	82,9	83,0	83,1	83,4
250	79,9	82,1	82,7	83,2	83,7	83,9	84,0	84,1	84,2	84,5
315	80,8	83,0	83,7	84,2	84,7	84,8	84,9	85,0	85,1	85,4
400	81,4	83,7	84,3	84,8	85,3	85,5	85,6	85,7	85,8	86,0
500	81,6	84,0	84,6	85,1	85,6	85,7	85,9	86,0	86,1	86,4
630	81,7	84,0	84,7	85,2	85,7	85,8	85,9	86,1	86,2	86,5
800	81,9	84,2	84,8	85,3	85,8	85,9	86,1	86,2	86,4	86,7
1000	82,4	84,7	85,3	85,7	86,2	86,3	86,5	86,6	86,8	87,2
1250	82,9	85,3	85,8	86,2	86,7	86,9	87,1	87,2	87,4	87,8
1600	83,3	85,7	86,2	86,6	87,0	87,2	87,5	87,7	87,9	88,3
2000	82,8	85,1	85,6	85,9	86,4	86,6	86,9	87,1	87,4	87,8
2500	81,5	83,8	84,2	84,6	85,0	85,2	85,5	85,8	86,1	86,6
3150	79,6	81,9	82,2	82,5	82,9	83,2	83,6	83,9	84,2	84,8
4000	76,5	78,9	79,2	79,4	79,7	80,1	80,5	80,9	81,3	81,9
5000	71,9	74,3	74,6	74,8	75,1	75,5	76,0	76,4	76,8	77,4
6300	64,6	67,2	67,5	67,7	68,1	68,5	69,0	69,4	69,8	70,4
8000	54,1	56,6	57,1	57,3	57,7	58,1	58,6	58,9	59,3	59,9
10000	41,3	43,9	44,3	44,6	45,0	45,4	45,9	46,2	46,6	47,2

Tab. 67: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	52,9	53,3	53,1	52,9	52,7	52,7	52,6	52,6	52,6
25	58,9	59,3	59,1	58,9	58,8	58,7	58,6	58,6	58,6
31,5	64,2	64,6	64,5	64,2	64,1	64,0	64,0	63,9	63,9
40	68,8	69,2	69,1	68,8	68,7	68,6	68,6	68,6	68,5
50	72,8	73,2	73,0	72,8	72,7	72,6	72,5	72,5	72,5
63	76,2	76,6	76,4	76,2	76,1	76,0	75,9	75,9	75,9
80	79,1	79,5	79,3	79,1	78,9	78,9	78,8	78,8	78,8
100	81,2	81,6	81,4	81,1	81,0	80,9	80,9	80,9	80,9
125	82,3	82,6	82,4	82,1	81,9	81,9	81,8	81,8	81,8
160	83,1	83,3	83,1	82,7	82,5	82,4	82,4	82,4	82,4
200	83,9	84,1	83,8	83,4	83,2	83,1	83,1	83,1	83,1
250	85,0	85,1	84,8	84,4	84,2	84,1	84,1	84,1	84,1
315	85,9	86,0	85,7	85,2	85,0	84,9	84,9	84,9	84,9
400	86,6	86,8	86,4	86,0	85,8	85,8	85,7	85,8	85,8
500	87,0	87,3	87,0	86,7	86,5	86,5	86,5	86,6	86,7
630	87,2	87,6	87,4	87,2	87,1	87,2	87,3	87,4	87,5
800	87,5	88,0	87,9	87,7	87,8	87,9	88,1	88,3	88,4
1000	88,0	88,6	88,5	88,5	88,7	88,9	89,1	89,3	89,4
1250	88,7	89,3	89,4	89,5	89,8	90,0	90,2	90,3	90,3
1600	89,3	89,9	90,1	90,5	90,8	90,9	90,9	90,8	90,7
2000	88,8	89,6	89,8	90,4	90,4	90,4	90,2	90,1	89,9
2500	87,7	88,5	88,9	89,2	89,0	88,8	88,6	88,4	88,3
3150	86,0	86,9	87,2	87,1	86,7	86,5	86,2	86,1	85,9
4000	83,1	84,0	84,2	83,6	83,2	82,9	82,7	82,5	82,3
5000	78,6	79,4	79,3	78,6	78,1	77,8	77,6	77,4	77,2
6300	71,5	72,1	71,9	71,1	70,6	70,3	70,0	69,8	69,6
8000	61,0	61,5	61,3	60,4	59,9	59,5	59,2	58,9	58,7
10000	48,3	48,8	48,5	47,6	46,9	46,5	46,1	45,8	45,6

6.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 68: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,8	50,5	50,9	51,3	51,7	51,8	52,0	52,1	52,2	52,5
25	54,7	56,4	56,9	57,2	57,6	57,8	57,9	58,0	58,2	58,5
31,5	59,8	61,6	62,1	62,5	62,9	63,0	63,2	63,3	63,4	63,7
40	64,2	66,1	66,6	67,0	67,4	67,6	67,7	67,8	68,0	68,3
50	67,9	69,9	70,5	70,9	71,3	71,5	71,6	71,8	71,9	72,2
63	71,2	73,2	73,8	74,2	74,6	74,8	75,0	75,1	75,3	75,6
80	74,0	76,1	76,6	77,1	77,5	77,7	77,9	78,0	78,1	78,5
100	76,1	78,2	78,8	79,2	79,6	79,8	80,0	80,1	80,3	80,6
125	77,2	79,3	79,9	80,4	80,8	81,0	81,1	81,3	81,4	81,7
160	78,0	80,1	80,7	81,2	81,7	81,8	82,0	82,1	82,2	82,5
200	78,8	81,0	81,6	82,1	82,6	82,7	82,9	83,0	83,1	83,4
250	79,9	82,1	82,7	83,2	83,7	83,9	84,0	84,1	84,2	84,5
315	80,8	83,0	83,7	84,2	84,7	84,8	84,9	85,0	85,1	85,4
400	81,4	83,7	84,3	84,8	85,3	85,5	85,6	85,7	85,8	86,0
500	81,6	84,0	84,6	85,1	85,6	85,7	85,9	86,0	86,1	86,4
630	81,7	84,0	84,7	85,2	85,7	85,8	85,9	86,1	86,2	86,5
800	81,9	84,2	84,8	85,3	85,8	85,9	86,1	86,2	86,4	86,7
1000	82,4	84,7	85,3	85,7	86,2	86,3	86,5	86,6	86,8	87,2
1250	82,9	85,3	85,8	86,2	86,7	86,9	87,1	87,2	87,4	87,8
1600	83,3	85,7	86,2	86,6	87,0	87,2	87,5	87,7	87,9	88,3
2000	82,8	85,1	85,6	85,9	86,4	86,6	86,9	87,1	87,4	87,8
2500	81,5	83,8	84,2	84,6	85,0	85,2	85,5	85,8	86,1	86,6
3150	79,6	81,9	82,2	82,5	82,9	83,2	83,6	83,9	84,2	84,8
4000	76,5	78,9	79,2	79,4	79,7	80,1	80,5	80,9	81,3	81,9
5000	71,9	74,3	74,6	74,8	75,1	75,5	76,0	76,4	76,8	77,4
6300	64,6	67,2	67,5	67,7	68,1	68,5	69,0	69,4	69,8	70,4
8000	54,1	56,6	57,1	57,3	57,7	58,1	58,6	58,9	59,3	59,9
10000	41,3	43,9	44,3	44,6	45,0	45,4	45,9	46,2	46,6	47,2

Tab. 69: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	52,9	53,3	53,1	52,9	52,7	52,7	52,6	52,6	52,6
25	58,9	59,3	59,1	58,9	58,8	58,7	58,6	58,6	58,6
31,5	64,2	64,6	64,5	64,2	64,1	64,0	64,0	63,9	63,9
40	68,8	69,2	69,1	68,8	68,7	68,6	68,6	68,6	68,5
50	72,8	73,2	73,0	72,8	72,7	72,6	72,5	72,5	72,5
63	76,2	76,6	76,4	76,2	76,1	76,0	75,9	75,9	75,9
80	79,1	79,5	79,3	79,1	78,9	78,9	78,8	78,8	78,8
100	81,2	81,6	81,4	81,1	81,0	80,9	80,9	80,9	80,9
125	82,3	82,6	82,4	82,1	81,9	81,9	81,8	81,8	81,8
160	83,1	83,3	83,1	82,7	82,5	82,4	82,4	82,4	82,4
200	83,9	84,1	83,8	83,4	83,2	83,1	83,1	83,1	83,1
250	85,0	85,1	84,8	84,4	84,2	84,1	84,1	84,1	84,1
315	85,9	86,0	85,7	85,2	85,0	84,9	84,9	84,9	84,9
400	86,6	86,8	86,4	86,0	85,8	85,8	85,7	85,8	85,8
500	87,0	87,3	87,0	86,7	86,5	86,5	86,5	86,6	86,7
630	87,2	87,6	87,4	87,2	87,1	87,2	87,3	87,4	87,5
800	87,5	88,0	87,9	87,7	87,8	87,9	88,1	88,3	88,4
1000	88,0	88,6	88,5	88,5	88,7	88,9	89,1	89,3	89,4
1250	88,7	89,3	89,4	89,5	89,8	90,0	90,2	90,3	90,3
1600	89,3	89,9	90,1	90,5	90,8	90,9	90,9	90,8	90,7
2000	88,8	89,6	89,8	90,4	90,4	90,4	90,2	90,1	89,9
2500	87,7	88,5	88,9	89,2	89,0	88,8	88,6	88,4	88,3
3150	86,0	86,9	87,2	87,1	86,7	86,5	86,2	86,1	85,9
4000	83,1	84,0	84,2	83,6	83,2	82,9	82,7	82,5	82,3
5000	78,6	79,4	79,3	78,6	78,1	77,8	77,6	77,4	77,2
6300	71,5	72,1	71,9	71,1	70,6	70,3	70,0	69,8	69,6
8000	61,0	61,5	61,3	60,4	59,9	59,5	59,2	58,9	58,7
10000	48,3	48,8	48,5	47,6	46,9	46,5	46,1	45,8	45,6

6.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 70: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,2	50,7	51,1	51,4	51,8	51,9	52,2	52,3	52,3	52,8
25	55,1	56,6	57,0	57,4	57,8	57,9	58,1	58,3	58,3	58,8
31,5	60,2	61,8	62,3	62,6	63,0	63,2	63,4	63,5	63,6	64,1
40	64,6	66,3	66,8	67,1	67,5	67,7	67,9	68,1	68,2	68,7
50	68,4	70,1	70,6	71,0	71,4	71,6	71,8	72,0	72,1	72,6
63	71,7	73,5	74,0	74,4	74,8	74,9	75,2	75,3	75,4	76,0
80	74,5	76,3	76,8	77,2	77,6	77,8	78,1	78,2	78,3	78,9
100	76,5	78,4	78,9	79,4	79,8	80,0	80,2	80,3	80,4	81,0
125	77,6	79,5	80,1	80,5	81,0	81,1	81,3	81,5	81,6	82,1
160	78,4	80,3	80,9	81,4	81,8	82,0	82,1	82,3	82,4	82,8
200	79,3	81,2	81,8	82,3	82,7	82,9	83,0	83,1	83,2	83,7
250	80,4	82,3	82,9	83,4	83,9	84,0	84,1	84,2	84,3	84,8
315	81,3	83,2	83,8	84,4	84,8	84,9	85,0	85,1	85,2	85,6
400	81,9	83,9	84,5	85,0	85,5	85,6	85,7	85,8	85,9	86,3
500	82,1	84,1	84,7	85,3	85,7	85,8	86,0	86,1	86,2	86,7
630	82,2	84,2	84,8	85,3	85,8	85,9	86,0	86,2	86,3	86,8
800	82,3	84,4	84,9	85,4	85,9	86,0	86,2	86,3	86,4	87,0
1000	82,8	84,8	85,3	85,8	86,2	86,4	86,6	86,7	86,9	87,4
1250	83,3	85,4	85,9	86,3	86,7	86,9	87,1	87,3	87,5	88,1
1600	83,7	85,7	86,2	86,6	87,0	87,2	87,5	87,7	87,9	88,5
2000	83,0	85,1	85,5	85,9	86,3	86,5	86,9	87,1	87,3	88,0
2500	81,7	83,7	84,1	84,4	84,8	85,1	85,5	85,7	86,0	86,7
3150	79,6	81,6	82,0	82,2	82,6	82,9	83,4	83,7	84,0	84,8
4000	76,4	78,4	78,7	78,9	79,2	79,6	80,1	80,5	80,8	81,6
5000	71,4	73,5	73,8	73,9	74,3	74,7	75,3	75,7	76,1	76,9
6300	63,7	65,8	66,2	66,3	66,7	67,2	67,7	68,1	68,5	69,3
8000	52,2	54,5	54,8	55,1	55,5	55,9	56,4	56,8	57,2	57,9
10000	38,3	40,5	40,9	41,2	41,6	42,0	42,5	42,9	43,3	44,0

Tab. 71: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	53,2	53,4	53,2	53,0	52,8	52,8	52,8	52,8	52,7
25	59,2	59,4	59,3	59,0	58,9	58,8	58,8	58,8	58,8
31,5	64,5	64,7	64,6	64,3	64,2	64,1	64,1	64,1	64,1
40	69,1	69,4	69,2	68,9	68,8	68,8	68,7	68,7	68,7
50	73,1	73,3	73,1	72,9	72,8	72,7	72,7	72,7	72,7
63	76,5	76,7	76,5	76,3	76,2	76,1	76,1	76,1	76,1
80	79,4	79,6	79,4	79,2	79,0	79,0	79,0	78,9	78,9
100	81,5	81,7	81,5	81,2	81,1	81,1	81,0	81,0	81,0
125	82,6	82,7	82,5	82,2	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0
160	83,3	83,4	83,1	82,8	82,6	82,6	82,5	82,6	82,6
200	84,1	84,1	83,8	83,5	83,3	83,2	83,2	83,2	83,2
250	85,1	85,1	84,8	84,5	84,3	84,2	84,2	84,2	84,2
315	86,0	86,0	85,7	85,3	85,1	85,1	85,0	85,1	85,1
400	86,7	86,8	86,4	86,1	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9
500	87,2	87,3	87,0	86,7	86,6	86,6	86,6	86,7	86,8
630	87,4	87,6	87,5	87,3	87,3	87,3	87,4	87,6	87,7
800	87,7	88,0	87,9	87,8	87,9	88,1	88,3	88,4	88,6
1000	88,2	88,6	88,6	88,6	88,8	89,1	89,3	89,4	89,5
1250	89,0	89,4	89,5	89,7	89,9	90,1	90,3	90,3	90,4
1600	89,5	90,0	90,2	90,6	90,8	90,9	90,8	90,8	90,7
2000	89,0	89,6	89,9	90,3	90,3	90,3	90,1	90,0	89,8
2500	87,8	88,5	88,9	89,0	88,8	88,6	88,4	88,2	88,1
3150	86,0	86,7	87,0	86,7	86,3	86,1	85,9	85,7	85,6
4000	83,0	83,6	83,6	82,9	82,6	82,3	82,1	81,9	81,8
5000	78,1	78,6	78,3	77,6	77,2	76,9	76,6	76,5	76,3
6300	70,4	70,7	70,3	69,6	69,1	68,8	68,5	68,3	68,1
8000	59,0	59,3	58,9	58,0	57,5	57,2	56,9	56,6	56,4
10000	45,1	45,4	44,9	43,9	43,3	42,9	42,6	42,3	42,1

6.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 72: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,4	50,8	51,2	51,6	51,9	52,0	52,2	52,4	52,4	53,0
25	55,3	56,7	57,2	57,5	57,9	58,0	58,2	58,4	58,4	59,0
31,5	60,4	61,9	62,4	62,8	63,1	63,3	63,5	63,7	63,7	64,3
40	64,8	66,4	66,9	67,3	67,6	67,8	68,0	68,2	68,3	68,8
50	68,6	70,2	70,8	71,2	71,5	71,7	71,9	72,1	72,2	72,8
63	71,9	73,6	74,1	74,5	74,9	75,0	75,3	75,5	75,5	76,1
80	74,7	76,4	76,9	77,4	77,7	77,9	78,1	78,4	78,4	79,0
100	76,8	78,5	79,1	79,5	79,9	80,0	80,3	80,5	80,5	81,2
125	77,9	79,6	80,2	80,7	81,1	81,2	81,4	81,6	81,7	82,3
160	78,6	80,4	81,0	81,5	81,9	82,0	82,2	82,4	82,4	83,0
200	79,5	81,3	81,9	82,4	82,8	82,9	83,1	83,2	83,3	83,9
250	80,6	82,4	83,0	83,5	84,0	84,1	84,2	84,3	84,4	84,9
315	81,5	83,3	83,9	84,4	84,9	85,0	85,1	85,2	85,3	85,8
400	82,1	83,9	84,5	85,1	85,5	85,6	85,7	85,9	85,9	86,5
500	82,3	84,2	84,8	85,4	85,8	85,9	86,0	86,2	86,2	86,8
630	82,3	84,3	84,8	85,4	85,8	85,9	86,1	86,3	86,3	87,0
800	82,5	84,4	85,0	85,5	85,9	86,0	86,2	86,4	86,5	87,1
1000	82,9	84,9	85,4	85,9	86,3	86,4	86,6	86,8	86,9	87,6
1250	83,5	85,4	85,9	86,4	86,7	86,9	87,1	87,4	87,5	88,2
1600	83,8	85,7	86,2	86,6	87,0	87,2	87,5	87,8	87,9	88,6
2000	83,1	85,1	85,5	85,9	86,3	86,5	86,8	87,1	87,3	88,1
2500	81,7	83,6	84,0	84,4	84,8	85,0	85,4	85,7	85,9	86,7
3150	79,6	81,5	81,8	82,1	82,5	82,8	83,2	83,6	83,9	84,7
4000	76,2	78,1	78,4	78,6	78,9	79,3	79,8	80,3	80,6	81,4
5000	71,1	73,0	73,3	73,4	73,8	74,3	74,8	75,3	75,6	76,5
6300	63,0	65,0	65,3	65,5	65,9	66,4	66,9	67,4	67,7	68,5
8000	51,0	53,1	53,5	53,7	54,2	54,6	55,1	55,6	55,9	56,7
10000	36,4	38,4	38,8	39,1	39,5	40,0	40,4	40,9	41,2	42,0

Tab. 73: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	53,3	53,5	53,3	53,1	53,0	52,9	52,8	52,9	52,8
25	59,4	59,5	59,3	59,1	59,0	58,9	58,8	58,9	58,8
31,5	64,7	64,8	64,6	64,4	64,3	64,2	64,2	64,2	64,1
40	69,3	69,4	69,2	69,0	68,9	68,8	68,8	68,8	68,8
50	73,3	73,4	73,2	73,0	72,9	72,8	72,7	72,8	72,7
63	76,7	76,8	76,6	76,4	76,3	76,2	76,1	76,2	76,1
80	79,6	79,7	79,5	79,3	79,2	79,1	79,0	79,1	79,0
100	81,7	81,8	81,6	81,3	81,2	81,1	81,1	81,1	81,1
125	82,7	82,8	82,5	82,2	82,1	82,1	82,0	82,0	82,0
160	83,4	83,4	83,1	82,8	82,7	82,6	82,6	82,6	82,6
200	84,2	84,2	83,8	83,5	83,4	83,3	83,3	83,3	83,3
250	85,3	85,2	84,8	84,5	84,4	84,3	84,3	84,3	84,3
315	86,1	86,0	85,6	85,3	85,2	85,1	85,1	85,1	85,2
400	86,9	86,8	86,4	86,1	86,0	85,9	85,9	85,9	86,0
500	87,3	87,3	87,0	86,7	86,7	86,7	86,7	86,8	86,9
630	87,6	87,7	87,4	87,3	87,3	87,4	87,5	87,6	87,8
800	87,8	88,0	87,9	87,9	88,0	88,1	88,3	88,5	88,7
1000	88,4	88,6	88,6	88,7	88,9	89,1	89,3	89,5	89,6
1250	89,1	89,4	89,5	89,7	90,0	90,2	90,3	90,4	90,4
1600	89,6	90,0	90,3	90,6	90,8	90,9	90,8	90,8	90,6
2000	89,1	89,6	90,0	90,4	90,3	90,2	90,0	89,9	89,7
2500	87,9	88,4	88,9	88,9	88,7	88,4	88,2	88,1	88,0
3150	86,0	86,6	86,8	86,5	86,1	85,9	85,7	85,5	85,4
4000	82,8	83,3	83,2	82,6	82,2	81,9	81,7	81,6	81,4
5000	77,7	78,1	77,7	77,0	76,6	76,3	76,1	75,9	75,7
6300	69,7	69,9	69,4	68,7	68,3	67,9	67,6	67,5	67,2
8000	57,8	57,9	57,4	56,6	56,1	55,7	55,4	55,2	55,0
10000	43,1	43,2	42,6	41,7	41,2	40,8	40,4	40,2	39,9

7 Betriebsmodus 98,5 dB

7.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 74: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	49,8	50,0	50,3	50,5	50,9	50,9	51,0	51,2	51,3	51,4	51,5
25	55,7	55,9	56,2	56,5	56,8	56,9	57,0	57,1	57,2	57,3	57,4
31,5	60,8	61,1	61,4	61,6	62,0	62,1	62,1	62,3	62,4	62,6	62,6
40	65,2	65,5	65,8	66,1	66,4	66,5	66,6	66,8	66,9	67,1	67,1
50	69,1	69,4	69,7	69,9	70,3	70,4	70,5	70,7	70,8	70,9	71,0
63	72,4	72,7	73,0	73,3	73,6	73,7	73,8	74,0	74,1	74,3	74,4
80	75,2	75,5	75,8	76,1	76,4	76,6	76,7	76,9	77,0	77,1	77,2
100	77,3	77,6	77,9	78,2	78,6	78,7	78,8	79,0	79,1	79,2	79,3
125	78,4	78,7	79,1	79,4	79,7	79,9	79,9	80,1	80,2	80,4	80,4
160	79,2	79,6	79,9	80,2	80,6	80,7	80,8	81,0	81,0	81,2	81,2
200	80,1	80,4	80,8	81,1	81,5	81,6	81,7	81,8	81,9	82,1	82,1
250	81,2	81,6	81,9	82,3	82,7	82,8	82,8	83,0	83,0	83,2	83,2
315	82,1	82,5	82,8	83,2	83,6	83,7	83,7	83,9	83,9	84,1	84,1
400	82,7	83,1	83,4	83,8	84,3	84,3	84,4	84,5	84,5	84,7	84,7
500	83,0	83,3	83,7	84,0	84,5	84,5	84,6	84,8	84,8	85,0	85,0
630	83,0	83,4	83,7	84,1	84,5	84,6	84,6	84,8	84,8	85,0	85,1
800	83,2	83,5	83,8	84,2	84,6	84,7	84,7	84,9	85,0	85,2	85,2
1000	83,7	84,0	84,3	84,6	85,0	85,1	85,1	85,3	85,4	85,6	85,7
1250	84,2	84,5	84,8	85,1	85,5	85,6	85,7	85,9	86,0	86,2	86,3
1600	84,6	84,9	85,1	85,4	85,8	85,9	86,0	86,3	86,4	86,6	86,8
2000	84,0	84,3	84,5	84,7	85,1	85,2	85,4	85,7	85,8	86,0	86,2
2500	82,7	82,9	83,1	83,3	83,6	83,8	84,0	84,3	84,5	84,8	84,9
3150	80,8	80,9	81,1	81,3	81,5	81,8	82,0	82,3	82,5	82,8	83,1
4000	77,7	77,8	78,0	78,1	78,3	78,6	78,9	79,2	79,5	79,8	80,1
5000	73,1	73,3	73,4	73,5	73,7	74,0	74,3	74,7	75,0	75,3	75,6
6300	66,0	66,1	66,2	66,4	66,6	66,9	67,2	67,6	67,9	68,3	68,5
8000	55,4	55,6	55,8	55,9	56,1	56,5	56,8	57,2	57,5	57,8	58,0
10000	42,7	42,9	43,0	43,2	43,4	43,8	44,1	44,5	44,7	45,1	45,3

Tab. 75: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	51,5	51,7	52,1	52,2	52,6	52,4	52,3	52,1	52,1	52,0
25	57,5	57,6	58,1	58,1	58,6	58,4	58,3	58,1	58,1	58,0
31,5	62,7	62,8	63,3	63,4	63,8	63,7	63,5	63,4	63,3	63,3
40	67,2	67,4	67,8	68,0	68,4	68,3	68,1	68,0	67,9	67,9
50	71,1	71,3	71,7	71,9	72,4	72,2	72,0	71,9	71,8	71,8
63	74,4	74,6	75,1	75,3	75,7	75,6	75,4	75,3	75,2	75,2
80	77,3	77,4	77,9	78,2	78,6	78,4	78,3	78,1	78,0	78,0
100	79,4	79,6	80,0	80,3	80,7	80,5	80,3	80,2	80,1	80,1
125	80,5	80,7	81,1	81,3	81,7	81,5	81,2	81,1	81,0	81,0
160	81,3	81,4	81,9	82,0	82,3	82,1	81,8	81,7	81,6	81,6
200	82,1	82,3	82,7	82,7	83,1	82,8	82,5	82,4	82,3	82,2
250	83,2	83,3	83,7	83,8	84,1	83,9	83,5	83,4	83,3	83,2
315	84,1	84,2	84,6	84,6	84,9	84,7	84,4	84,2	84,1	84,1
400	84,7	84,9	85,3	85,4	85,7	85,5	85,1	85,0	84,9	84,9
500	85,0	85,2	85,6	85,8	86,2	86,0	85,8	85,6	85,6	85,6
630	85,1	85,3	85,8	86,1	86,5	86,4	86,2	86,2	86,2	86,2
800	85,3	85,5	86,0	86,4	86,9	86,9	86,7	86,8	86,9	87,0
1000	85,8	86,0	86,5	87,0	87,5	87,5	87,5	87,6	87,8	87,9
1250	86,4	86,6	87,2	87,8	88,3	88,3	88,5	88,7	88,9	89,0
1600	86,9	87,1	87,7	88,4	89,0	89,0	89,4	89,6	89,8	89,8
2000	86,4	86,6	87,2	88,0	88,6	88,8	89,3	89,4	89,4	89,3
2500	85,2	85,4	86,0	86,9	87,6	87,9	88,2	88,1	87,9	87,7
3150	83,3	83,6	84,2	85,3	86,0	86,2	86,1	85,8	85,5	85,4
4000	80,4	80,7	81,4	82,4	83,1	83,0	82,6	82,2	82,0	81,8
5000	75,9	76,2	76,9	77,8	78,3	78,1	77,5	77,2	76,9	76,7
6300	68,8	69,1	69,7	70,5	71,0	70,7	70,1	69,7	69,4	69,2
8000	58,3	58,6	59,2	59,9	60,4	60,1	59,4	59,0	58,6	58,4
10000	45,6	45,9	46,5	47,2	47,6	47,3	46,6	46,1	45,7	45,4

7.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 76: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 77: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

7.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 78: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,8	49,5	49,9	50,3	50,6	50,7	50,9	51,1	51,2	51,3
25	53,5	55,4	55,8	56,2	56,6	56,7	56,9	57,0	57,1	57,2
31,5	58,6	60,5	60,9	61,3	61,7	61,9	62,1	62,2	62,3	62,5
40	63,0	65,0	65,4	65,8	66,2	66,3	66,6	66,7	66,9	67,0
50	66,7	68,8	69,2	69,6	70,1	70,2	70,4	70,6	70,7	70,9
63	70,0	72,1	72,5	73,0	73,4	73,5	73,7	73,9	74,1	74,2
80	72,8	74,9	75,4	75,8	76,2	76,4	76,6	76,8	76,9	77,1
100	74,8	77,0	77,5	77,9	78,4	78,5	78,7	78,9	79,0	79,2
125	75,9	78,1	78,6	79,1	79,5	79,7	79,9	80,0	80,2	80,3
160	76,8	78,9	79,5	79,9	80,4	80,5	80,7	80,9	81,0	81,1
200	77,6	79,8	80,4	80,8	81,3	81,4	81,6	81,7	81,8	81,9
250	78,7	80,9	81,5	82,0	82,5	82,6	82,7	82,9	83,0	83,0
315	79,6	81,9	82,4	82,9	83,4	83,5	83,7	83,8	83,9	83,9
400	80,2	82,5	83,1	83,5	84,1	84,2	84,3	84,4	84,5	84,6
500	80,4	82,8	83,3	83,8	84,4	84,4	84,6	84,7	84,8	84,9
630	80,5	82,9	83,4	83,8	84,4	84,5	84,6	84,8	84,9	85,0
800	80,7	83,1	83,6	84,0	84,5	84,6	84,8	85,0	85,1	85,2
1000	81,2	83,6	84,0	84,4	84,9	85,1	85,3	85,4	85,6	85,8
1250	81,8	84,2	84,6	85,0	85,5	85,6	85,9	86,1	86,3	86,5
1600	82,2	84,6	85,0	85,4	85,9	86,0	86,3	86,6	86,8	87,0
2000	81,7	84,2	84,5	84,9	85,3	85,5	85,8	86,1	86,3	86,6
2500	80,6	83,0	83,3	83,6	84,0	84,3	84,6	85,0	85,2	85,6
3150	78,9	81,4	81,6	81,8	82,2	82,5	82,9	83,3	83,6	84,0
4000	76,3	78,7	78,9	79,1	79,4	79,8	80,3	80,7	81,1	81,5
5000	72,2	74,8	74,9	75,1	75,4	75,8	76,3	76,8	77,2	77,6
6300	66,0	68,6	68,8	69,0	69,3	69,8	70,3	70,8	71,2	71,6
8000	57,1	59,7	60,0	60,2	60,6	61,0	61,5	62,0	62,3	62,7
10000	46,7	49,3	49,6	49,8	50,2	50,6	51,1	51,6	52,0	52,3

Tab. 79: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	51,7	52,0	52,2	51,9	51,8	51,7	51,7	51,7	51,6
25	57,7	57,9	58,1	57,9	57,8	57,7	57,7	57,6	57,6
31,5	62,9	63,2	63,4	63,2	63,1	63,0	62,9	62,9	62,9
40	67,4	67,8	68,0	67,7	67,6	67,5	67,5	67,5	67,4
50	71,3	71,7	71,9	71,7	71,6	71,5	71,5	71,4	71,4
63	74,7	75,1	75,3	75,0	74,9	74,8	74,8	74,8	74,7
80	77,5	78,0	78,2	77,9	77,8	77,7	77,7	77,6	77,6
100	79,7	80,1	80,2	80,0	79,8	79,7	79,7	79,7	79,7
125	80,7	81,1	81,2	80,9	80,8	80,7	80,7	80,6	80,6
160	81,5	81,8	81,9	81,5	81,3	81,3	81,2	81,2	81,3
200	82,4	82,5	82,6	82,2	82,0	81,9	81,9	81,9	82,0
250	83,4	83,6	83,6	83,2	83,0	82,9	82,9	82,9	83,0
315	84,3	84,5	84,5	84,1	83,9	83,8	83,8	83,8	83,9
400	85,0	85,2	85,3	84,9	84,7	84,6	84,6	84,7	84,7
500	85,4	85,7	85,8	85,5	85,4	85,4	85,4	85,5	85,6
630	85,5	86,0	86,3	86,0	86,0	86,1	86,2	86,3	86,5
800	85,8	86,4	86,7	86,5	86,6	86,8	87,0	87,2	87,4
1000	86,3	87,0	87,4	87,3	87,6	87,8	88,0	88,2	88,3
1250	87,0	87,8	88,2	88,4	88,7	88,9	89,1	89,2	89,2
1600	87,6	88,5	89,0	89,4	89,7	89,8	89,8	89,8	89,6
2000	87,2	88,3	88,8	89,4	89,5	89,4	89,3	89,1	88,9
2500	86,2	87,4	88,1	88,4	88,2	88,0	87,8	87,6	87,5
3150	84,7	86,0	86,7	86,6	86,2	85,9	85,7	85,5	85,3
4000	82,2	83,5	84,0	83,5	83,1	82,8	82,6	82,4	82,2
5000	78,4	79,5	79,8	79,1	78,6	78,3	78,1	77,9	77,7
6300	72,2	73,2	73,4	72,6	72,2	71,8	71,5	71,3	71,1
8000	63,4	64,3	64,4	63,6	63,1	62,7	62,4	62,1	61,8
10000	53,0	53,9	54,0	53,1	52,5	52,0	51,7	51,3	51,1

7.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 80: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,2	49,7	50,1	50,4	50,8	50,9	51,1	51,3	51,3	51,5
25	54,1	55,6	56,0	56,3	56,7	56,8	57,0	57,2	57,3	57,4
31,5	59,1	60,7	61,1	61,5	61,9	62,0	62,2	62,4	62,5	62,6
40	63,5	65,2	65,6	66,0	66,4	66,5	66,7	66,9	67,0	67,2
50	67,3	69,0	69,4	69,8	70,2	70,3	70,6	70,8	70,9	71,1
63	70,5	72,3	72,7	73,2	73,5	73,7	73,9	74,1	74,2	74,4
80	73,3	75,1	75,6	76,0	76,4	76,5	76,7	77,0	77,1	77,3
100	75,4	77,2	77,7	78,1	78,5	78,6	78,9	79,1	79,2	79,4
125	76,5	78,3	78,8	79,3	79,7	79,8	80,0	80,2	80,3	80,5
160	77,3	79,1	79,6	80,1	80,5	80,6	80,8	81,0	81,1	81,3
200	78,2	80,0	80,5	81,0	81,5	81,6	81,7	81,9	81,9	82,1
250	79,3	81,1	81,7	82,2	82,6	82,7	82,9	83,0	83,0	83,2
315	80,2	82,0	82,6	83,1	83,6	83,6	83,8	83,9	83,9	84,1
400	80,8	82,7	83,2	83,8	84,2	84,3	84,4	84,6	84,6	84,7
500	81,0	82,9	83,5	84,0	84,4	84,5	84,7	84,8	84,9	85,1
630	81,1	83,0	83,5	84,0	84,5	84,5	84,7	84,9	85,0	85,2
800	81,3	83,2	83,7	84,2	84,6	84,7	84,9	85,1	85,2	85,4
1000	81,7	83,7	84,1	84,6	85,0	85,1	85,3	85,5	85,7	85,9
1250	82,3	84,3	84,7	85,1	85,5	85,7	85,9	86,2	86,3	86,6
1600	82,7	84,7	85,1	85,5	85,9	86,1	86,3	86,6	86,8	87,1
2000	82,2	84,2	84,5	84,9	85,3	85,5	85,8	86,1	86,4	86,7
2500	81,0	82,9	83,2	83,6	83,9	84,2	84,6	84,9	85,2	85,5
3150	79,2	81,2	81,4	81,6	82,0	82,3	82,7	83,2	83,5	83,9
4000	76,4	78,4	78,5	78,7	79,1	79,4	79,9	80,4	80,8	81,2
5000	72,1	74,1	74,3	74,4	74,8	75,2	75,7	76,3	76,7	77,1
6300	65,5	67,5	67,7	67,9	68,3	68,7	69,3	69,8	70,2	70,6
8000	55,8	57,9	58,2	58,4	58,8	59,2	59,7	60,3	60,6	61,0
10000	44,4	46,6	46,8	47,0	47,4	47,9	48,4	48,9	49,2	49,6

Tab. 81: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	52,0	52,3	52,2	52,0	51,9	51,9	51,8	51,8	51,8
25	57,9	58,3	58,2	58,0	57,9	57,8	57,8	57,8	57,8
31,5	63,2	63,5	63,5	63,3	63,2	63,1	63,1	63,0	63,0
40	67,7	68,1	68,0	67,8	67,7	67,7	67,6	67,6	67,6
50	71,6	72,0	72,0	71,8	71,7	71,6	71,6	71,6	71,5
63	75,0	75,4	75,3	75,1	75,0	75,0	74,9	74,9	74,9
80	77,8	78,3	78,2	78,0	77,9	77,8	77,8	77,8	77,8
100	79,9	80,4	80,3	80,0	79,9	79,9	79,8	79,8	79,8
125	81,0	81,4	81,3	81,0	80,9	80,8	80,8	80,8	80,8
160	81,7	82,1	81,9	81,6	81,4	81,4	81,4	81,4	81,4
200	82,5	82,8	82,6	82,3	82,1	82,1	82,0	82,1	82,1
250	83,6	83,8	83,6	83,3	83,1	83,1	83,0	83,0	83,1
315	84,5	84,7	84,5	84,1	84,0	83,9	83,9	83,9	84,0
400	85,2	85,5	85,3	84,9	84,8	84,7	84,7	84,8	84,9
500	85,6	86,0	85,9	85,6	85,5	85,5	85,5	85,6	85,7
630	85,7	86,3	86,3	86,1	86,1	86,2	86,3	86,4	86,6
800	86,0	86,7	86,7	86,7	86,8	87,0	87,1	87,3	87,5
1000	86,6	87,3	87,4	87,5	87,7	87,9	88,2	88,3	88,4
1250	87,3	88,1	88,3	88,6	88,8	89,1	89,2	89,2	89,3
1600	87,9	88,8	89,1	89,5	89,8	89,8	89,8	89,7	89,6
2000	87,5	88,5	88,9	89,4	89,4	89,3	89,2	89,0	88,9
2500	86,4	87,6	88,1	88,3	88,0	87,8	87,6	87,5	87,3
3150	84,9	86,1	86,5	86,2	85,8	85,6	85,4	85,2	85,1
4000	82,2	83,4	83,5	82,9	82,5	82,3	82,1	81,9	81,7
5000	78,1	79,1	78,9	78,2	77,8	77,6	77,3	77,1	76,9
6300	71,5	72,3	72,1	71,3	70,9	70,6	70,3	70,1	69,9
8000	61,9	62,7	62,4	61,6	61,1	60,7	60,4	60,2	59,9
10000	50,5	51,3	51,0	50,0	49,5	49,1	48,7	48,4	48,2

7.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 82: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,8	49,9	50,3	50,6	50,9	51,1	51,3	51,4	51,5	51,8
25	54,7	55,8	56,2	56,5	56,9	57,0	57,2	57,4	57,5	57,7
31,5	59,8	60,9	61,3	61,7	62,0	62,2	62,4	62,6	62,7	63,0
40	64,2	65,4	65,8	66,2	66,5	66,7	66,9	67,1	67,2	67,5
50	67,9	69,2	69,6	70,0	70,4	70,6	70,8	71,0	71,1	71,4
63	71,2	72,5	73,0	73,3	73,7	73,9	74,1	74,3	74,4	74,7
80	74,0	75,3	75,8	76,2	76,5	76,7	76,9	77,2	77,3	77,6
100	76,1	77,4	77,9	78,3	78,7	78,9	79,0	79,3	79,4	79,7
125	77,2	78,5	79,0	79,5	79,8	80,0	80,2	80,4	80,5	80,8
160	78,0	79,3	79,9	80,4	80,7	80,9	81,0	81,2	81,3	81,5
200	78,8	80,2	80,7	81,3	81,6	81,8	81,9	82,1	82,1	82,3
250	79,9	81,3	81,9	82,4	82,8	82,9	83,0	83,2	83,2	83,4
315	80,8	82,2	82,8	83,3	83,7	83,8	83,9	84,1	84,1	84,3
400	81,4	82,8	83,4	84,0	84,3	84,4	84,5	84,7	84,7	85,0
500	81,6	83,1	83,6	84,2	84,5	84,7	84,8	85,0	85,0	85,3
630	81,7	83,1	83,7	84,2	84,5	84,7	84,8	85,0	85,1	85,4
800	81,9	83,3	83,8	84,3	84,7	84,8	85,0	85,2	85,3	85,6
1000	82,4	83,8	84,2	84,7	85,0	85,2	85,4	85,6	85,8	86,1
1250	82,9	84,3	84,8	85,2	85,6	85,8	86,0	86,2	86,4	86,8
1600	83,3	84,7	85,1	85,5	85,9	86,1	86,4	86,7	86,9	87,3
2000	82,8	84,1	84,5	84,8	85,2	85,5	85,8	86,1	86,3	86,8
2500	81,5	82,8	83,1	83,4	83,8	84,1	84,5	84,8	85,1	85,6
3150	79,6	80,8	81,1	81,3	81,7	82,1	82,5	82,9	83,2	83,8
4000	76,5	77,8	78,0	78,1	78,5	79,0	79,4	79,9	80,3	80,9
5000	71,9	73,2	73,4	73,5	73,9	74,4	74,9	75,4	75,8	76,4
6300	64,6	66,0	66,2	66,4	66,8	67,4	67,9	68,4	68,7	69,3
8000	54,1	55,5	55,8	56,0	56,4	56,9	57,4	57,9	58,2	58,7
10000	41,3	42,8	43,0	43,2	43,7	44,2	44,7	45,2	45,5	46,0

Tab. 83: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	52,2	52,5	52,3	52,1	52,1	52,0	52,0	52,0	51,9
25	58,1	58,5	58,3	58,1	58,0	58,0	58,0	57,9	57,9
31,5	63,4	63,8	63,6	63,4	63,3	63,3	63,2	63,2	63,2
40	68,0	68,4	68,1	67,9	67,9	67,8	67,8	67,8	67,8
50	71,9	72,3	72,1	71,9	71,8	71,8	71,7	71,7	71,7
63	75,3	75,7	75,4	75,2	75,2	75,1	75,1	75,1	75,1
80	78,1	78,5	78,3	78,1	78,0	78,0	78,0	77,9	77,9
100	80,2	80,6	80,4	80,2	80,1	80,0	80,0	80,0	80,0
125	81,3	81,6	81,3	81,1	81,0	81,0	81,0	80,9	80,9
160	82,0	82,3	81,9	81,7	81,6	81,5	81,5	81,6	81,6
200	82,7	83,0	82,6	82,4	82,3	82,2	82,2	82,2	82,3
250	83,8	84,0	83,6	83,4	83,3	83,2	83,2	83,2	83,2
315	84,7	84,9	84,5	84,2	84,1	84,0	84,1	84,1	84,1
400	85,4	85,6	85,2	85,0	84,9	84,9	84,9	84,9	85,0
500	85,8	86,2	85,8	85,6	85,6	85,6	85,7	85,8	85,9
630	86,1	86,5	86,3	86,2	86,3	86,3	86,5	86,6	86,8
800	86,3	86,9	86,8	86,8	87,0	87,1	87,3	87,5	87,6
1000	86,9	87,5	87,5	87,7	87,9	88,1	88,3	88,5	88,5
1250	87,6	88,3	88,4	88,7	89,0	89,2	89,3	89,3	89,3
1600	88,2	89,0	89,3	89,7	89,8	89,8	89,8	89,7	89,5
2000	87,8	88,7	89,2	89,4	89,3	89,2	89,0	88,8	88,7
2500	86,7	87,7	88,1	88,0	87,8	87,6	87,4	87,2	87,1
3150	85,0	86,0	86,1	85,7	85,4	85,2	85,0	84,8	84,7
4000	82,2	83,0	82,7	82,2	81,9	81,6	81,4	81,2	81,1
5000	77,6	78,2	77,7	77,1	76,8	76,5	76,3	76,1	75,9
6300	70,3	70,9	70,3	69,6	69,3	69,0	68,7	68,5	68,3
8000	59,8	60,3	59,6	58,9	58,5	58,1	57,8	57,6	57,4
10000	47,0	47,5	46,8	46,0	45,5	45,1	44,8	44,5	44,2

7.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 84: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,8	49,9	50,3	50,6	50,9	51,1	51,3	51,4	51,5	51,8
25	54,7	55,8	56,2	56,5	56,9	57,0	57,2	57,4	57,5	57,7
31,5	59,8	60,9	61,3	61,7	62,0	62,2	62,4	62,6	62,7	63,0
40	64,2	65,4	65,8	66,2	66,5	66,7	66,9	67,1	67,2	67,5
50	67,9	69,2	69,6	70,0	70,4	70,6	70,8	71,0	71,1	71,4
63	71,2	72,5	73,0	73,3	73,7	73,9	74,1	74,3	74,4	74,7
80	74,0	75,3	75,8	76,2	76,5	76,7	76,9	77,2	77,3	77,6
100	76,1	77,4	77,9	78,3	78,7	78,9	79,0	79,3	79,4	79,7
125	77,2	78,5	79,0	79,5	79,8	80,0	80,2	80,4	80,5	80,8
160	78,0	79,3	79,9	80,4	80,7	80,9	81,0	81,2	81,3	81,5
200	78,8	80,2	80,7	81,3	81,6	81,8	81,9	82,1	82,1	82,3
250	79,9	81,3	81,9	82,4	82,8	82,9	83,0	83,2	83,2	83,4
315	80,8	82,2	82,8	83,3	83,7	83,8	83,9	84,1	84,1	84,3
400	81,4	82,8	83,4	84,0	84,3	84,4	84,5	84,7	84,7	85,0
500	81,6	83,1	83,6	84,2	84,5	84,7	84,8	85,0	85,0	85,3
630	81,7	83,1	83,7	84,2	84,5	84,7	84,8	85,0	85,1	85,4
800	81,9	83,3	83,8	84,3	84,7	84,8	85,0	85,2	85,3	85,6
1000	82,4	83,8	84,2	84,7	85,0	85,2	85,4	85,6	85,8	86,1
1250	82,9	84,3	84,8	85,2	85,6	85,8	86,0	86,2	86,4	86,8
1600	83,3	84,7	85,1	85,5	85,9	86,1	86,4	86,7	86,9	87,3
2000	82,8	84,1	84,5	84,8	85,2	85,5	85,8	86,1	86,3	86,8
2500	81,5	82,8	83,1	83,4	83,8	84,1	84,5	84,8	85,1	85,6
3150	79,6	80,8	81,1	81,3	81,7	82,1	82,5	82,9	83,2	83,8
4000	76,5	77,8	78,0	78,1	78,5	79,0	79,4	79,9	80,3	80,9
5000	71,9	73,2	73,4	73,5	73,9	74,4	74,9	75,4	75,8	76,4
6300	64,6	66,0	66,2	66,4	66,8	67,4	67,9	68,4	68,7	69,3
8000	54,1	55,5	55,8	56,0	56,4	56,9	57,4	57,9	58,2	58,7
10000	41,3	42,8	43,0	43,2	43,7	44,2	44,7	45,2	45,5	46,0

Tab. 85: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	52,2	52,5	52,3	52,1	52,1	52,0	52,0	52,0	51,9
25	58,1	58,5	58,3	58,1	58,0	58,0	58,0	57,9	57,9
31,5	63,4	63,8	63,6	63,4	63,3	63,3	63,2	63,2	63,2
40	68,0	68,4	68,1	67,9	67,9	67,8	67,8	67,8	67,8
50	71,9	72,3	72,1	71,9	71,8	71,8	71,7	71,7	71,7
63	75,3	75,7	75,4	75,2	75,2	75,1	75,1	75,1	75,1
80	78,1	78,5	78,3	78,1	78,0	78,0	78,0	77,9	77,9
100	80,2	80,6	80,4	80,2	80,1	80,0	80,0	80,0	80,0
125	81,3	81,6	81,3	81,1	81,0	81,0	81,0	80,9	80,9
160	82,0	82,3	81,9	81,7	81,6	81,5	81,5	81,6	81,6
200	82,7	83,0	82,6	82,4	82,3	82,2	82,2	82,2	82,3
250	83,8	84,0	83,6	83,4	83,3	83,2	83,2	83,2	83,2
315	84,7	84,9	84,5	84,2	84,1	84,0	84,1	84,1	84,1
400	85,4	85,6	85,2	85,0	84,9	84,9	84,9	84,9	85,0
500	85,8	86,2	85,8	85,6	85,6	85,6	85,7	85,8	85,9
630	86,1	86,5	86,3	86,2	86,3	86,3	86,5	86,6	86,8
800	86,3	86,9	86,8	86,8	87,0	87,1	87,3	87,5	87,6
1000	86,9	87,5	87,5	87,7	87,9	88,1	88,3	88,5	88,5
1250	87,6	88,3	88,4	88,7	89,0	89,2	89,3	89,3	89,3
1600	88,2	89,0	89,3	89,7	89,8	89,8	89,8	89,7	89,5
2000	87,8	88,7	89,2	89,4	89,3	89,2	89,0	88,8	88,7
2500	86,7	87,7	88,1	88,0	87,8	87,6	87,4	87,2	87,1
3150	85,0	86,0	86,1	85,7	85,4	85,2	85,0	84,8	84,7
4000	82,2	83,0	82,7	82,2	81,9	81,6	81,4	81,2	81,1
5000	77,6	78,2	77,7	77,1	76,8	76,5	76,3	76,1	75,9
6300	70,3	70,9	70,3	69,6	69,3	69,0	68,7	68,5	68,3
8000	59,8	60,3	59,6	58,9	58,5	58,1	57,8	57,6	57,4
10000	47,0	47,5	46,8	46,0	45,5	45,1	44,8	44,5	44,2

7.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 86: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,8	49,9	50,3	50,6	50,9	51,1	51,3	51,4	51,5	51,8
25	54,7	55,8	56,2	56,5	56,9	57,0	57,2	57,4	57,5	57,7
31,5	59,8	60,9	61,3	61,7	62,0	62,2	62,4	62,6	62,7	63,0
40	64,2	65,4	65,8	66,2	66,5	66,7	66,9	67,1	67,2	67,5
50	67,9	69,2	69,6	70,0	70,4	70,6	70,8	71,0	71,1	71,4
63	71,2	72,5	73,0	73,3	73,7	73,9	74,1	74,3	74,4	74,7
80	74,0	75,3	75,8	76,2	76,5	76,7	76,9	77,2	77,3	77,6
100	76,1	77,4	77,9	78,3	78,7	78,9	79,0	79,3	79,4	79,7
125	77,2	78,5	79,0	79,5	79,8	80,0	80,2	80,4	80,5	80,8
160	78,0	79,3	79,9	80,4	80,7	80,9	81,0	81,2	81,3	81,5
200	78,8	80,2	80,7	81,3	81,6	81,8	81,9	82,1	82,1	82,3
250	79,9	81,3	81,9	82,4	82,8	82,9	83,0	83,2	83,2	83,4
315	80,8	82,2	82,8	83,3	83,7	83,8	83,9	84,1	84,1	84,3
400	81,4	82,8	83,4	84,0	84,3	84,4	84,5	84,7	84,7	85,0
500	81,6	83,1	83,6	84,2	84,5	84,7	84,8	85,0	85,0	85,3
630	81,7	83,1	83,7	84,2	84,5	84,7	84,8	85,0	85,1	85,4
800	81,9	83,3	83,8	84,3	84,7	84,8	85,0	85,2	85,3	85,6
1000	82,4	83,8	84,2	84,7	85,0	85,2	85,4	85,6	85,8	86,1
1250	82,9	84,3	84,8	85,2	85,6	85,8	86,0	86,2	86,4	86,8
1600	83,3	84,7	85,1	85,5	85,9	86,1	86,4	86,7	86,9	87,3
2000	82,8	84,1	84,5	84,8	85,2	85,5	85,8	86,1	86,3	86,8
2500	81,5	82,8	83,1	83,4	83,8	84,1	84,5	84,8	85,1	85,6
3150	79,6	80,8	81,1	81,3	81,7	82,1	82,5	82,9	83,2	83,8
4000	76,5	77,8	78,0	78,1	78,5	79,0	79,4	79,9	80,3	80,9
5000	71,9	73,2	73,4	73,5	73,9	74,4	74,9	75,4	75,8	76,4
6300	64,6	66,0	66,2	66,4	66,8	67,4	67,9	68,4	68,7	69,3
8000	54,1	55,5	55,8	56,0	56,4	56,9	57,4	57,9	58,2	58,7
10000	41,3	42,8	43,0	43,2	43,7	44,2	44,7	45,2	45,5	46,0

Tab. 87: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmittenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	52,2	52,5	52,3	52,1	52,1	52,0	52,0	52,0	51,9
25	58,1	58,5	58,3	58,1	58,0	58,0	58,0	57,9	57,9
31,5	63,4	63,8	63,6	63,4	63,3	63,3	63,2	63,2	63,2
40	68,0	68,4	68,1	67,9	67,9	67,8	67,8	67,8	67,8
50	71,9	72,3	72,1	71,9	71,8	71,8	71,7	71,7	71,7
63	75,3	75,7	75,4	75,2	75,2	75,1	75,1	75,1	75,1
80	78,1	78,5	78,3	78,1	78,0	78,0	78,0	77,9	77,9
100	80,2	80,6	80,4	80,2	80,1	80,0	80,0	80,0	80,0
125	81,3	81,6	81,3	81,1	81,0	81,0	81,0	80,9	80,9
160	82,0	82,3	81,9	81,7	81,6	81,5	81,5	81,6	81,6
200	82,7	83,0	82,6	82,4	82,3	82,2	82,2	82,2	82,3
250	83,8	84,0	83,6	83,4	83,3	83,2	83,2	83,2	83,2
315	84,7	84,9	84,5	84,2	84,1	84,0	84,1	84,1	84,1
400	85,4	85,6	85,2	85,0	84,9	84,9	84,9	84,9	85,0
500	85,8	86,2	85,8	85,6	85,6	85,6	85,7	85,8	85,9
630	86,1	86,5	86,3	86,2	86,3	86,3	86,5	86,6	86,8
800	86,3	86,9	86,8	86,8	87,0	87,1	87,3	87,5	87,6
1000	86,9	87,5	87,5	87,7	87,9	88,1	88,3	88,5	88,5
1250	87,6	88,3	88,4	88,7	89,0	89,2	89,3	89,3	89,3
1600	88,2	89,0	89,3	89,7	89,8	89,8	89,8	89,7	89,5
2000	87,8	88,7	89,2	89,4	89,3	89,2	89,0	88,8	88,7
2500	86,7	87,7	88,1	88,0	87,8	87,6	87,4	87,2	87,1
3150	85,0	86,0	86,1	85,7	85,4	85,2	85,0	84,8	84,7
4000	82,2	83,0	82,7	82,2	81,9	81,6	81,4	81,2	81,1
5000	77,6	78,2	77,7	77,1	76,8	76,5	76,3	76,1	75,9
6300	70,3	70,9	70,3	69,6	69,3	69,0	68,7	68,5	68,3
8000	59,8	60,3	59,6	58,9	58,5	58,1	57,8	57,6	57,4
10000	47,0	47,5	46,8	46,0	45,5	45,1	44,8	44,5	44,2

7.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 88: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,2	50,1	50,4	50,9	51,1	51,3	51,4	51,6	51,7	52,1
25	55,1	55,9	56,3	56,8	57,0	57,2	57,4	57,5	57,6	58,0
31,5	60,2	61,1	61,5	62,0	62,2	62,4	62,6	62,8	62,9	63,3
40	64,6	65,5	66,0	66,4	66,7	66,9	67,1	67,3	67,4	67,8
50	68,4	69,4	69,8	70,3	70,5	70,7	70,9	71,2	71,3	71,7
63	71,6	72,7	73,1	73,6	73,8	74,1	74,3	74,5	74,6	75,0
80	74,4	75,5	76,0	76,4	76,7	76,9	77,1	77,3	77,5	77,9
100	76,5	77,6	78,1	78,6	78,8	79,0	79,2	79,4	79,6	80,0
125	77,6	78,7	79,2	79,7	80,0	80,2	80,3	80,5	80,7	81,1
160	78,4	79,5	80,0	80,6	80,8	81,0	81,2	81,3	81,4	81,8
200	79,3	80,4	80,9	81,5	81,7	81,9	82,0	82,2	82,3	82,7
250	80,4	81,5	82,0	82,6	82,9	83,0	83,1	83,3	83,3	83,7
315	81,2	82,4	82,9	83,5	83,8	83,9	84,0	84,1	84,2	84,6
400	81,8	83,0	83,6	84,1	84,4	84,5	84,6	84,8	84,9	85,3
500	82,1	83,2	83,8	84,4	84,6	84,8	84,9	85,0	85,2	85,6
630	82,1	83,3	83,8	84,4	84,6	84,8	84,9	85,1	85,2	85,7
800	82,3	83,4	83,9	84,5	84,7	84,9	85,0	85,2	85,4	85,9
1000	82,7	83,9	84,3	84,8	85,1	85,3	85,5	85,7	85,9	86,4
1250	83,3	84,4	84,8	85,3	85,6	85,8	86,0	86,3	86,5	87,0
1600	83,6	84,7	85,1	85,6	85,9	86,1	86,4	86,7	86,9	87,5
2000	83,0	84,1	84,4	84,9	85,2	85,5	85,8	86,1	86,3	86,9
2500	81,7	82,6	83,0	83,4	83,7	84,0	84,4	84,7	85,0	85,6
3150	79,6	80,6	80,8	81,1	81,5	81,9	82,3	82,7	83,1	83,7
4000	76,3	77,3	77,4	77,7	78,1	78,5	79,0	79,5	79,9	80,6
5000	71,4	72,3	72,5	72,7	73,1	73,6	74,2	74,7	75,1	75,8
6300	63,6	64,7	64,9	65,1	65,5	66,1	66,6	67,1	67,5	68,1
8000	52,2	53,3	53,5	53,8	54,2	54,8	55,3	55,7	56,1	56,7
10000	38,3	39,3	39,6	39,9	40,3	40,8	41,3	41,8	42,2	42,8

Tab. 89: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	52,4	52,6	52,4	52,3	52,2	52,2	52,1	52,1	52,1
25	58,4	58,6	58,4	58,2	58,2	58,1	58,1	58,1	58,1
31,5	63,6	63,9	63,6	63,5	63,4	63,4	63,4	63,3	63,4
40	68,2	68,5	68,2	68,1	68,0	68,0	67,9	67,9	67,9
50	72,2	72,4	72,1	72,0	71,9	71,9	71,9	71,8	71,9
63	75,5	75,8	75,5	75,4	75,3	75,3	75,2	75,2	75,2
80	78,4	78,6	78,4	78,2	78,2	78,1	78,1	78,1	78,1
100	80,5	80,7	80,4	80,3	80,2	80,2	80,1	80,1	80,1
125	81,5	81,7	81,3	81,2	81,1	81,1	81,1	81,1	81,1
160	82,2	82,3	81,9	81,8	81,7	81,7	81,7	81,7	81,7
200	82,9	83,0	82,6	82,4	82,4	82,3	82,3	82,4	82,4
250	84,0	84,0	83,6	83,4	83,4	83,3	83,3	83,3	83,4
315	84,8	84,9	84,5	84,3	84,2	84,2	84,2	84,2	84,2
400	85,5	85,6	85,2	85,1	85,0	85,0	85,0	85,1	85,1
500	86,0	86,2	85,8	85,7	85,7	85,7	85,8	85,9	86,0
630	86,3	86,5	86,3	86,3	86,4	86,5	86,6	86,7	86,9
800	86,6	86,9	86,8	86,9	87,1	87,3	87,4	87,6	87,7
1000	87,2	87,6	87,6	87,8	88,0	88,2	88,4	88,5	88,6
1250	87,9	88,4	88,5	88,8	89,1	89,2	89,3	89,3	89,3
1600	88,5	89,0	89,4	89,7	89,8	89,8	89,7	89,6	89,5
2000	88,0	88,7	89,2	89,3	89,2	89,0	88,9	88,7	88,6
2500	86,9	87,6	88,0	87,8	87,5	87,3	87,2	87,0	86,9
3150	85,1	85,8	85,7	85,3	85,0	84,8	84,6	84,5	84,4
4000	82,0	82,6	82,0	81,6	81,3	81,0	80,8	80,6	80,5
5000	77,0	77,3	76,6	76,2	75,8	75,6	75,4	75,2	75,0
6300	69,2	69,4	68,6	68,1	67,8	67,5	67,2	67,0	66,8
8000	57,8	58,0	57,1	56,5	56,1	55,8	55,5	55,3	55,1
10000	43,8	44,0	43,0	42,4	41,9	41,5	41,2	40,9	40,7

7.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 90: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	49,3	50,2	50,6	51,0	51,2	51,4	51,5	51,7	51,8	52,3
25	55,2	56,0	56,5	56,9	57,1	57,3	57,4	57,6	57,8	58,2
31,5	60,3	61,2	61,6	62,1	62,3	62,5	62,6	62,8	63,0	63,4
40	64,7	65,6	66,1	66,5	66,8	67,0	67,2	67,3	67,5	68,0
50	68,5	69,5	69,9	70,4	70,6	70,9	71,0	71,2	71,4	71,9
63	71,8	72,8	73,3	73,7	74,0	74,2	74,3	74,6	74,7	75,2
80	74,6	75,6	76,1	76,5	76,8	77,0	77,2	77,4	77,6	78,1
100	76,7	77,7	78,2	78,7	78,9	79,2	79,3	79,5	79,7	80,2
125	77,8	78,8	79,3	79,8	80,1	80,3	80,4	80,6	80,8	81,2
160	78,5	79,6	80,2	80,7	80,9	81,1	81,3	81,4	81,5	82,0
200	79,4	80,5	81,0	81,6	81,8	82,0	82,1	82,3	82,4	82,8
250	80,5	81,6	82,1	82,7	82,9	83,1	83,2	83,3	83,4	83,9
315	81,4	82,5	83,0	83,6	83,8	84,0	84,1	84,2	84,3	84,7
400	82,0	83,1	83,6	84,3	84,5	84,6	84,7	84,9	84,9	85,4
500	82,2	83,3	83,9	84,5	84,7	84,8	85,0	85,1	85,2	85,7
630	82,2	83,3	83,9	84,5	84,7	84,8	85,0	85,2	85,3	85,8
800	82,4	83,5	84,0	84,6	84,8	85,0	85,1	85,3	85,5	86,0
1000	82,8	83,9	84,4	84,9	85,1	85,3	85,5	85,7	85,9	86,5
1250	83,4	84,4	84,9	85,4	85,6	85,9	86,1	86,3	86,5	87,1
1600	83,7	84,7	85,2	85,6	85,9	86,2	86,4	86,7	86,9	87,6
2000	83,0	84,0	84,4	84,8	85,1	85,5	85,7	86,1	86,4	87,0
2500	81,6	82,5	82,9	83,3	83,6	84,0	84,3	84,6	85,0	85,7
3150	79,5	80,4	80,6	80,9	81,3	81,7	82,1	82,5	82,9	83,7
4000	76,1	76,9	77,1	77,4	77,8	78,3	78,7	79,2	79,6	80,4
5000	70,9	71,8	72,0	72,2	72,7	73,2	73,7	74,2	74,6	75,4
6300	62,8	63,8	64,0	64,3	64,7	65,3	65,8	66,2	66,7	67,4
8000	50,9	51,9	52,2	52,4	52,9	53,5	53,9	54,4	54,8	55,5
10000	36,2	37,2	37,5	37,8	38,3	38,8	39,2	39,7	40,1	40,8

Tab. 91: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	52,6	52,7	52,5	52,3	52,3	52,2	52,2	52,2	52,2
25	58,6	58,7	58,5	58,3	58,3	58,2	58,2	58,2	58,2
31,5	63,8	64,0	63,7	63,6	63,5	63,5	63,5	63,5	63,4
40	68,4	68,6	68,3	68,2	68,1	68,1	68,0	68,0	68,0
50	72,3	72,5	72,2	72,1	72,0	72,0	72,0	72,0	71,9
63	75,7	75,9	75,6	75,5	75,4	75,3	75,3	75,3	75,3
80	78,6	78,7	78,5	78,3	78,3	78,2	78,2	78,2	78,1
100	80,7	80,8	80,5	80,4	80,3	80,2	80,2	80,2	80,2
125	81,7	81,8	81,4	81,3	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2
160	82,3	82,4	82,0	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8
200	83,1	83,1	82,7	82,5	82,4	82,4	82,4	82,5	82,5
250	84,1	84,1	83,7	83,5	83,4	83,4	83,4	83,4	83,5
315	84,9	84,9	84,5	84,3	84,2	84,2	84,2	84,3	84,3
400	85,7	85,6	85,2	85,1	85,0	85,0	85,1	85,1	85,2
500	86,1	86,2	85,9	85,7	85,7	85,8	85,9	86,0	86,1
630	86,4	86,6	86,3	86,3	86,4	86,5	86,7	86,8	87,0
800	86,7	87,0	86,9	87,0	87,1	87,3	87,5	87,7	87,8
1000	87,3	87,6	87,6	87,8	88,1	88,3	88,5	88,6	88,6
1250	88,0	88,4	88,6	88,9	89,1	89,3	89,3	89,3	89,3
1600	88,6	89,0	89,5	89,8	89,8	89,8	89,7	89,6	89,5
2000	88,1	88,7	89,2	89,3	89,2	89,0	88,8	88,7	88,5
2500	87,0	87,6	87,9	87,7	87,4	87,2	87,0	86,9	86,7
3150	85,1	85,7	85,5	85,1	84,9	84,6	84,5	84,3	84,1
4000	81,8	82,3	81,6	81,2	80,9	80,7	80,5	80,3	80,2
5000	76,6	76,8	76,1	75,6	75,3	75,0	74,8	74,6	74,4
6300	68,5	68,5	67,7	67,2	66,9	66,6	66,4	66,2	65,9
8000	56,5	56,6	55,7	55,1	54,7	54,4	54,1	53,9	53,6
10000	41,8	41,8	40,8	40,2	39,8	39,4	39,1	38,8	38,6

8 Betriebsmodus 97,5 dB

8.1 Terzbandpegel NH

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 92: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_H in m/s										
	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
20	49,0	49,3	49,7	49,9	50,1	50,2	50,3	50,4	50,6	50,7	50,8
25	54,9	55,1	55,5	55,8	56,0	56,1	56,2	56,3	56,4	56,5	56,7
31,5	60,0	60,2	60,6	60,9	61,1	61,2	61,3	61,5	61,6	61,7	61,9
40	64,4	64,7	65,0	65,3	65,5	65,7	65,8	65,9	66,1	66,2	66,3
50	68,2	68,5	68,9	69,1	69,3	69,5	69,6	69,8	69,9	70,0	70,2
63	71,4	71,7	72,1	72,4	72,6	72,8	72,9	73,1	73,2	73,3	73,5
80	74,2	74,6	75,0	75,2	75,5	75,6	75,7	75,9	76,0	76,2	76,3
100	76,3	76,7	77,1	77,3	77,6	77,7	77,8	78,0	78,2	78,3	78,4
125	77,5	77,8	78,2	78,5	78,7	78,9	79,0	79,1	79,3	79,4	79,5
160	78,3	78,6	79,1	79,4	79,5	79,7	79,8	79,9	80,1	80,1	80,3
200	79,1	79,5	79,9	80,3	80,4	80,6	80,6	80,8	81,0	81,0	81,1
250	80,2	80,6	81,1	81,4	81,6	81,7	81,8	81,9	82,0	82,1	82,2
315	81,1	81,5	81,9	82,3	82,4	82,6	82,6	82,8	82,9	82,9	83,0
400	81,7	82,1	82,5	82,9	83,0	83,2	83,2	83,4	83,5	83,5	83,7
500	81,9	82,3	82,7	83,1	83,2	83,4	83,4	83,6	83,8	83,8	83,9
630	81,9	82,3	82,7	83,1	83,2	83,4	83,5	83,6	83,8	83,8	84,0
800	82,1	82,4	82,9	83,2	83,3	83,5	83,6	83,8	83,9	84,0	84,2
1000	82,5	82,8	83,3	83,6	83,7	83,9	84,0	84,2	84,4	84,5	84,7
1250	83,1	83,4	83,8	84,1	84,3	84,4	84,6	84,8	85,0	85,1	85,3
1600	83,4	83,7	84,1	84,3	84,6	84,8	84,9	85,1	85,4	85,5	85,8
2000	82,8	83,0	83,4	83,6	83,9	84,1	84,3	84,5	84,8	85,0	85,2
2500	81,5	81,6	82,0	82,2	82,5	82,7	82,9	83,2	83,5	83,7	84,0
3150	79,5	79,6	79,9	80,1	80,4	80,7	80,9	81,2	81,5	81,8	82,1
4000	76,4	76,5	76,7	76,8	77,2	77,6	77,8	78,2	78,5	78,8	79,2
5000	71,8	71,9	72,1	72,2	72,6	73,0	73,2	73,6	74,0	74,3	74,7
6300	64,6	64,7	64,9	65,0	65,5	65,8	66,1	66,5	66,9	67,2	67,5
8000	54,0	54,2	54,4	54,6	55,0	55,4	55,6	56,0	56,3	56,6	57,0
10000	41,3	41,4	41,7	41,8	42,3	42,7	42,9	43,3	43,6	43,9	44,3

Tab. 93: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_H in m/s									
	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
20	50,9	51,1	51,5	51,6	51,8	51,7	51,5	51,4	51,3	51,3
25	56,8	57,0	57,4	57,5	57,8	57,6	57,5	57,3	57,3	57,3
31,5	62,0	62,2	62,6	62,8	63,0	62,8	62,7	62,6	62,5	62,5
40	66,5	66,6	67,1	67,3	67,5	67,4	67,2	67,1	67,0	67,0
50	70,3	70,5	70,9	71,2	71,4	71,3	71,1	71,0	70,9	70,9
63	73,6	73,8	74,3	74,5	74,8	74,6	74,5	74,3	74,3	74,3
80	76,5	76,6	77,1	77,4	77,6	77,5	77,3	77,2	77,1	77,1
100	78,6	78,7	79,2	79,5	79,7	79,5	79,4	79,2	79,2	79,2
125	79,7	79,8	80,2	80,5	80,7	80,5	80,3	80,2	80,1	80,1
160	80,4	80,6	81,0	81,2	81,3	81,1	80,8	80,7	80,7	80,7
200	81,2	81,4	81,8	81,9	82,0	81,8	81,5	81,4	81,3	81,3
250	82,3	82,4	82,8	83,0	83,0	82,8	82,5	82,4	82,3	82,3
315	83,2	83,3	83,7	83,8	83,9	83,6	83,4	83,2	83,2	83,1
400	83,8	83,9	84,3	84,5	84,6	84,4	84,1	84,0	84,0	83,9
500	84,1	84,2	84,7	85,0	85,1	84,9	84,7	84,7	84,6	84,7
630	84,2	84,3	84,8	85,3	85,5	85,4	85,2	85,2	85,3	85,3
800	84,4	84,5	85,0	85,6	85,9	85,8	85,7	85,8	85,9	86,1
1000	84,9	85,1	85,6	86,2	86,5	86,5	86,5	86,7	86,9	87,0
1250	85,5	85,7	86,2	87,0	87,3	87,4	87,6	87,8	87,9	88,1
1600	86,0	86,2	86,8	87,5	88,0	88,1	88,5	88,7	88,8	88,8
2000	85,5	85,8	86,3	87,2	87,7	88,0	88,4	88,3	88,2	88,2
2500	84,3	84,6	85,2	86,1	86,7	87,1	87,1	86,9	86,7	86,6
3150	82,4	82,8	83,4	84,5	85,0	85,2	84,9	84,6	84,3	84,2
4000	79,5	79,9	80,5	81,6	82,0	81,8	81,3	81,0	80,8	80,6
5000	75,0	75,4	76,0	76,9	77,2	76,8	76,3	75,9	75,7	75,5
6300	67,8	68,2	68,7	69,5	69,8	69,4	68,8	68,4	68,2	68,0
8000	57,3	57,6	58,2	58,9	59,2	58,7	58,1	57,7	57,4	57,2
10000	44,6	44,9	45,5	46,2	46,4	45,9	45,2	44,8	44,4	44,2

8.2 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 94: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 95: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

8.3 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 96: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	46,8	48,8	49,2	49,6	49,8	50,0	50,2	50,3	50,5	50,7
25	52,6	54,6	55,0	55,5	55,7	55,9	56,1	56,2	56,4	56,6
31,5	57,7	59,7	60,1	60,6	60,8	61,0	61,3	61,4	61,5	61,8
40	62,0	64,1	64,6	65,0	65,3	65,5	65,7	65,9	66,0	66,3
50	65,8	67,9	68,4	68,8	69,1	69,3	69,6	69,7	69,9	70,1
63	69,0	71,2	71,6	72,1	72,4	72,6	72,8	73,0	73,2	73,4
80	71,8	74,0	74,5	74,9	75,2	75,4	75,7	75,9	76,0	76,3
100	73,9	76,1	76,6	77,1	77,3	77,5	77,8	78,0	78,1	78,4
125	75,0	77,2	77,7	78,2	78,5	78,7	78,9	79,1	79,2	79,5
160	75,8	78,0	78,5	79,1	79,3	79,5	79,7	79,9	80,0	80,2
200	76,7	78,9	79,4	80,0	80,3	80,4	80,6	80,7	80,8	81,0
250	77,8	80,0	80,6	81,1	81,4	81,5	81,7	81,8	81,9	82,1
315	78,7	80,9	81,5	82,1	82,3	82,4	82,6	82,7	82,8	83,0
400	79,3	81,5	82,1	82,7	82,9	83,0	83,2	83,3	83,5	83,6
500	79,5	81,7	82,3	82,9	83,1	83,3	83,4	83,6	83,7	84,0
630	79,6	81,8	82,3	82,9	83,1	83,3	83,5	83,7	83,8	84,1
800	79,8	82,0	82,5	83,0	83,3	83,5	83,7	83,9	84,0	84,3
1000	80,3	82,4	82,9	83,5	83,7	83,9	84,1	84,4	84,6	84,8
1250	80,9	83,0	83,5	84,0	84,3	84,5	84,8	85,0	85,2	85,6
1600	81,3	83,5	83,9	84,4	84,7	84,9	85,3	85,5	85,8	86,1
2000	80,8	82,9	83,3	83,8	84,1	84,4	84,8	85,0	85,3	85,7
2500	79,7	81,8	82,1	82,5	82,9	83,2	83,6	83,9	84,3	84,7
3150	78,0	80,1	80,3	80,6	81,1	81,4	81,9	82,3	82,7	83,2
4000	75,4	77,4	77,6	77,8	78,3	78,8	79,3	79,7	80,1	80,7
5000	71,4	73,4	73,6	73,8	74,3	74,8	75,4	75,8	76,2	76,8
6300	65,1	67,2	67,5	67,7	68,2	68,7	69,3	69,7	70,1	70,6
8000	56,2	58,3	58,6	58,9	59,4	59,9	60,4	60,8	61,2	61,7
10000	45,8	47,9	48,2	48,5	49,0	49,5	50,0	50,5	50,9	51,3

Tab. 97: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	51,1	51,3	51,4	51,1	51,0	51,0	51,0	51,0	51,0
25	57,0	57,3	57,3	57,1	57,0	56,9	56,9	56,9	56,9
31,5	62,2	62,5	62,6	62,3	62,2	62,2	62,1	62,1	62,1
40	66,7	67,0	67,1	66,8	66,8	66,7	66,7	66,7	66,7
50	70,6	70,9	71,0	70,7	70,7	70,6	70,6	70,6	70,6
63	73,9	74,3	74,3	74,1	74,0	73,9	73,9	73,9	73,9
80	76,7	77,2	77,2	76,9	76,9	76,8	76,8	76,8	76,8
100	78,8	79,2	79,3	79,0	78,9	78,8	78,8	78,8	78,8
125	79,9	80,3	80,2	79,9	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8
160	80,6	80,9	80,9	80,5	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4
200	81,5	81,7	81,6	81,2	81,1	81,0	81,0	81,1	81,1
250	82,5	82,7	82,6	82,2	82,1	82,0	82,0	82,1	82,1
315	83,4	83,6	83,4	83,1	83,0	82,9	82,9	82,9	83,0
400	84,1	84,3	84,2	83,9	83,8	83,7	83,8	83,8	83,9
500	84,4	84,8	84,8	84,5	84,5	84,4	84,5	84,6	84,7
630	84,6	85,2	85,2	85,0	85,1	85,1	85,3	85,4	85,6
800	84,8	85,5	85,7	85,6	85,7	85,9	86,1	86,3	86,5
1000	85,4	86,2	86,4	86,4	86,7	86,9	87,1	87,3	87,4
1250	86,1	87,0	87,3	87,5	87,8	88,0	88,1	88,2	88,2
1600	86,7	87,7	88,1	88,5	88,7	88,8	88,7	88,7	88,6
2000	86,3	87,4	88,0	88,4	88,4	88,3	88,1	88,0	87,9
2500	85,3	86,6	87,2	87,3	87,1	86,8	86,6	86,5	86,4
3150	83,9	85,2	85,7	85,3	85,0	84,7	84,5	84,4	84,3
4000	81,4	82,6	82,8	82,2	81,9	81,6	81,4	81,2	81,1
5000	77,5	78,5	78,5	77,8	77,4	77,1	76,9	76,7	76,5
6300	71,3	72,2	72,1	71,3	70,9	70,6	70,3	70,1	69,9
8000	62,4	63,3	63,1	62,3	61,8	61,4	61,1	60,9	60,7
10000	52,0	52,9	52,7	51,7	51,2	50,7	50,4	50,1	49,9

8.4 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 98: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,1	48,9	49,4	49,7	50,0	50,1	50,3	50,5	50,7	50,9
25	52,9	54,8	55,2	55,6	55,9	56,0	56,2	56,4	56,6	56,8
31,5	58,0	59,9	60,3	60,7	61,0	61,2	61,4	61,5	61,7	62,0
40	62,4	64,3	64,7	65,2	65,5	65,6	65,8	66,0	66,2	66,4
50	66,2	68,1	68,6	69,0	69,3	69,4	69,7	69,8	70,1	70,3
63	69,4	71,4	71,8	72,3	72,6	72,7	73,0	73,1	73,4	73,6
80	72,2	74,2	74,7	75,1	75,4	75,6	75,8	76,0	76,2	76,4
100	74,3	76,3	76,8	77,2	77,5	77,7	77,9	78,1	78,3	78,5
125	75,4	77,4	77,9	78,4	78,7	78,8	79,1	79,2	79,4	79,6
160	76,2	78,2	78,8	79,2	79,5	79,7	79,9	80,0	80,2	80,4
200	77,0	79,1	79,7	80,2	80,4	80,5	80,8	80,9	81,0	81,2
250	78,1	80,2	80,8	81,3	81,5	81,6	81,9	81,9	82,1	82,3
315	79,0	81,1	81,7	82,2	82,4	82,5	82,7	82,8	83,0	83,1
400	79,6	81,7	82,3	82,8	83,0	83,1	83,4	83,4	83,6	83,8
500	79,8	81,9	82,5	83,0	83,2	83,4	83,6	83,7	83,9	84,1
630	79,9	81,9	82,5	83,0	83,2	83,4	83,6	83,8	84,0	84,2
800	80,1	82,1	82,7	83,2	83,4	83,5	83,8	83,9	84,2	84,4
1000	80,6	82,5	83,1	83,5	83,8	84,0	84,2	84,4	84,7	85,0
1250	81,1	83,1	83,6	84,1	84,4	84,6	84,8	85,1	85,4	85,7
1600	81,6	83,5	84,0	84,4	84,7	85,0	85,3	85,5	85,9	86,2
2000	81,0	82,9	83,4	83,7	84,1	84,4	84,7	85,0	85,4	85,8
2500	79,8	81,7	82,0	82,4	82,8	83,1	83,5	83,8	84,2	84,7
3150	78,1	79,9	80,1	80,4	80,9	81,3	81,7	82,1	82,6	83,0
4000	75,3	77,0	77,2	77,4	78,0	78,4	78,9	79,4	79,9	80,4
5000	70,9	72,7	72,9	73,1	73,7	74,2	74,7	75,2	75,7	76,2
6300	64,3	66,1	66,4	66,6	67,2	67,7	68,2	68,6	69,1	69,6
8000	54,6	56,5	56,8	57,1	57,7	58,1	58,6	59,1	59,5	60,0
10000	43,2	45,1	45,4	45,7	46,3	46,8	47,3	47,7	48,2	48,6

Tab. 99: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	51,3	51,6	51,4	51,2	51,2	51,1	51,1	51,1	51,1
25	57,3	57,5	57,4	57,2	57,1	57,1	57,0	57,0	57,0
31,5	62,5	62,8	62,6	62,4	62,3	62,3	62,3	62,3	62,3
40	67,0	67,3	67,2	66,9	66,9	66,8	66,8	66,8	66,8
50	70,8	71,2	71,1	70,8	70,8	70,7	70,7	70,7	70,7
63	74,2	74,5	74,4	74,2	74,1	74,1	74,1	74,1	74,0
80	77,0	77,4	77,3	77,0	77,0	76,9	76,9	76,9	76,9
100	79,1	79,5	79,3	79,1	79,0	78,9	78,9	78,9	78,9
125	80,2	80,5	80,3	80,0	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9
160	80,9	81,1	80,9	80,6	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5
200	81,7	81,9	81,6	81,3	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2
250	82,7	82,9	82,6	82,3	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2
315	83,6	83,7	83,4	83,2	83,0	83,0	83,0	83,1	83,1
400	84,3	84,5	84,2	83,9	83,8	83,8	83,8	83,9	84,0
500	84,7	85,0	84,8	84,6	84,5	84,6	84,6	84,8	84,8
630	84,9	85,3	85,2	85,1	85,2	85,3	85,4	85,6	85,7
800	85,1	85,7	85,7	85,7	85,9	86,1	86,3	86,5	86,6
1000	85,7	86,4	86,4	86,6	86,8	87,0	87,2	87,4	87,5
1250	86,4	87,2	87,3	87,6	87,9	88,1	88,2	88,2	88,2
1600	87,0	87,9	88,2	88,6	88,8	88,8	88,7	88,6	88,5
2000	86,6	87,6	88,1	88,4	88,3	88,2	88,0	87,9	87,7
2500	85,6	86,7	87,2	87,1	86,8	86,6	86,5	86,3	86,2
3150	84,0	85,2	85,4	84,9	84,6	84,4	84,2	84,1	83,9
4000	81,4	82,4	82,3	81,7	81,3	81,1	80,9	80,7	80,6
5000	77,1	78,0	77,6	77,0	76,6	76,3	76,1	75,9	75,8
6300	70,5	71,2	70,8	70,0	69,7	69,4	69,1	68,9	68,7
8000	60,8	61,6	61,1	60,3	59,8	59,5	59,2	59,0	58,7
10000	49,5	50,2	49,6	48,7	48,2	47,8	47,5	47,2	46,9

8.5 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 100: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,5	49,2	49,6	49,9	50,2	50,3	50,6	50,7	50,9	51,2
25	53,3	55,0	55,5	55,8	56,1	56,2	56,5	56,6	56,8	57,1
31,5	58,4	60,1	60,6	60,9	61,2	61,4	61,6	61,7	62,0	62,3
40	62,8	64,5	65,0	65,4	65,6	65,8	66,1	66,2	66,5	66,8
50	66,6	68,3	68,8	69,2	69,5	69,7	69,9	70,1	70,3	70,6
63	69,8	71,6	72,1	72,5	72,7	73,0	73,2	73,4	73,6	74,0
80	72,6	74,4	74,9	75,3	75,6	75,8	76,1	76,2	76,4	76,8
100	74,7	76,5	77,0	77,4	77,7	77,9	78,2	78,3	78,5	78,9
125	75,8	77,6	78,2	78,6	78,8	79,0	79,3	79,4	79,6	79,9
160	76,6	78,4	79,0	79,4	79,7	79,8	80,1	80,2	80,4	80,7
200	77,4	79,3	79,9	80,3	80,6	80,7	80,9	81,0	81,2	81,5
250	78,5	80,4	81,0	81,5	81,7	81,8	82,0	82,1	82,3	82,5
315	79,4	81,2	81,9	82,3	82,6	82,7	82,9	83,0	83,2	83,4
400	80,0	81,8	82,5	82,9	83,2	83,3	83,5	83,6	83,8	84,1
500	80,2	82,0	82,7	83,1	83,4	83,5	83,7	83,9	84,1	84,4
630	80,3	82,1	82,7	83,1	83,4	83,5	83,8	83,9	84,2	84,5
800	80,4	82,2	82,8	83,2	83,5	83,6	83,9	84,1	84,3	84,7
1000	80,9	82,6	83,2	83,6	83,9	84,1	84,4	84,5	84,8	85,2
1250	81,5	83,2	83,7	84,1	84,4	84,6	85,0	85,2	85,5	85,9
1600	81,9	83,6	84,0	84,4	84,7	85,0	85,4	85,6	85,9	86,4
2000	81,3	82,9	83,4	83,7	84,1	84,4	84,8	85,0	85,4	85,9
2500	80,0	81,6	81,9	82,3	82,7	83,0	83,5	83,8	84,2	84,8
3150	78,0	79,6	79,9	80,2	80,6	81,0	81,5	81,9	82,4	83,0
4000	75,0	76,5	76,7	77,0	77,5	78,0	78,5	78,9	79,5	80,1
5000	70,3	71,8	72,0	72,3	72,9	73,4	74,0	74,4	74,9	75,5
6300	63,1	64,6	64,9	65,2	65,8	66,3	66,9	67,2	67,8	68,3
8000	52,5	54,1	54,4	54,7	55,3	55,8	56,4	56,7	57,2	57,8
10000	39,8	41,4	41,7	42,0	42,6	43,1	43,6	44,0	44,5	45,1

Tab. 101: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	51,6	51,8	51,5	51,4	51,3	51,3	51,2	51,2	51,2
25	57,5	57,7	57,5	57,3	57,3	57,2	57,2	57,2	57,2
31,5	62,7	62,9	62,7	62,6	62,5	62,5	62,4	62,4	62,4
40	67,3	67,5	67,2	67,1	67,0	67,0	67,0	67,0	67,0
50	71,2	71,4	71,1	71,0	70,9	70,9	70,9	70,9	70,9
63	74,5	74,7	74,5	74,3	74,3	74,2	74,2	74,2	74,2
80	77,3	77,6	77,3	77,2	77,1	77,1	77,0	77,1	77,1
100	79,4	79,6	79,4	79,2	79,2	79,1	79,1	79,1	79,1
125	80,5	80,6	80,3	80,1	80,1	80,1	80,0	80,1	80,1
160	81,1	81,3	80,9	80,7	80,7	80,6	80,6	80,7	80,7
200	81,9	82,0	81,6	81,4	81,3	81,3	81,3	81,3	81,4
250	82,9	83,0	82,6	82,4	82,3	82,3	82,3	82,3	82,4
315	83,8	83,8	83,4	83,2	83,1	83,1	83,2	83,2	83,2
400	84,5	84,6	84,2	84,0	83,9	84,0	84,0	84,1	84,1
500	84,9	85,1	84,8	84,7	84,6	84,7	84,8	84,9	85,0
630	85,2	85,5	85,2	85,2	85,3	85,5	85,6	85,7	85,9
800	85,5	85,9	85,7	85,8	86,0	86,2	86,4	86,6	86,7
1000	86,1	86,5	86,5	86,7	87,0	87,2	87,4	87,5	87,6
1250	86,8	87,3	87,5	87,8	88,0	88,2	88,2	88,2	88,2
1600	87,4	88,0	88,4	88,7	88,8	88,8	88,6	88,6	88,4
2000	87,0	87,7	88,2	88,3	88,2	88,0	87,8	87,7	87,6
2500	85,9	86,8	87,1	86,9	86,6	86,4	86,2	86,1	86,0
3150	84,3	85,1	84,9	84,5	84,2	84,0	83,8	83,7	83,6
4000	81,3	81,9	81,4	81,0	80,7	80,5	80,2	80,1	80,0
5000	76,7	77,1	76,4	75,9	75,6	75,3	75,1	74,9	74,8
6300	69,4	69,7	68,9	68,4	68,0	67,7	67,5	67,3	67,1
8000	58,8	59,0	58,3	57,6	57,2	56,9	56,6	56,4	56,2
10000	46,1	46,3	45,4	44,7	44,2	43,9	43,5	43,3	43,1

8.6 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 102: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,5	49,2	49,6	49,9	50,2	50,3	50,6	50,7	50,9	51,2
25	53,3	55,0	55,5	55,8	56,1	56,2	56,5	56,6	56,8	57,1
31,5	58,4	60,1	60,6	60,9	61,2	61,4	61,6	61,7	62,0	62,3
40	62,8	64,5	65,0	65,4	65,6	65,8	66,1	66,2	66,5	66,8
50	66,6	68,3	68,8	69,2	69,5	69,7	69,9	70,1	70,3	70,6
63	69,8	71,6	72,1	72,5	72,7	73,0	73,2	73,4	73,6	74,0
80	72,6	74,4	74,9	75,3	75,6	75,8	76,1	76,2	76,4	76,8
100	74,7	76,5	77,0	77,4	77,7	77,9	78,2	78,3	78,5	78,9
125	75,8	77,6	78,2	78,6	78,8	79,0	79,3	79,4	79,6	79,9
160	76,6	78,4	79,0	79,4	79,7	79,8	80,1	80,2	80,4	80,7
200	77,4	79,3	79,9	80,3	80,6	80,7	80,9	81,0	81,2	81,5
250	78,5	80,4	81,0	81,5	81,7	81,8	82,0	82,1	82,3	82,5
315	79,4	81,2	81,9	82,3	82,6	82,7	82,9	83,0	83,2	83,4
400	80,0	81,8	82,5	82,9	83,2	83,3	83,5	83,6	83,8	84,1
500	80,2	82,0	82,7	83,1	83,4	83,5	83,7	83,9	84,1	84,4
630	80,3	82,1	82,7	83,1	83,4	83,5	83,8	83,9	84,2	84,5
800	80,4	82,2	82,8	83,2	83,5	83,6	83,9	84,1	84,3	84,7
1000	80,9	82,6	83,2	83,6	83,9	84,1	84,4	84,5	84,8	85,2
1250	81,5	83,2	83,7	84,1	84,4	84,6	85,0	85,2	85,5	85,9
1600	81,9	83,6	84,0	84,4	84,7	85,0	85,4	85,6	85,9	86,4
2000	81,3	82,9	83,4	83,7	84,1	84,4	84,8	85,0	85,4	85,9
2500	80,0	81,6	81,9	82,3	82,7	83,0	83,5	83,8	84,2	84,8
3150	78,0	79,6	79,9	80,2	80,6	81,0	81,5	81,9	82,4	83,0
4000	75,0	76,5	76,7	77,0	77,5	78,0	78,5	78,9	79,5	80,1
5000	70,3	71,8	72,0	72,3	72,9	73,4	74,0	74,4	74,9	75,5
6300	63,1	64,6	64,9	65,2	65,8	66,3	66,9	67,2	67,8	68,3
8000	52,5	54,1	54,4	54,7	55,3	55,8	56,4	56,7	57,2	57,8
10000	39,8	41,4	41,7	42,0	42,6	43,1	43,6	44,0	44,5	45,1

Tab. 103: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	51,6	51,8	51,5	51,4	51,3	51,3	51,2	51,2	51,2
25	57,5	57,7	57,5	57,3	57,3	57,2	57,2	57,2	57,2
31,5	62,7	62,9	62,7	62,6	62,5	62,5	62,4	62,4	62,4
40	67,3	67,5	67,2	67,1	67,0	67,0	67,0	67,0	67,0
50	71,2	71,4	71,1	71,0	70,9	70,9	70,9	70,9	70,9
63	74,5	74,7	74,5	74,3	74,3	74,2	74,2	74,2	74,2
80	77,3	77,6	77,3	77,2	77,1	77,1	77,0	77,1	77,1
100	79,4	79,6	79,4	79,2	79,2	79,1	79,1	79,1	79,1
125	80,5	80,6	80,3	80,1	80,1	80,1	80,0	80,1	80,1
160	81,1	81,3	80,9	80,7	80,7	80,6	80,6	80,7	80,7
200	81,9	82,0	81,6	81,4	81,3	81,3	81,3	81,3	81,4
250	82,9	83,0	82,6	82,4	82,3	82,3	82,3	82,3	82,4
315	83,8	83,8	83,4	83,2	83,1	83,1	83,2	83,2	83,2
400	84,5	84,6	84,2	84,0	83,9	84,0	84,0	84,1	84,1
500	84,9	85,1	84,8	84,7	84,6	84,7	84,8	84,9	85,0
630	85,2	85,5	85,2	85,2	85,3	85,5	85,6	85,7	85,9
800	85,5	85,9	85,7	85,8	86,0	86,2	86,4	86,6	86,7
1000	86,1	86,5	86,5	86,7	87,0	87,2	87,4	87,5	87,6
1250	86,8	87,3	87,5	87,8	88,0	88,2	88,2	88,2	88,2
1600	87,4	88,0	88,4	88,7	88,8	88,8	88,6	88,6	88,4
2000	87,0	87,7	88,2	88,3	88,2	88,0	87,8	87,7	87,6
2500	85,9	86,8	87,1	86,9	86,6	86,4	86,2	86,1	86,0
3150	84,3	85,1	84,9	84,5	84,2	84,0	83,8	83,7	83,6
4000	81,3	81,9	81,4	81,0	80,7	80,5	80,2	80,1	80,0
5000	76,7	77,1	76,4	75,9	75,6	75,3	75,1	74,9	74,8
6300	69,4	69,7	68,9	68,4	68,0	67,7	67,5	67,3	67,1
8000	58,8	59,0	58,3	57,6	57,2	56,9	56,6	56,4	56,2
10000	46,1	46,3	45,4	44,7	44,2	43,9	43,5	43,3	43,1

8.7 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 104: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,5	49,2	49,6	49,9	50,2	50,3	50,6	50,7	50,9	51,2
25	53,3	55,0	55,5	55,8	56,1	56,2	56,5	56,6	56,8	57,1
31,5	58,4	60,1	60,6	60,9	61,2	61,4	61,6	61,7	62,0	62,3
40	62,8	64,5	65,0	65,4	65,6	65,8	66,1	66,2	66,5	66,8
50	66,6	68,3	68,8	69,2	69,5	69,7	69,9	70,1	70,3	70,6
63	69,8	71,6	72,1	72,5	72,7	73,0	73,2	73,4	73,6	74,0
80	72,6	74,4	74,9	75,3	75,6	75,8	76,1	76,2	76,4	76,8
100	74,7	76,5	77,0	77,4	77,7	77,9	78,2	78,3	78,5	78,9
125	75,8	77,6	78,2	78,6	78,8	79,0	79,3	79,4	79,6	79,9
160	76,6	78,4	79,0	79,4	79,7	79,8	80,1	80,2	80,4	80,7
200	77,4	79,3	79,9	80,3	80,6	80,7	80,9	81,0	81,2	81,5
250	78,5	80,4	81,0	81,5	81,7	81,8	82,0	82,1	82,3	82,5
315	79,4	81,2	81,9	82,3	82,6	82,7	82,9	83,0	83,2	83,4
400	80,0	81,8	82,5	82,9	83,2	83,3	83,5	83,6	83,8	84,1
500	80,2	82,0	82,7	83,1	83,4	83,5	83,7	83,9	84,1	84,4
630	80,3	82,1	82,7	83,1	83,4	83,5	83,8	83,9	84,2	84,5
800	80,4	82,2	82,8	83,2	83,5	83,6	83,9	84,1	84,3	84,7
1000	80,9	82,6	83,2	83,6	83,9	84,1	84,4	84,5	84,8	85,2
1250	81,5	83,2	83,7	84,1	84,4	84,6	85,0	85,2	85,5	85,9
1600	81,9	83,6	84,0	84,4	84,7	85,0	85,4	85,6	85,9	86,4
2000	81,3	82,9	83,4	83,7	84,1	84,4	84,8	85,0	85,4	85,9
2500	80,0	81,6	81,9	82,3	82,7	83,0	83,5	83,8	84,2	84,8
3150	78,0	79,6	79,9	80,2	80,6	81,0	81,5	81,9	82,4	83,0
4000	75,0	76,5	76,7	77,0	77,5	78,0	78,5	78,9	79,5	80,1
5000	70,3	71,8	72,0	72,3	72,9	73,4	74,0	74,4	74,9	75,5
6300	63,1	64,6	64,9	65,2	65,8	66,3	66,9	67,2	67,8	68,3
8000	52,5	54,1	54,4	54,7	55,3	55,8	56,4	56,7	57,2	57,8
10000	39,8	41,4	41,7	42,0	42,6	43,1	43,6	44,0	44,5	45,1

Tab. 105: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	51,6	51,8	51,5	51,4	51,3	51,3	51,2	51,2	51,2
25	57,5	57,7	57,5	57,3	57,3	57,2	57,2	57,2	57,2
31,5	62,7	62,9	62,7	62,6	62,5	62,5	62,4	62,4	62,4
40	67,3	67,5	67,2	67,1	67,0	67,0	67,0	67,0	67,0
50	71,2	71,4	71,1	71,0	70,9	70,9	70,9	70,9	70,9
63	74,5	74,7	74,5	74,3	74,3	74,2	74,2	74,2	74,2
80	77,3	77,6	77,3	77,2	77,1	77,1	77,0	77,1	77,1
100	79,4	79,6	79,4	79,2	79,2	79,1	79,1	79,1	79,1
125	80,5	80,6	80,3	80,1	80,1	80,1	80,0	80,1	80,1
160	81,1	81,3	80,9	80,7	80,7	80,6	80,6	80,7	80,7
200	81,9	82,0	81,6	81,4	81,3	81,3	81,3	81,3	81,4
250	82,9	83,0	82,6	82,4	82,3	82,3	82,3	82,3	82,4
315	83,8	83,8	83,4	83,2	83,1	83,1	83,2	83,2	83,2
400	84,5	84,6	84,2	84,0	83,9	84,0	84,0	84,1	84,1
500	84,9	85,1	84,8	84,7	84,6	84,7	84,8	84,9	85,0
630	85,2	85,5	85,2	85,2	85,3	85,5	85,6	85,7	85,9
800	85,5	85,9	85,7	85,8	86,0	86,2	86,4	86,6	86,7
1000	86,1	86,5	86,5	86,7	87,0	87,2	87,4	87,5	87,6
1250	86,8	87,3	87,5	87,8	88,0	88,2	88,2	88,2	88,2
1600	87,4	88,0	88,4	88,7	88,8	88,8	88,6	88,6	88,4
2000	87,0	87,7	88,2	88,3	88,2	88,0	87,8	87,7	87,6
2500	85,9	86,8	87,1	86,9	86,6	86,4	86,2	86,1	86,0
3150	84,3	85,1	84,9	84,5	84,2	84,0	83,8	83,7	83,6
4000	81,3	81,9	81,4	81,0	80,7	80,5	80,2	80,1	80,0
5000	76,7	77,1	76,4	75,9	75,6	75,3	75,1	74,9	74,8
6300	69,4	69,7	68,9	68,4	68,0	67,7	67,5	67,3	67,1
8000	58,8	59,0	58,3	57,6	57,2	56,9	56,6	56,4	56,2
10000	46,1	46,3	45,4	44,7	44,2	43,9	43,5	43,3	43,1

8.8 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 106: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	47,8	49,3	49,8	50,1	50,4	50,5	50,7	50,9	51,1	51,5
25	53,6	55,2	55,7	56,0	56,3	56,4	56,6	56,8	57,0	57,4
31,5	58,7	60,3	60,8	61,1	61,4	61,5	61,8	62,0	62,2	62,6
40	63,1	64,7	65,2	65,5	65,8	66,0	66,2	66,4	66,6	67,1
50	66,9	68,5	69,0	69,4	69,7	69,8	70,1	70,3	70,5	70,9
63	70,2	71,8	72,3	72,6	72,9	73,1	73,4	73,6	73,8	74,2
80	73,0	74,6	75,1	75,5	75,8	76,0	76,2	76,4	76,6	77,1
100	75,0	76,7	77,2	77,6	77,9	78,1	78,3	78,5	78,7	79,2
125	76,1	77,8	78,4	78,7	79,0	79,2	79,4	79,6	79,8	80,2
160	76,9	78,6	79,2	79,6	79,9	80,0	80,2	80,4	80,6	81,0
200	77,8	79,4	80,1	80,5	80,7	80,9	81,1	81,2	81,4	81,8
250	78,9	80,6	81,2	81,6	81,8	82,0	82,2	82,2	82,4	82,8
315	79,7	81,4	82,0	82,5	82,7	82,8	83,0	83,1	83,3	83,7
400	80,3	82,0	82,6	83,1	83,3	83,4	83,6	83,7	83,9	84,3
500	80,5	82,2	82,8	83,2	83,5	83,6	83,8	84,0	84,2	84,6
630	80,6	82,2	82,8	83,2	83,5	83,6	83,9	84,0	84,3	84,7
800	80,7	82,3	82,9	83,3	83,6	83,8	84,0	84,2	84,4	84,9
1000	81,2	82,7	83,3	83,7	84,0	84,2	84,4	84,6	84,9	85,4
1250	81,7	83,3	83,8	84,2	84,5	84,7	85,0	85,3	85,6	86,1
1600	82,0	83,6	84,1	84,4	84,8	85,0	85,4	85,7	86,0	86,6
2000	81,4	82,9	83,3	83,7	84,1	84,4	84,7	85,1	85,4	86,0
2500	80,0	81,4	81,8	82,2	82,6	82,9	83,3	83,7	84,1	84,8
3150	77,9	79,3	79,6	79,9	80,4	80,8	81,3	81,7	82,2	82,9
4000	74,6	75,9	76,2	76,5	77,1	77,5	78,0	78,5	79,0	79,8
5000	69,7	71,0	71,2	71,5	72,1	72,6	73,2	73,7	74,2	74,9
6300	61,9	63,3	63,6	63,9	64,5	65,0	65,5	66,0	66,5	67,2
8000	50,5	51,9	52,2	52,6	53,2	53,6	54,2	54,6	55,1	55,8
10000	36,5	37,9	38,3	38,6	39,2	39,7	40,2	40,7	41,2	41,8

Tab. 107: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	51,8	51,9	51,6	51,5	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4
25	57,7	57,8	57,6	57,4	57,4	57,4	57,3	57,3	57,4
31,5	63,0	63,1	62,8	62,7	62,6	62,6	62,6	62,6	62,6
40	67,5	67,6	67,3	67,2	67,2	67,1	67,1	67,1	67,1
50	71,4	71,5	71,2	71,1	71,1	71,0	71,0	71,0	71,0
63	74,8	74,8	74,6	74,5	74,4	74,4	74,4	74,4	74,4
80	77,6	77,7	77,4	77,3	77,2	77,2	77,2	77,2	77,2
100	79,7	79,7	79,5	79,3	79,3	79,2	79,2	79,2	79,3
125	80,7	80,7	80,4	80,3	80,2	80,2	80,2	80,2	80,2
160	81,4	81,3	81,0	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8
200	82,1	82,0	81,7	81,5	81,4	81,4	81,4	81,5	81,5
250	83,1	83,0	82,6	82,5	82,4	82,4	82,4	82,5	82,5
315	84,0	83,8	83,5	83,3	83,2	83,3	83,3	83,3	83,4
400	84,7	84,6	84,2	84,1	84,0	84,1	84,1	84,2	84,3
500	85,1	85,1	84,8	84,8	84,7	84,8	84,9	85,0	85,2
630	85,4	85,5	85,3	85,3	85,4	85,6	85,7	85,9	86,0
800	85,7	85,9	85,8	86,0	86,2	86,4	86,5	86,7	86,8
1000	86,3	86,6	86,6	86,9	87,1	87,3	87,5	87,6	87,6
1250	87,1	87,4	87,6	87,9	88,1	88,2	88,3	88,3	88,2
1600	87,6	88,1	88,5	88,7	88,8	88,7	88,6	88,5	88,4
2000	87,2	87,8	88,3	88,2	88,1	87,9	87,7	87,6	87,5
2500	86,1	86,8	86,9	86,6	86,4	86,2	86,0	85,9	85,8
3150	84,3	84,9	84,5	84,1	83,9	83,7	83,5	83,4	83,2
4000	81,2	81,4	80,7	80,3	80,1	79,9	79,7	79,5	79,4
5000	76,1	76,1	75,3	74,9	74,6	74,4	74,2	74,0	73,9
6300	68,2	68,2	67,3	66,9	66,5	66,3	66,0	65,8	65,7
8000	56,8	56,7	55,8	55,3	54,9	54,6	54,3	54,1	53,9
10000	42,8	42,7	41,7	41,1	40,6	40,3	40,0	39,8	39,5

8.9 Terzbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

In den folgenden Tabellen sind die Werte, bei denen zum ersten Mal der maximale Schallleistungspegel erreicht wird, kursiv ausgezeichnet.

Tab. 108: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmit- tenfrequenz in Hz	v_s in 10 m Höhe in m/s									
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
20	48,0	49,5	49,9	50,2	50,4	50,6	50,8	51,0	51,2	51,6
25	53,8	55,3	55,7	56,1	56,3	56,5	56,7	56,9	57,1	57,6
31,5	58,9	60,4	60,9	61,2	61,5	61,6	61,9	62,0	62,3	62,7
40	63,3	64,8	65,3	65,6	65,9	66,1	66,3	66,5	66,8	67,2
50	67,1	68,6	69,1	69,5	69,7	69,9	70,2	70,4	70,6	71,1
63	70,4	71,9	72,4	72,7	73,0	73,2	73,5	73,7	73,9	74,4
80	73,2	74,7	75,2	75,6	75,8	76,0	76,3	76,5	76,8	77,2
100	75,2	76,8	77,3	77,7	77,9	78,2	78,4	78,6	78,9	79,3
125	76,3	77,9	78,5	78,8	79,1	79,3	79,5	79,7	79,9	80,4
160	77,1	78,7	79,3	79,7	79,9	80,1	80,3	80,5	80,7	81,1
200	78,0	79,5	80,2	80,6	80,8	80,9	81,1	81,3	81,5	81,9
250	79,0	80,6	81,3	81,7	81,9	82,0	82,2	82,3	82,5	82,9
315	79,9	81,5	82,1	82,6	82,7	82,9	83,1	83,2	83,4	83,8
400	80,5	82,1	82,7	83,1	83,3	83,5	83,7	83,8	84,0	84,4
500	80,7	82,2	82,9	83,3	83,5	83,7	83,9	84,1	84,3	84,7
630	80,7	82,3	82,9	83,3	83,5	83,7	83,9	84,1	84,3	84,9
800	80,9	82,4	83,0	83,4	83,6	83,8	84,0	84,2	84,5	85,0
1000	81,3	82,8	83,4	83,7	84,0	84,2	84,5	84,7	85,0	85,5
1250	81,8	83,3	83,8	84,2	84,5	84,7	85,0	85,3	85,6	86,2
1600	82,1	83,6	84,1	84,4	84,8	85,0	85,4	85,7	86,0	86,7
2000	81,4	82,8	83,3	83,7	84,0	84,3	84,7	85,0	85,5	86,1
2500	80,0	81,3	81,7	82,1	82,5	82,9	83,3	83,6	84,1	84,8
3150	77,9	79,1	79,4	79,8	80,2	80,7	81,1	81,6	82,1	82,8
4000	74,4	75,6	75,9	76,2	76,8	77,2	77,8	78,2	78,8	79,6
5000	69,2	70,5	70,7	71,0	71,6	72,1	72,7	73,2	73,7	74,5
6300	61,2	62,4	62,7	63,1	63,7	64,2	64,7	65,2	65,7	66,4
8000	49,2	50,5	50,8	51,2	51,8	52,3	52,8	53,3	53,8	54,5
10000	34,5	35,8	36,1	36,6	37,1	37,6	38,2	38,6	39,1	39,8

Tab. 109: Terzbandpegel für E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 in dB(A)

Terzbandmitten- frequenz in Hz	v _s in 10 m Höhe in m/s								
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
20	51,9	51,9	51,7	51,6	51,5	51,5	51,5	51,5	51,5
25	57,9	57,9	57,7	57,6	57,5	57,5	57,4	57,4	57,4
31,5	63,1	63,1	62,9	62,8	62,7	62,7	62,7	62,7	62,7
40	67,7	67,6	67,4	67,3	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2
50	71,6	71,5	71,3	71,2	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1
63	74,9	74,9	74,7	74,6	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5
80	77,8	77,7	77,5	77,4	77,3	77,3	77,3	77,3	77,3
100	79,8	79,8	79,6	79,5	79,3	79,3	79,3	79,3	79,4
125	80,8	80,7	80,5	80,3	80,3	80,3	80,3	80,3	80,3
160	81,5	81,3	81,0	80,9	80,9	80,8	80,9	80,9	80,9
200	82,2	82,0	81,7	81,5	81,5	81,5	81,5	81,6	81,6
250	83,2	83,0	82,7	82,5	82,5	82,5	82,5	82,5	82,6
315	84,0	83,8	83,5	83,3	83,3	83,3	83,4	83,4	83,4
400	84,8	84,6	84,3	84,1	84,1	84,1	84,2	84,3	84,3
500	85,2	85,1	84,9	84,8	84,8	84,9	85,0	85,1	85,2
630	85,5	85,5	85,4	85,4	85,5	85,6	85,8	86,0	86,1
800	85,8	85,9	85,9	86,0	86,2	86,4	86,6	86,8	86,9
1000	86,4	86,6	86,7	86,9	87,2	87,4	87,5	87,6	87,6
1250	87,2	87,4	87,7	88,0	88,2	88,3	88,3	88,3	88,2
1600	87,7	88,1	88,6	88,8	88,7	88,7	88,6	88,5	88,4
2000	87,3	87,8	88,3	88,2	88,0	87,8	87,7	87,5	87,4
2500	86,1	86,8	86,8	86,5	86,2	86,0	85,9	85,8	85,7
3150	84,3	84,7	84,3	83,9	83,6	83,5	83,3	83,2	83,0
4000	80,9	81,0	80,4	80,0	79,7	79,5	79,3	79,2	79,1
5000	75,7	75,5	74,8	74,4	74,1	73,8	73,6	73,5	73,3
6300	67,4	67,2	66,5	66,0	65,6	65,4	65,2	65,0	64,8
8000	55,5	55,2	54,4	53,9	53,4	53,2	52,9	52,7	52,5
10000	40,8	40,4	39,5	39,0	38,5	38,1	37,8	37,6	37,4

Technisches Datenblatt

Leistungsoptimierte Schallbetriebe

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2 / 4200 kW mit
TES (Trailing Edge Serrations)

Herausgeber	<p>ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109 E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Jost Backhaus, Dr. Thomas Cobet, Momme Janssen, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360</p>
Urheberrechtshinweis	<p>Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.</p> <p>Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.</p> <p>Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.</p> <p>Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.</p>
Geschützte Marken	<p>Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.</p>
Änderungsvorbehalt	<p>Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.</p>

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0838943-3
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2020-07-29	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in Klammern. Die Titel von übergeordneten Normen und Richtlinien werden im Sprachoriginal oder in der englischen Übersetzung angegeben. Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Dokument-ID	Titel
DIN 45645-1:1996	Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen – Teil 1: Geräuschmissionen in der Nachbarschaft
DIN 45681:2005	Akustik – Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschmissionen
IEC 61400-11:2012	Wind turbines – Part 11: Acoustic noise measurement techniques
IEC 61400-12-1:2017	Wind energy generation systems – Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines
TR 1:2008	Technische Richtlinien für Windenergieanlagen Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte
DIN EN ISO 266:1997	Akustik Normfrequenzen
-	Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	8
2	Leistungsverhalten	9
2.1	Standort	9
2.2	Betriebsparameter	9
2.3	Turbulenzintensität	10
3	Informationen zu Schalleistungspegeln	12
3.1	Informationen zu Oktavbandpegeln	12
4	Betriebsmodus 102,5 dB	13
4.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 102,5 dB	13
4.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 102,5 dB	16
4.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	19
4.3.1	Oktavbandpegel NH	19
4.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	19
4.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	19
4.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	19
4.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	19
4.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	20
4.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	20
4.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	20
4.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	20
5	Betriebsmodus 101,5 dB	21
5.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 101,5 dB	21
5.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 101,5 dB	24
5.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	27
5.3.1	Oktavbandpegel NH	27
5.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	27
5.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	27
5.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	27
5.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	27
5.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	28
5.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	28
5.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	28
5.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	28
6	Betriebsmodus 100,5 dB	29
6.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 100,5 dB	29
6.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 100,5 dB	32

6.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	35
6.3.1	Oktavbandpegel NH	35
6.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	35
6.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	35
6.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	35
6.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	35
6.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	36
6.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	36
6.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	36
6.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	36
7	Betriebsmodus 99,5 dB	37
7.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 99,5 dB	37
7.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 99,5 dB	40
7.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	43
7.3.1	Oktavbandpegel NH	43
7.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	43
7.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	43
7.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	43
7.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	43
7.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	44
7.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	44
7.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	44
7.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	44
8	Betriebsmodus 98,5 dB	45
8.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 98,5 dB	45
8.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 98,5 dB	48
8.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	51
8.3.1	Oktavbandpegel NH	51
8.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	51
8.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	51
8.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	51
8.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	51
8.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	52
8.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	52
8.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	52
8.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	52
9	Betriebsmodus 97,5 dB	53
9.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 97,5 dB	53
9.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 97,5 dB	56
9.3	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	59

9.3.1	Oktavbandpegel NH	59
9.3.2	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	59
9.3.3	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	59
9.3.4	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	59
9.3.5	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	59
9.3.6	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	60
9.3.7	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	60
9.3.8	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	60
9.3.9	Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	60

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

Größen, Einheiten, Formeln

L_O	Oktavbandpegel
L_T	Terzbandpegel
v_H	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_s	Standardisierte Windgeschwindigkeit
σ_P	Serienproduktstreuung
σ_R	Messunsicherheit

1 Verfügbare Betriebsmodi

In der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, welche Betriebsmodi für welche Turmvarianten bzw. Nabhöhen verfügbar sind.

Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi

Betriebsmodus	Turmvariante bzw. Nabhöhe (NH)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-13-1-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
	NH 81 m	NH 96 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 131 m	NH 131 m	NH 149 m	NH 160 m
102,5 dB	x	x	x	-	-	-	x	x
101,5 dB	x	x	x	-	-	-	x	x
100,5 dB	x	x	x	-	-	x	x	x
99,5 dB	x	x	x	x	x	x	x	x
98,5 dB	- ¹	x	x	x	x	x	x	x
97,5 dB	- ¹	x	x	x	x	x	x	x

x = verfügbar

-¹ = auf Anfrage nach standortspezifischer Prüfung verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Leistungsverhalten

Die in diesem Dokument angegebenen Leistungswerte, Leistungsbeiwerte (c_p -Werte) und Schubbeiwerte (c_t -Werte) sind prognostizierte Werte, deren Erreichen ENERCON nach dem aktuellen Entwicklungsstand dieses Windenergieanlagentyps für hinreichend wahrscheinlich hält. Das Leistungsverhalten der Windenergieanlage wird ausschließlich unter den im Dokument „Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen“ beschriebenen Bedingungen gewährleistet.

2.1 Standort

Die Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien sind für die in Tab. 2, S. 9 angegebenen Bedingungen bei unbeschädigten Blattvorderkanten und sauberen Rotorblättern berechnet. Die Berechnungen beruhen auf der Erfahrung mit Windenergieanlagen an den unterschiedlichsten Standorten. Die Verfügbarkeit eines leistungsoptimierten Schallbetriebs ist abhängig von der gewählten Turmvariante und erfordert eine projektspezifische Freigabe durch Wobben Research and Development GmbH.

Tab. 2: Standortbedingungen

Parameter	Wert (10-Minuten-Mittel)
Standardluftdichte	1,225 kg/m ³
Turbulenzintensität	gemäß Kap. 2.3, S. 10
Höhenexponent	0,0 bis 0,3
maximale Windrichtungsdifferenz zwischen unterem und oberem Tip	10°
maximale Schräganströmung	±2°
Terrain	gemäß IEC 61400-12-1:2017
Schnee/Eis	nein
Regen	nein

Im Übrigen gelten die Rahmenbedingungen gemäß IEC 61400-12-1:2017.

2.2 Betriebsparameter

Einstellungen der Blindleistungserzeugung der Windenergieanlage sowie Steuerungen und Regelungen von Windparks haben einen Einfluss auf das Leistungsverhalten. Die in diesem Dokument angegebenen berechneten Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien gelten unter der Voraussetzung eines uneingeschränkten Betriebs.

2.3 Turbulenzintensität

Die nachfolgende Tabelle definiert den Gültigkeitsbereich der Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien hinsichtlich möglicher am Standort vorherrschender Turbulenzintensitäten. Weitere Einschränkungen sind Tab. 2, S. 9 zu entnehmen.

Tab. 3: Turbulenzintensität

Windgeschwindigkeit in m/s	Untere Grenze Turbulenzintensität in %	Obere Grenze Turbulenzintensität in %
0,00	20,00	40,00
0,50	20,00	40,00
1,00	20,00	40,00
1,50	20,00	40,00
2,00	20,00	40,00
2,50	20,00	40,00
3,00	18,32	34,02
3,50	16,45	30,55
4,00	15,05	27,95
4,50	13,96	25,93
5,00	13,09	24,31
5,50	12,38	22,99
6,00	11,78	21,88
6,50	11,28	20,95
7,00	10,85	20,15
7,50	10,48	19,46
8,00	10,15	18,85
8,50	9,86	18,31
9,00	9,61	17,84
9,50	9,38	17,41
10,00	9,17	17,03
10,50	8,98	16,68
11,00	8,81	16,37
11,50	8,66	16,08
12,00	8,52	15,82
12,50	8,39	15,57
13,00	8,27	15,35
13,50	8,15	15,14
14,00	8,05	14,95
14,50	7,95	14,77
15,00	7,86	14,60

Windgeschwindigkeit in m/s	Untere Grenze Turbulenzintensität in %	Obere Grenze Turbulenzintensität in %
15,50	7,78	14,45
16,00	7,70	14,30
16,50	7,63	14,16
17,00	7,56	14,03
17,50	7,49	13,91
18,00	7,43	13,79
18,50	7,37	13,69
19,00	7,31	13,58
19,50	7,26	13,48
20,00	7,21	13,39
20,50	7,16	13,30
21,00	7,12	13,22
21,50	7,07	13,14
22,00	7,03	13,06
22,50	6,99	12,99
23,00	6,95	12,92
23,50	6,92	12,85
24,00	6,88	12,78
24,50	6,85	12,72
25,00	6,82	12,66
25,50	6,79	12,60
26,00	6,76	12,55
26,50	6,73	12,50
27,00	6,70	12,45
27,50	6,68	12,40
28,00	6,65	12,35

3 Informationen zu Schalleistungspegeln

Die Zuordnung der Schalleistungspegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauiglängslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Schalleistungspegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt.

Die Tonhaltigkeit KTN beträgt im gesamten Leistungsbereich maximal 1 dB (gilt für den Nahbereich gemäß TR 1:2008 der FGW und DIN 45681:2005) bzw. $\Delta L_{a,k} < 2$ dB (gilt für den Nahbereich gemäß IEC 61400-11:2012).

Die Impulshaltigkeit KIN beträgt im gesamten Leistungsbereich 0 dB (gilt für den Nahbereich gemäß TR 1:2008 und DIN 45645-1:1996).

Aufgrund der Messunsicherheiten (σ_R) bei Schallvermessungen und der Serienproduktstreuungen (σ_P) gelten die in diesem Dokument angegebenen Werte der Schalleistungspegel unter Berücksichtigung einer Unsicherheit von $\sigma_R = 0,5$ dB(A) und $\sigma_P = 1,2$ dB(A). Richtlinien sind die TR 1:2008 und die IEC 61400-11:2012. Ist während einer Vermessung die Differenz zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch kleiner als 6 dB(A), so muss von einer höheren Unsicherheit ausgegangen werden.

Eine projekt- und/oder standortspezifische Garantie über die Einhaltung des Schalleistungspegels wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

3.1 Informationen zu Oktavbandpegeln

Die angegebenen Oktavbandpegel des lautesten Zustands wurden aus den simulierten Terzbandpegelwerten gemäß den Frequenzbändern der DIN EN ISO 266:1997 erzeugt. Ein Oktavbandpegel L_O wird aus 3 Terzbandpegeln L_{T1} , L_{T2} und L_{T3} gemäß folgender Formel berechnet:

$$L_O = 10 \times \log\left(10^{\frac{L_{T1}}{10}} + 10^{\frac{L_{T2}}{10}} + 10^{\frac{L_{T3}}{10}}\right)$$

Die einzelnen Oktavbandpegelwerte werden nicht garantiert. Lediglich der Summenpegel aller Oktavbandpegel pro Windgeschwindigkeit, der dem Schalleistungspegel bei dieser Windgeschwindigkeit entspricht, ist eine garantierte Größe.

4 Betriebsmodus 102,5 dB

4.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 102,5 dB

 Tab. 4: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 102,5 dB

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	2	0,06	0,50
2,00	12	0,16	1,12
2,50	38	0,26	1,15
3,00	86	0,35	1,06
3,50	160	0,40	0,98
4,00	260	0,44	0,94
4,50	387	0,46	0,91
5,00	534	0,46	0,88
5,50	706	0,46	0,85
6,00	902	0,45	0,81
6,50	1119	0,44	0,77
7,00	1353	0,43	0,74
7,50	1600	0,41	0,70
8,00	1854	0,39	0,66
8,50	2108	0,37	0,62
9,00	2360	0,35	0,58
9,50	2604	0,33	0,54
10,00	2836	0,31	0,50
10,50	3050	0,29	0,46
11,00	3241	0,26	0,42
11,50	3402	0,24	0,39
12,00	3530	0,22	0,35
12,50	3625	0,20	0,32
13,00	3693	0,18	0,29
13,50	3737	0,16	0,26
14,00	3765	0,15	0,23
14,50	3782	0,13	0,21

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	3791	0,12	0,19
15,50	3796	0,11	0,17
16,00	3799	0,10	0,16
16,50	3800	0,09	0,14
17,00	3800	0,08	0,13
17,50	3800	0,08	0,12
18,00	3800	0,07	0,11
18,50	3800	0,07	0,10
19,00	3800	0,06	0,09
19,50	3800	0,06	0,09
20,00	3800	0,05	0,08
20,50	3799	0,05	0,08
21,00	3790	0,04	0,07
21,50	3768	0,04	0,07
22,00	3729	0,04	0,06
22,50	3666	0,04	0,06
23,00	3572	0,03	0,05
23,50	3441	0,03	0,05
24,00	3270	0,03	0,04
24,50	3074	0,02	0,04
25,00	2610	0,02	0,03
25,50	2290	0,02	0,03
26,00	1985	0,01	0,02
26,50	1688	0,01	0,02
27,00	1409	0,01	0,02
27,50	1157	0,01	0,01
28,00	972	0,01	0,01

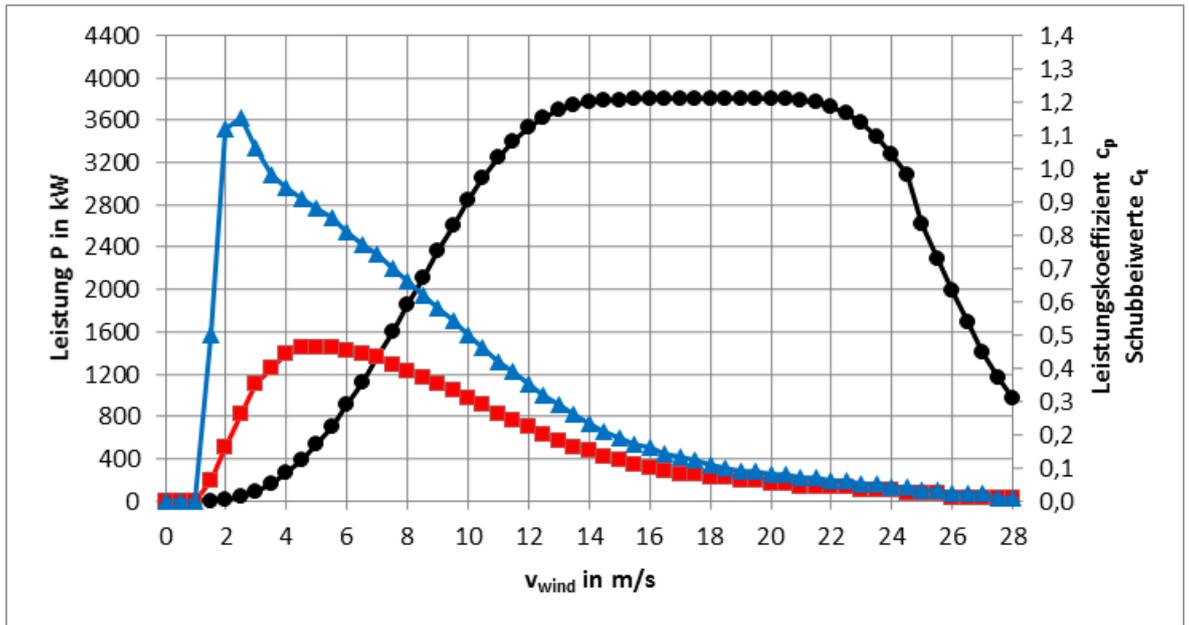


Abb. 1: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 102,5 dB

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

4.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 102,5 dB

Im Betriebsmodus 102,5 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 102,5 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 5: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P _n)	3800	kW
Nennwindgeschwindigkeit	15,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	9,7	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 12 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 6: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v _s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	91,6	92,2	92,7	-	-	-	93,7	93,9
3,5 m/s	95,4	96,0	96,4	-	-	-	97,2	97,4
4 m/s	98,2	98,4	98,6	-	-	-	98,9	99,0
4,5 m/s	99,0	99,1	99,2	-	-	-	99,4	99,4
5 m/s	99,5	99,6	99,7	-	-	-	99,8	99,9
5,5 m/s	99,9	100,1	100,2	-	-	-	100,4	100,4
6 m/s	100,4	100,5	100,7	-	-	-	100,8	100,9
6,5 m/s	100,8	100,9	101,0	-	-	-	101,1	101,1
7 m/s	101,1	101,1	101,2	-	-	-	101,3	101,4
7,5 m/s	101,3	101,4	101,5	-	-	-	101,7	101,7

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-13 1-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149 -ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160 -ES-C-01
8 m/s	101,6	101,8	101,9	-	-	-	102,3	102,4
8,5 m/s	102,2	102,4	102,4	-	-	-	102,5	102,5
9 m/s	102,5	102,5	102,5	-	-	-	102,5	102,5
9,5 m/s	102,5	102,5	102,5	-	-	-	102,5	102,5
10 m/s	102,5	102,5	102,5	-	-	-	102,5	102,5
10,5 m/s	102,5	102,5	102,5	-	-	-	102,5	102,5
11 m/s	102,5	102,5	102,5	-	-	-	102,5	102,5
11,5 m/s	102,5	102,5	102,5	-	-	-	102,5	102,5
12 m/s	102,5	102,5	102,5	-	-	-	102,5	102,5
95 % P _n	102,5	102,5	102,5	-	-	-	102,5	102,5

Tab. 7: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,0
5,5 m/s	98,1
6 m/s	98,9
6,5 m/s	99,2
7 m/s	99,5
7,5 m/s	99,8
8 m/s	100,2
8,5 m/s	100,5
9 m/s	100,8
9,5 m/s	101,0
10 m/s	101,1
10,5 m/s	101,3
11 m/s	101,5
11,5 m/s	101,8
12 m/s	102,3
12,5 m/s	102,5
13 m/s	102,5
13,5 m/s	102,5

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v _H)	Schalleistungspegel in dB(A)
14 m/s	102,5
14,5 m/s	102,5
15 m/s	102,5

4.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

4.3.1 Oktavbandpegel NH

 Tab. 8: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12,5	73,1	84,5	90,1	92,8	95,0	96,5	97,2	92,2	76,0

4.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

 Tab. 9: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	72,6	84,1	89,6	92,4	94,7	96,3	97,3	93,4	80,0

4.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

 Tab. 10: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	72,7	84,1	89,7	92,4	94,7	96,3	97,4	93,1	78,8

4.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

 Tab. 11: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	72,8	84,2	89,7	92,4	94,8	96,4	97,4	92,9	77,5

4.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

 Tab. 12: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 13: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 14: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 15: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	73,2	84,6	90,1	92,8	95,0	96,6	97,2	91,9	74,5

4.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 16: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	73,3	84,7	90,2	92,8	95,0	96,6	97,2	91,8	73,7

5 Betriebsmodus 101,5 dB

5.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 101,5 dB

Tab. 17: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 101,5 dB

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	2	0,06	0,50
2,00	12	0,16	1,12
2,50	38	0,26	1,15
3,00	86	0,35	1,06
3,50	160	0,40	0,98
4,00	260	0,44	0,93
4,50	386	0,46	0,90
5,00	531	0,46	0,86
5,50	698	0,45	0,82
6,00	886	0,44	0,78
6,50	1089	0,43	0,74
7,00	1303	0,41	0,69
7,50	1522	0,39	0,65
8,00	1741	0,37	0,60
8,50	1957	0,35	0,56
9,00	2168	0,32	0,51
9,50	2374	0,30	0,47
10,00	2572	0,28	0,44
10,50	2761	0,26	0,40
11,00	2938	0,24	0,37
11,50	3097	0,22	0,34
12,00	3233	0,20	0,31
12,50	3344	0,19	0,29
13,00	3429	0,17	0,26
13,50	3491	0,15	0,24
14,00	3533	0,14	0,22
14,50	3561	0,13	0,20

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	3579	0,12	0,18
15,50	3589	0,10	0,16
16,00	3595	0,10	0,15
16,50	3598	0,09	0,13
17,00	3599	0,08	0,12
17,50	3600	0,07	0,11
18,00	3600	0,07	0,10
18,50	3600	0,06	0,10
19,00	3600	0,06	0,09
19,50	3600	0,05	0,08
20,00	3600	0,05	0,08
20,50	3600	0,05	0,07
21,00	3598	0,04	0,07
21,50	3588	0,04	0,06
22,00	3565	0,04	0,06
22,50	3525	0,03	0,06
23,00	3461	0,03	0,05
23,50	3368	0,03	0,05
24,00	3238	0,03	0,04
24,50	3084	0,02	0,04
25,00	2701	0,02	0,03
25,50	2411	0,02	0,03
26,00	2119	0,01	0,02
26,50	1824	0,01	0,02
27,00	1541	0,01	0,02
27,50	1280	0,01	0,01
28,00	1085	0,01	0,01

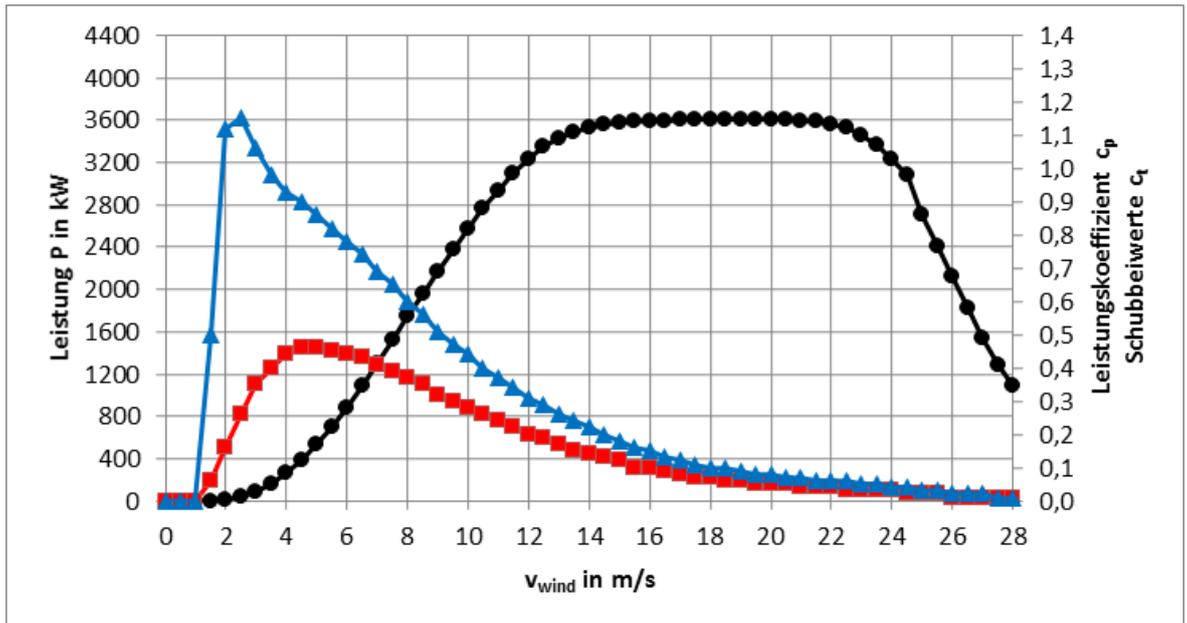


Abb. 2: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 101,5 dB

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

5.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 101,5 dB

Im Betriebsmodus 101,5 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 101,5 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 18: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	3600	kW
Nennwindgeschwindigkeit	16,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	9,2	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 12 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 19: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	91,6	92,2	92,7	-	-	-	93,7	93,9
3,5 m/s	95,4	96,0	96,2	-	-	-	96,6	96,7
4 m/s	97,2	97,3	97,3	-	-	-	97,5	97,6
4,5 m/s	97,7	97,8	97,8	-	-	-	98,1	98,1
5 m/s	98,2	98,3	98,4	-	-	-	98,6	98,7
5,5 m/s	98,7	98,8	98,9	-	-	-	99,0	99,0
6 m/s	99,0	99,1	99,2	-	-	-	99,3	99,3
6,5 m/s	99,3	99,4	99,4	-	-	-	99,5	99,6
7 m/s	99,5	99,6	99,7	-	-	-	99,8	99,9
7,5 m/s	99,8	99,9	100,0	-	-	-	100,1	100,1

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-13 1-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149 -ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160 -ES-C-01
8 m/s	100,0	100,1	100,2	-	-	-	100,7	100,8
8,5 m/s	100,5	100,7	101,0	-	-	-	101,2	101,3
9 m/s	101,1	101,2	101,3	-	-	-	101,5	101,5
9,5 m/s	101,4	101,5	101,5	-	-	-	101,5	101,5
10 m/s	101,5	101,5	101,5	-	-	-	101,5	101,5
10,5 m/s	101,5	101,5	101,5	-	-	-	101,5	101,5
11 m/s	101,5	101,5	101,5	-	-	-	101,5	101,5
11,5 m/s	101,5	101,5	101,5	-	-	-	101,5	101,5
12 m/s	101,5	101,5	101,5	-	-	-	101,5	101,5
95 % P _n	101,5	101,5	101,5	-	-	-	101,5	101,5

Tab. 20: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,0
5,5 m/s	97,1
6 m/s	97,5
6,5 m/s	97,8
7 m/s	98,2
7,5 m/s	98,6
8 m/s	98,9
8,5 m/s	99,1
9 m/s	99,3
9,5 m/s	99,4
10 m/s	99,6
10,5 m/s	99,8
11 m/s	100,0
11,5 m/s	100,1
12 m/s	100,6
12,5 m/s	101,1
13 m/s	101,3
13,5 m/s	101,5

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
14 m/s	101,5
14,5 m/s	101,5
15 m/s	101,5

5.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

5.3.1 Oktavbandpegel NH

 Tab. 21: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
13,5	72,3	83,5	89,0	91,5	93,8	95,4	96,4	91,5	74,7

5.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

 Tab. 22: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	71,7	82,9	88,3	90,9	93,2	95,2	96,7	92,7	78,3

5.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

 Tab. 23: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9,5	71,9	83,2	88,6	91,2	93,5	95,3	96,5	92,3	77,4

5.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

 Tab. 24: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9,5	72,0	83,3	88,7	91,2	93,5	95,4	96,6	92,0	76,0

5.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

 Tab. 25: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 26: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 27: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 28: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	72,4	83,7	89,1	91,6	93,9	95,5	96,3	91,1	73,2

5.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 29: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	72,5	83,7	89,1	91,6	93,9	95,5	96,3	90,9	72,2

6 Betriebsmodus 100,5 dB

6.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 100,5 dB

 Tab. 30: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 100,5 dB

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	2	0,06	0,50
2,00	12	0,16	1,12
2,50	38	0,26	1,15
3,00	86	0,35	1,06
3,50	160	0,40	0,98
4,00	260	0,44	0,93
4,50	385	0,46	0,89
5,00	528	0,46	0,85
5,50	692	0,45	0,80
6,00	873	0,44	0,76
6,50	1067	0,42	0,71
7,00	1269	0,40	0,67
7,50	1473	0,38	0,62
8,00	1675	0,35	0,57
8,50	1873	0,33	0,53
9,00	2066	0,31	0,49
9,50	2252	0,28	0,45
10,00	2428	0,26	0,41
10,50	2590	0,24	0,38
11,00	2733	0,22	0,35
11,50	2852	0,20	0,32
12,00	2946	0,18	0,29
12,50	3016	0,17	0,26
13,00	3064	0,15	0,23
13,50	3096	0,14	0,21
14,00	3116	0,12	0,19
14,50	3128	0,11	0,17

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	3134	0,10	0,16
15,50	3138	0,09	0,14
16,00	3139	0,08	0,13
16,50	3140	0,08	0,12
17,00	3140	0,07	0,11
17,50	3140	0,06	0,10
18,00	3140	0,06	0,09
18,50	3140	0,05	0,08
19,00	3140	0,05	0,08
19,50	3140	0,05	0,07
20,00	3140	0,04	0,07
20,50	3140	0,04	0,06
21,00	3140	0,04	0,06
21,50	3136	0,03	0,06
22,00	3124	0,03	0,05
22,50	3098	0,03	0,05
23,00	3055	0,03	0,05
23,50	2990	0,03	0,04
24,00	2897	0,02	0,04
24,50	2782	0,02	0,04
25,00	2488	0,02	0,03
25,50	2254	0,02	0,03
26,00	2003	0,01	0,02
26,50	1744	0,01	0,02
27,00	1487	0,01	0,02
27,50	1245	0,01	0,01
28,00	1062	0,01	0,01

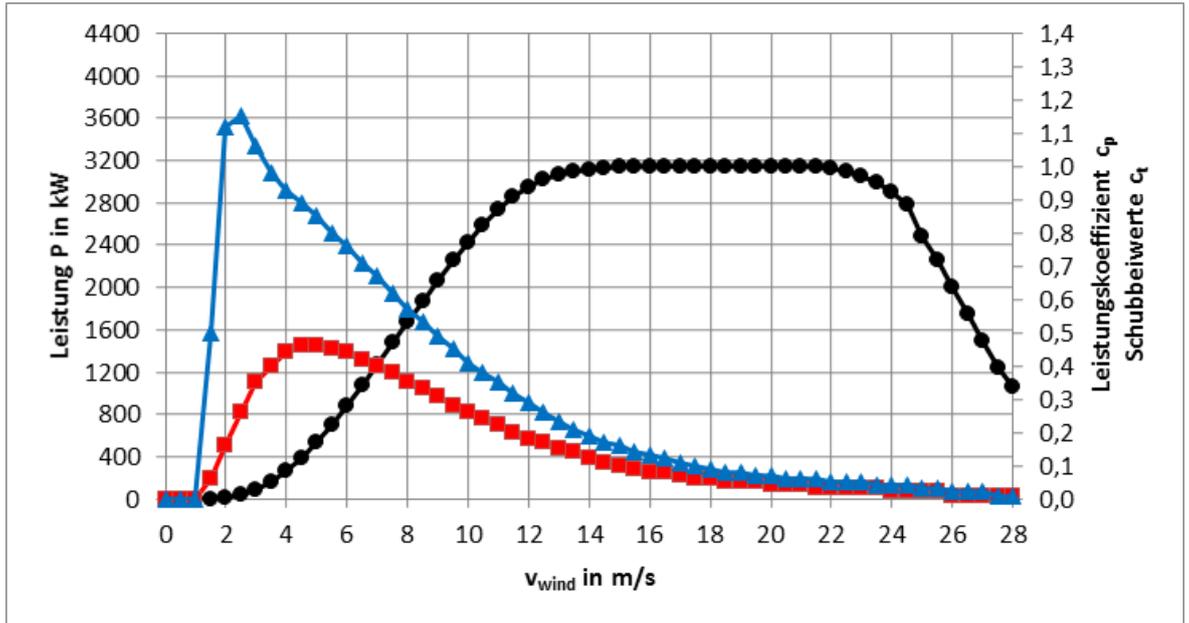


Abb. 3: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 100,5 dB

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

6.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 100,5 dB

Im Betriebsmodus 100,5 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 100,5 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 31: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	3140	kW
Nennwindgeschwindigkeit	15,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	8,8	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 12 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 32: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	91,6	92,2	92,7	93,3	93,3	93,3	93,7	93,9
3,5 m/s	95,4	95,9	96,0	96,1	96,1	96,1	96,2	96,2
4 m/s	96,4	96,5	96,6	96,7	96,7	96,7	96,7	96,8
4,5 m/s	96,9	97,0	97,1	97,3	97,3	97,3	97,3	97,4
5 m/s	97,5	97,6	97,6	97,7	97,7	97,7	97,7	97,8
5,5 m/s	97,8	98,0	98,1	98,2	98,2	98,2	98,2	98,2
6 m/s	98,2	98,3	98,4	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5
6,5 m/s	98,5	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,7	98,8
7 m/s	98,7	98,8	98,9	99,1	99,1	99,1	99,2	99,3
7,5 m/s	99,2	99,4	99,5	99,7	99,7	99,7	99,9	100,0

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-13-1-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8 m/s	99,8	100,0	100,2	100,4	100,4	100,4	100,5	100,5
8,5 m/s	100,4	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5
9 m/s	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5
9,5 m/s	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5
10 m/s	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5
10,5 m/s	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5
11 m/s	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5
11,5 m/s	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5
12 m/s	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5
95 % P _n	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5

Tab. 33: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	95,9
5,5 m/s	96,4
6 m/s	96,7
6,5 m/s	97,1
7 m/s	97,5
7,5 m/s	97,7
8 m/s	98,1
8,5 m/s	98,3
9 m/s	98,5
9,5 m/s	98,6
10 m/s	98,8
10,5 m/s	99,2
11 m/s	99,6
11,5 m/s	100,1
12 m/s	100,5
12,5 m/s	100,5
13 m/s	100,5
13,5 m/s	100,5

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v _H)	Schalleistungspegel in dB(A)
14 m/s	100,5
14,5 m/s	100,5
15 m/s	100,5

6.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

6.3.1 Oktavbandpegel NH

 Tab. 34: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12	71,7	82,8	88,4	91,1	93,1	94,4	95,1	90,0	73,7

6.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

 Tab. 35: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	71,1	82,3	87,7	90,4	92,6	94,2	95,3	91,4	77,7

6.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

 Tab. 36: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	71,3	82,5	88,0	90,7	92,9	94,3	95,2	90,9	76,5

6.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

 Tab. 37: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	71,4	82,6	88,1	90,7	92,9	94,4	95,2	90,7	75,3

6.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

 Tab. 38: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	71,5	82,7	88,2	90,8	92,9	94,5	95,2	90,3	73,6

6.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 39: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	71,5	82,7	88,2	90,8	92,9	94,5	95,2	90,3	73,6

6.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 40: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	71,5	82,7	88,2	90,8	92,9	94,5	95,2	90,3	73,6

6.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 41: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	71,8	83,0	88,5	91,1	93,2	94,5	95,0	89,6	72,2

6.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 42: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	71,9	83,1	88,5	91,1	93,2	94,5	95,0	89,5	71,4

7 Betriebsmodus 99,5 dB

7.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 99,5 dB

Tab. 43: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 99,5 dB

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	2	0,06	0,50
2,00	12	0,16	1,12
2,50	38	0,26	1,15
3,00	86	0,35	1,06
3,50	160	0,40	0,98
4,00	260	0,44	0,93
4,50	384	0,46	0,88
5,00	525	0,45	0,83
5,50	685	0,45	0,79
6,00	858	0,43	0,74
6,50	1040	0,41	0,69
7,00	1224	0,39	0,64
7,50	1406	0,36	0,58
8,00	1582	0,33	0,53
8,50	1752	0,31	0,49
9,00	1917	0,29	0,45
9,50	2076	0,26	0,41
10,00	2229	0,24	0,37
10,50	2373	0,22	0,34
11,00	2506	0,20	0,31
11,50	2623	0,19	0,29
12,00	2720	0,17	0,26
12,50	2797	0,16	0,24
13,00	2855	0,14	0,22
13,50	2895	0,13	0,20
14,00	2922	0,12	0,18
14,50	2939	0,10	0,16

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	2949	0,10	0,15
15,50	2955	0,09	0,13
16,00	2958	0,08	0,12
16,50	2959	0,07	0,11
17,00	2960	0,07	0,10
17,50	2960	0,06	0,09
18,00	2960	0,06	0,09
18,50	2960	0,05	0,08
19,00	2960	0,05	0,07
19,50	2960	0,04	0,07
20,00	2960	0,04	0,06
20,50	2960	0,04	0,06
21,00	2960	0,04	0,06
21,50	2960	0,03	0,05
22,00	2952	0,03	0,05
22,50	2934	0,03	0,05
23,00	2903	0,03	0,04
23,50	2853	0,02	0,04
24,00	2779	0,02	0,04
24,50	2685	0,02	0,03
25,00	2436	0,02	0,03
25,50	2238	0,02	0,03
26,00	2005	0,01	0,02
26,50	1759	0,01	0,02
27,00	1511	0,01	0,02
27,50	1271	0,01	0,01
28,00	1095	0,01	0,01

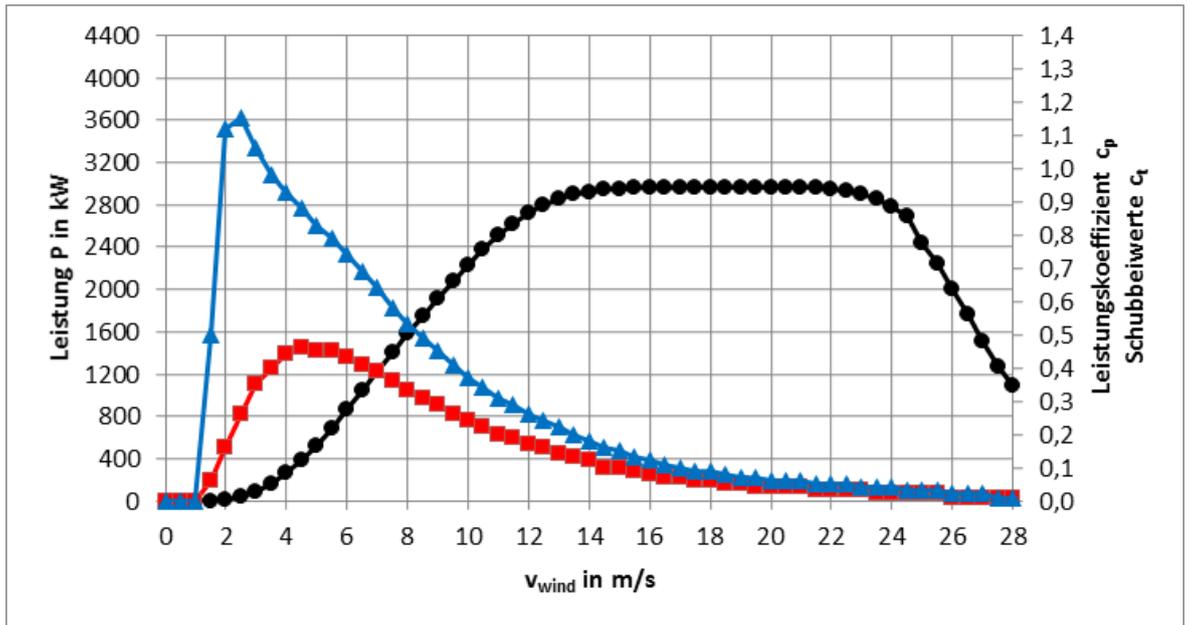


Abb. 4: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 99,5 dB

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

7.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 99,5 dB

Im Betriebsmodus 99,5 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 99,5 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 44: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	2960	kW
Nennwindgeschwindigkeit	15,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	8,4	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 12 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 45: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	91,6	92,2	92,7	93,3	93,3	93,3	93,7	93,8
3,5 m/s	95,0	95,4	95,5	95,6	95,6	95,6	95,7	95,7
4 m/s	95,9	96,0	96,1	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2
4,5 m/s	96,4	96,5	96,5	96,6	96,6	96,6	96,7	96,7
5 m/s	96,8	96,9	97,0	97,1	97,1	97,1	97,1	97,1
5,5 m/s	97,1	97,2	97,2	97,2	97,2	97,2	97,3	97,3
6 m/s	97,3	97,3	97,4	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
6,5 m/s	97,5	97,5	97,5	97,6	97,6	97,6	97,7	97,7
7 m/s	97,7	97,8	97,8	97,8	97,8	97,8	97,8	97,8
7,5 m/s	97,8	97,9	97,9	98,2	98,2	98,2	98,4	98,5

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-13-1-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8 m/s	98,2	98,5	98,7	99,0	99,0	99,0	99,2	99,3
8,5 m/s	99,0	99,2	99,4	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
9 m/s	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
9,5 m/s	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
10 m/s	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
10,5 m/s	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
11 m/s	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
11,5 m/s	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
12 m/s	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
95 % P_n	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5

Tab. 46: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	95,4
5,5 m/s	95,9
6 m/s	96,2
6,5 m/s	96,5
7 m/s	96,8
7,5 m/s	97,1
8 m/s	97,2
8,5 m/s	97,3
9 m/s	97,5
9,5 m/s	97,5
10 m/s	97,8
10,5 m/s	97,8
11 m/s	98,0
11,5 m/s	98,6
12 m/s	99,1
12,5 m/s	99,5
13 m/s	99,5
13,5 m/s	99,5

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v _H)	Schalleistungspegel in dB(A)
14 m/s	99,5
14,5 m/s	99,5
15 m/s	99,5

7.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

7.3.1 Oktavbandpegel NH

Tab. 47: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12,5	70,8	81,9	87,4	90,0	92,0	93,4	94,1	89,1	72,5

7.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

Tab. 48: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	70,4	81,4	86,9	89,6	91,8	93,2	94,3	90,3	76,6

7.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

Tab. 49: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	70,5	81,5	87,0	89,5	91,7	93,2	94,3	90,1	75,3

7.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

Tab. 50: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	70,5	81,6	87,0	89,5	91,7	93,3	94,4	89,8	74,0

7.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

Tab. 51: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	70,8	81,9	87,3	89,9	92,0	93,4	94,1	89,2	72,5

7.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 52: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	70,8	81,9	87,3	89,9	92,0	93,4	94,1	89,2	72,5

7.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 53: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	70,8	81,9	87,3	89,9	92,0	93,4	94,1	89,2	72,5

7.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 54: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	71,0	82,0	87,4	89,9	92,0	93,5	94,2	88,9	71,0

7.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 55: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	71,0	82,1	87,5	90,0	92,1	93,5	94,2	88,7	70,2

8 Betriebsmodus 98,5 dB

8.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 98,5 dB

 Tab. 56: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 98,5 dB

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	2	0,06	0,50
2,00	12	0,16	1,12
2,50	38	0,26	1,15
3,00	86	0,35	1,06
3,50	160	0,40	0,98
4,00	260	0,44	0,92
4,50	382	0,45	0,86
5,00	519	0,45	0,81
5,50	671	0,44	0,76
6,00	834	0,42	0,70
6,50	1001	0,39	0,65
7,00	1167	0,37	0,60
7,50	1329	0,34	0,54
8,00	1485	0,31	0,49
8,50	1635	0,29	0,45
9,00	1781	0,26	0,41
9,50	1921	0,24	0,37
10,00	2055	0,22	0,34
10,50	2179	0,20	0,31
11,00	2289	0,19	0,28
11,50	2381	0,17	0,26
12,00	2455	0,15	0,23
12,50	2510	0,14	0,21
13,00	2549	0,13	0,19
13,50	2574	0,11	0,17
14,00	2590	0,10	0,16
14,50	2600	0,09	0,14

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	2605	0,08	0,13
15,50	2608	0,08	0,12
16,00	2609	0,07	0,11
16,50	2610	0,06	0,10
17,00	2610	0,06	0,09
17,50	2610	0,05	0,08
18,00	2610	0,05	0,08
18,50	2610	0,05	0,07
19,00	2610	0,04	0,07
19,50	2610	0,04	0,06
20,00	2610	0,04	0,06
20,50	2610	0,03	0,05
21,00	2610	0,03	0,05
21,50	2610	0,03	0,05
22,00	2608	0,03	0,04
22,50	2597	0,03	0,04
23,00	2576	0,02	0,04
23,50	2540	0,02	0,04
24,00	2485	0,02	0,03
24,50	2407	0,02	0,03
25,00	2250	0,02	0,03
25,50	2089	0,01	0,03
26,00	1886	0,01	0,02
26,50	1660	0,01	0,02
27,00	1425	0,01	0,02
27,50	1194	0,01	0,01
28,00	1083	0,01	0,01

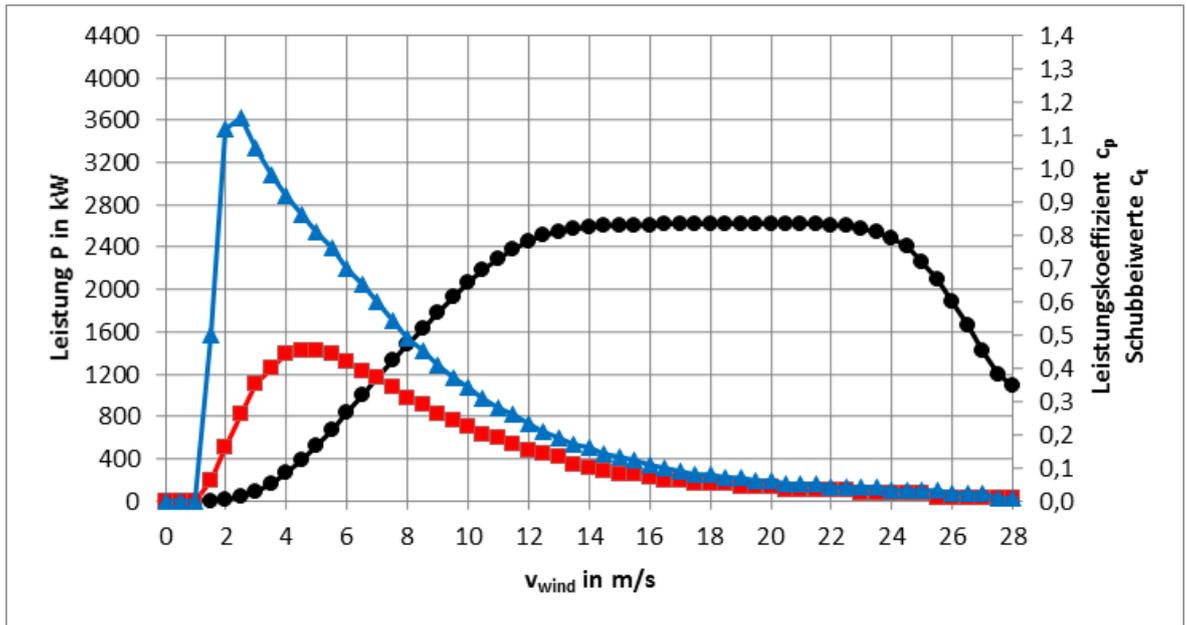


Abb. 5: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 98,5 dB

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

8.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 98,5 dB

Im Betriebsmodus 98,5 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 98,5 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 57: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P _n)	2610	kW
Nennwindgeschwindigkeit	15,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	8,0	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 12 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 58: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v _s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	-	92,2	92,7	93,3	93,3	93,3	93,7	93,7
3,5 m/s	-	94,6	94,7	94,7	94,7	94,7	94,8	94,8
4 m/s	-	95,0	95,1	95,2	95,2	95,2	95,2	95,3
4,5 m/s	-	95,4	95,5	95,6	95,6	95,6	95,7	95,8
5 m/s	-	95,9	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0
5,5 m/s	-	96,1	96,1	96,2	96,2	96,2	96,2	96,3
6 m/s	-	96,3	96,3	96,4	96,4	96,4	96,4	96,4
6,5 m/s	-	96,5	96,6	96,6	96,6	96,6	96,7	96,7
7 m/s	-	96,7	96,7	96,8	96,8	96,8	96,8	96,9
7,5 m/s	-	96,9	97,0	97,1	97,1	97,1	97,3	97,4

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-13-1-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8 m/s	-	97,4	97,6	97,9	97,9	97,9	98,1	98,2
8,5 m/s	-	98,1	98,4	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5
9 m/s	-	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5
9,5 m/s	-	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5
10 m/s	-	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5
10,5 m/s	-	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5
11 m/s	-	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5
11,5 m/s	-	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5
12 m/s	-	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5
95 % P_n	-	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5

Tab. 59: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	94,6
5,5 m/s	94,9
6 m/s	95,2
6,5 m/s	95,5
7 m/s	95,9
7,5 m/s	96,0
8 m/s	96,1
8,5 m/s	96,3
9 m/s	96,4
9,5 m/s	96,6
10 m/s	96,7
10,5 m/s	96,8
11 m/s	97,0
11,5 m/s	97,5
12 m/s	98,0
12,5 m/s	98,5
13 m/s	98,5
13,5 m/s	98,5

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v _H)	Schalleistungspegel in dB(A)
14 m/s	98,5
14,5 m/s	98,5
15 m/s	98,5

8.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

8.3.1 Oktavbandpegel NH

 Tab. 60: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12,5	70,0	81,0	86,4	88,9	90,9	92,4	93,2	88,3	71,4

8.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

 Tab. 61: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

8.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

 Tab. 62: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	69,6	80,6	85,9	88,4	90,6	92,2	93,4	89,1	74,0

8.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

 Tab. 63: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	69,6	80,6	86,0	88,4	90,6	92,3	93,5	88,7	72,6

8.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

 Tab. 64: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	70,0	81,0	86,3	88,8	90,9	92,4	93,3	88,2	71,3

8.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 65: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	70,0	81,0	86,3	88,8	90,9	92,4	93,3	88,2	71,3

8.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 66: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	70,0	81,0	86,3	88,8	90,9	92,4	93,3	88,2	71,3

8.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 67: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	70,1	81,1	86,4	88,8	90,9	92,4	93,2	87,9	69,7

8.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Tab. 68: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	70,2	81,2	86,5	88,9	90,9	92,5	93,2	87,7	68,8

9 Betriebsmodus 97,5 dB

9.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 97,5 dB

Tab. 69: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 97,5 dB

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	2	0,06	0,50
2,00	12	0,16	1,12
2,50	38	0,26	1,15
3,00	86	0,35	1,06
3,50	160	0,40	0,97
4,00	259	0,44	0,90
4,50	378	0,45	0,84
5,00	509	0,44	0,78
5,50	652	0,42	0,72
6,00	800	0,40	0,67
6,50	949	0,37	0,61
7,00	1096	0,35	0,55
7,50	1239	0,32	0,50
8,00	1377	0,29	0,45
8,50	1511	0,27	0,41
9,00	1643	0,24	0,37
9,50	1771	0,22	0,34
10,00	1893	0,21	0,31
10,50	2006	0,19	0,28
11,00	2107	0,17	0,26
11,50	2192	0,16	0,24
12,00	2260	0,14	0,21
12,50	2310	0,13	0,19
13,00	2345	0,12	0,18
13,50	2368	0,10	0,16
14,00	2382	0,09	0,14
14,50	2391	0,09	0,13

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	2396	0,08	0,12
15,50	2398	0,07	0,11
16,00	2399	0,06	0,10
16,50	2400	0,06	0,09
17,00	2400	0,05	0,08
17,50	2400	0,05	0,08
18,00	2400	0,05	0,07
18,50	2400	0,04	0,07
19,00	2400	0,04	0,06
19,50	2400	0,04	0,06
20,00	2400	0,03	0,05
20,50	2400	0,03	0,05
21,00	2400	0,03	0,05
21,50	2400	0,03	0,04
22,00	2400	0,02	0,04
22,50	2391	0,02	0,04
23,00	2373	0,02	0,04
23,50	2344	0,02	0,03
24,00	2295	0,02	0,03
24,50	2220	0,02	0,03
25,00	2100	0,02	0,03
25,50	1975	0,01	0,02
26,00	1782	0,01	0,02
26,50	1562	0,01	0,02
27,00	1332	0,01	0,01
27,50	1108	0,01	0,01
28,00	900	0,00	0,01

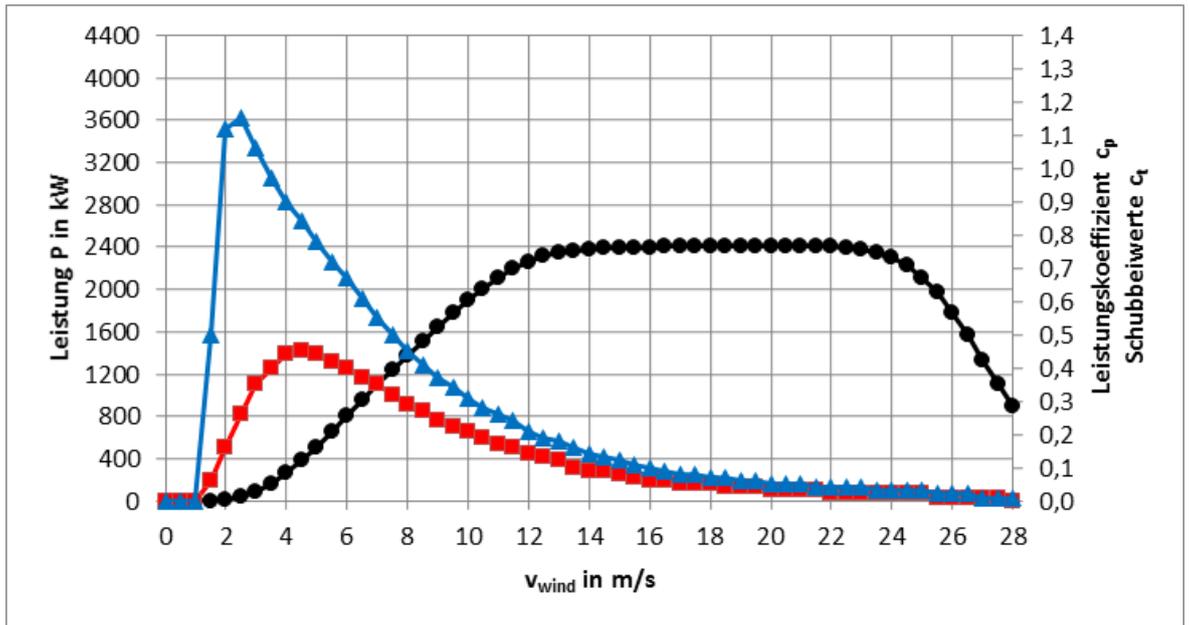


Abb. 6: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E2 / 4200 kW Betriebsmodus 97,5 dB

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

9.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 97,5 dB

Im Betriebsmodus 97,5 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 97,5 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 70: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P _n)	2400	kW
Nennwindgeschwindigkeit	15,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	5,0	U/min
■ E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	5,0	U/min
Solldrehzahl	7,7	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 3, S. 12 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 71: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit (v _s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
3 m/s	-	91,3	91,6	91,9	91,9	91,9	92,1	92,2
3,5 m/s	-	93,5	93,6	93,6	93,6	93,6	93,7	93,7
4 m/s	-	94,0	94,1	94,2	94,2	94,2	94,2	94,3
4,5 m/s	-	94,5	94,5	94,6	94,6	94,6	94,6	94,6
5 m/s	-	94,8	94,8	94,9	94,9	94,9	94,9	94,9
5,5 m/s	-	95,0	95,0	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1
6 m/s	-	95,2	95,3	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4
6,5 m/s	-	95,5	95,5	95,6	95,6	95,6	95,6	95,7
7 m/s	-	95,7	95,8	95,9	95,9	95,9	95,9	96,0
7,5 m/s	-	96,0	96,1	96,3	96,3	96,3	96,4	96,5

Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)							
	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	E-138 EP3 E2-HST-13-1-FB-C-01	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
8 m/s	-	96,5	96,8	97,1	97,1	97,1	97,3	97,3
8,5 m/s	-	97,3	97,4	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
9 m/s	-	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
9,5 m/s	-	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
10 m/s	-	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
10,5 m/s	-	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
11 m/s	-	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
11,5 m/s	-	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
12 m/s	-	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
95 % P_n	-	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5

Tab. 72: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H)	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	93,5
5,5 m/s	93,8
6 m/s	94,2
6,5 m/s	94,5
7 m/s	94,7
7,5 m/s	94,9
8 m/s	95,0
8,5 m/s	95,2
9 m/s	95,4
9,5 m/s	95,5
10 m/s	95,7
10,5 m/s	95,9
11 m/s	96,1
11,5 m/s	96,6
12 m/s	97,2
12,5 m/s	97,5
13 m/s	97,5
13,5 m/s	97,5

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v _H)	Schalleistungspegel in dB(A)
14 m/s	97,5
14,5 m/s	97,5
15 m/s	97,5

9.3 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

9.3.1 Oktavbandpegel NH

 Tab. 73: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit v_H in Nabenhöhe

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12,5	69,1	80,1	85,4	87,8	89,9	91,4	92,3	87,2	70,2

9.3.2 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01

 Tab. 74: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

9.3.3 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-96-FB-C-01

 Tab. 75: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	68,7	79,6	85,0	87,4	89,5	91,3	92,6	88,0	72,7

9.3.4 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01

 Tab. 76: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	68,8	79,7	85,0	87,4	89,5	91,3	92,6	87,6	71,3

9.3.5 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01

 Tab. 77: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	69,1	80,0	85,3	87,8	89,9	91,4	92,3	87,2	70,1

9.3.6 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02

Tab. 78: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	69,1	80,0	85,3	87,8	89,9	91,4	92,3	87,2	70,1

9.3.7 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

Tab. 79: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	69,1	80,0	85,3	87,8	89,9	91,4	92,3	87,2	70,1

9.3.8 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Tab. 80: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

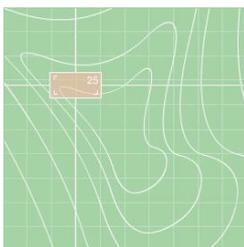
v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	69,2	80,1	85,4	87,8	89,9	91,4	92,4	86,9	68,5

9.3.9 Oktavbandpegel E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

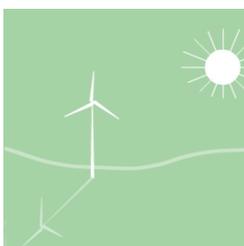
Tab. 81: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	69,2	80,2	85,4	87,8	89,9	91,4	92,4	86,6	67,5

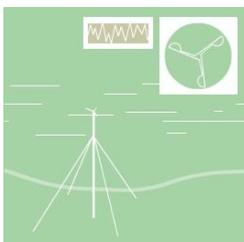
Windpotenzialstudie



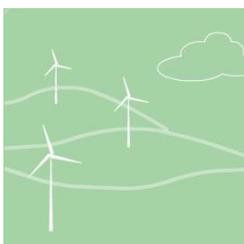
Schattenwurfprognose



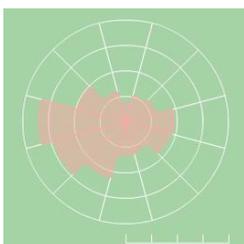
Windmessung



Visualisierung



Windgutachten



Schallimmissionsprognose

Standort: Klosterfelde – Freifläche westlich von Klosterfelde

Bundesland: Brandenburg

Auftraggeber: up umweltplan GmbH
An der Plansche 4
16321 Bernau
Tel.: 03338 / 70330

Berichtsnummer: N-IBK-6560522-Rev.1

Datum: 26.07.2022

Auftragnehmer: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
01109 Dresden
Tel./Fax: 0351/88507-1 / -409
E-Mail: gutachten@ib-kuntzsch.de
Web: www.windgutachten.de



Durch die DAkks Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Dieser Bericht besteht einschließlich des Deckblatts aus 59 Seiten. Der Bericht ist urheberrechtlich geschützt: Vervielfältigung und Weitergabe - auch auszugsweise - sind nur mit Zustimmung des Auftragnehmers gestattet.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten	5
3	Vorbemerkungen	7
4	Berechnungsgrundlagen der Schallausbreitung	8
5	Standortspezifische Berechnungsvoraussetzungen	9
5.1	Lage und Beschreibung des Standorts.....	9
5.2	Einschätzung der Immissionsorte nach Gebietskategorien.....	11
5.3	Unsicherheitsbetrachtung.....	13
5.3.1	Schallemissionswerte der betrachteten Windenergieanlagentypen.....	13
5.3.2	Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung.....	14
5.3.3	Gesamtunsicherheit des Beurteilungspegels.....	14
6	Berechnungsergebnisse	16
6.1	Beurteilungspegel an den betrachteten Immissionsorten.....	16
6.2	Beurteilung der Berechnungsergebnisse.....	17
7	Literaturhinweise	22
8	Anhang	23
8.1	Übersichtspläne mit Schalldruckpegelniveaulinien.....	23
8.2	Berechnungsberichte der Prognosesoftware.....	27
8.3	Detaillierte Berechnungsberichte der Prognosesoftware.....	34
8.4	Berechnung des mittleren Schalleistungspegels und der Standardabweichung.....	38
8.5	Begriffsdefinitionen.....	41
8.6	Angaben zu den verwendeten Oktavpegeln.....	43
8.7	Angaben zu den verwendeten Schallemissionspegeln.....	45

1 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wird im Rahmen eines Repowering-Projektes die Errichtung von einer Windenergieanlage im Windpark Klosterfelde bezüglich der Schallimmissionen betrachtet. Hierzu wurden in der Siedlung Marienwalde, den Ortschaften Klosterfelde und Stolzenhagen sowie an mehreren Gebäuden im Außenbereich, die sich im möglichen akustischen Einwirkungsbereich dieser Windenergieanlage befinden, relevante Immissionsorte definiert. Für diese Immissionsorte wurden unter Berücksichtigung der geltenden Berechnungsvorschriften im Bundesland Brandenburg die zu erwartenden Schallimmissionspegel berechnet.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es bei einem leitungsoptimierten Betrieb der geplanten WEA an den kritischen Immissionsorten C, D, I und L zu Überschreitungen des Immissionsrichtwerts für den Nachtzeitraum nach TA Lärm um mehr als 1 dB(A) kommt. Da der Schallbeitrag der geplanten Anlage als irrelevant zu betrachten ist und das Repowering-Projekt zur langfristigen Lärmsanierung an diesen Immissionsorten beiträgt, sind die Voraussetzungen für eine Genehmigung nach §16b Abs. 3 BImSchG gegeben und einer Genehmigung in Anlehnung an eine Sonderfallprüfung lt. TA Lärm Abschnitt 3.2.2c in Verbindung mit TA Lärm 3.2.1 Absatz 2 steht nichts entgegen.

geplante Windenergieanlage	WEA-Typ	Tag-/Nachtbetrieb		
		Betriebsmodus	L _{WA,m} [dB(A)]	L _{WA,90} [dB(A)]
WEA 14	E-138 EP3 E2	TES BM 0s	104,7	106,3

Tabelle 1: Betriebsmodus und Schallleistungspegel der geplanten Anlage

Der in der Prognose betrachtete Betriebsmodus, die angewendeten Unsicherheiten (σ_R und σ_P) und der daraus resultierende maximal zulässige Schallleistungspegel ($L_{e,max}$) der geplanten Anlage sowie das entsprechend angepasste Oktavspektrum sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

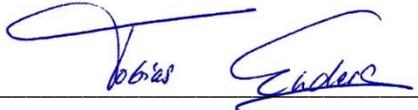
geplanter WEA-Typ	Betriebsmodus	L _{e,max} [dB(A)]	σ_R	σ_P	Oktavspektrum								
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
E-138 EP3 E2	TES BM 0s	105,6	0,5	0,4	87,8	94,5	95,8	97,7	100,8	99,6	92,2	79,3	dB(A)

Tabelle 2: Angaben zu Schallleistungspegel, Unsicherheiten und Oktavspektrum des geplanten WEA-Typs

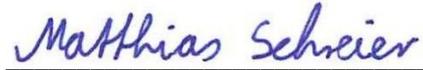
Der vorliegende Bericht entspricht der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm [1] gemäß dem Berechnungsverfahren der DIN ISO 9613-2 [3] unter Berücksichtigung der aktuellen LAI-Hinweise [2]. Der Bericht wurde vom Auftragnehmer unabhängig und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

In der hier praktizierten Anwendung der DIN ISO 9613-2 gelten Mitwindausbreitungsbedingungen nach DIN ISO 1996-2, wie sie üblicherweise nachts auftreten. Inversionsbedingungen über Wasserflächen sind hier nicht berücksichtigt. Sie können im Einzelfall zu höheren Schalldruckpegeln führen, als die hier berechneten Werte zeigen.

Die Beurteilungspegel lt. [1] beziehen sich auf den über lange Zeiträume auftretenden Dauerschall, der in der vorliegenden Immissionsprognose betrachtet wird. Für selten auftretende Einzelereignisse des o.g. Charakters sind dagegen deutlich höhere Pegelwerte zulässig.



Bearbeiter: M. Eng. Tobias Enders
Projektingenieur



überprüft: M. Sc. Matthias Schreier
Geschäftsführer



2 Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten

Der Auftraggeber beabsichtigt im Zuge eines Repowering-Projekts am Standort Klosterfelde die Errichtung von einer Windenergieanlage des Typs ENERCON E-138 EP3 E2. Im Zusammenhang mit der Errichtung der geplanten Anlage des Auftraggebers ist der Rückbau von vier vorhandenen Anlagen des Typs ENERCON E-66/18.70 vorgesehen.

Durch die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH wurde bereits am 09.05.2022 eine Schallimmissionsprognose (Berichtsnummer N-IBK-6560522) für eine am o.g. Standort geplante Windenergieanlage (WEA 14) erstellt. Neben den zehn vorhandenen Anlagen im Bereich Klosterfelde/Stolzenhagen waren gemäß vorliegenden Informationen des Landesamts für Umwelt (LfU) Brandenburg drei vorhandene Windenergieanlagen in der Gemarkung Zehlendorf als zusätzliche Vorbelastung zu berücksichtigen.

Die vorliegende Revision wurde mit Schreiben vom 08.07.2022 beauftragt, ersetzt die o.g. Schallimmissionsprognose und berücksichtigt entsprechend den Nachforderungen des LfU Brandenburg zwei weitere Immissionsorte in Klosterfelde.

Die vorliegende Schallimmissionsprognose dient der Ermittlung von Daten zur Schallimmissionssituation an den umliegenden Gebäuden im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG durch den Auftraggeber.

Zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer bestehen keine personellen, kapitalmäßigen oder verwandtschaftlichen Verflechtungen.

Für die Erstellung des vorliegenden Berichts wurden folgende Daten und Unterlagen verwendet:

- Topografische Karten der Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg im Maßstab 1:25.000,
- Nachforderungen des LfU Brandenburg – Frau Böhlke – bzgl. der Berücksichtigung weiterer Immissionsorte in der Ortslage Klosterfelde (Quelle: Schreiben von Frau Böhlke vom 04.07.2022; weitergeleitet vom Auftraggeber am 05.07.2022),
- Angaben zu Standortkoordinaten und -bezeichnung sowie zum Typ und zur Nabenhöhe der vorhandenen und geplanten Windenergieanlagen (Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 21.04.2021),
- Lageplan 1 : 1.500 mit Markierung der Anlagenstandorte (Stand: 22.03.2021; Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 21.04.2022),
- Angaben zu Schallemissionspegeln der vorhandenen Windenergieanlagen inklusive zu berücksichtigender Unsicherheit (Quelle: E-Mail des LfU Brandenburg – Frau Riedel – vom 28.05.2021),
- Angaben zu möglichen Schallimmissionsorten inklusive deren Gebietseinstufungen (Quellen: E-Mails des LfU Brandenburg – Frau Börner – vom 23.06.2021 und 23.07.2021),
- Flächennutzungsplan der Gemeinde Wandlitz für den Ortsteil Klosterfelde (Quelle: Download von www.geoportal-wandlitz.de am 01.06.2021, Bearbeitungsstand: 31.01.1999),
- Bebauungsplan „Wohnungsbau Gartenstraße“ der Gemeinde Wandlitz für den OT Klosterfelde (Quelle: Download von www.geoportal-wandlitz.de am 01.06.2021, Bearbeitungsstand: 14.04.2016),

- Bebauungsplan „Dorfgebiet Stolzenhagen 2. Planabschnitt“ der Gemeinde Wandlitz für den OT Stolzenhagen (Quelle: Download von www.geoportal-wandlitz.de am 01.06.2021, Bearbeitungsstand: Juni 2003),
- Bebauungsplan „Am Wäldchen“ der Gemeinde Wandlitz für den OT Klosterfelde (Quelle: Download von www.geoportal-wandlitz.de am 01.06.2021, Bearbeitungsstand: 31.01.2005),
- Bebauungsplan „Wohnbaufläche am Ahrendseer Weg“ der Gemeinde Wandlitz für den OT Klosterfelde (Quelle: Download von www.geoportal-wandlitz.de am 01.06.2021, Bearbeitungsstand: 01.01.2017),
- Entwurf des Bebauungsplans „Klosterfelder Hauptstraße 37“ mit Stand 12.07.2022 (Bearbeiter: Machleidt GmbH, Mahlower Straße 23/24, 12049 Berlin; Quelle: E-Mail der Gemeinde Wandlitz, Sachgebiet Bauleitplanung – Herr Ossenkop – vom 22.07.2022),
- Daten der Standortbesichtigung durch den Auftragnehmer am 27.04.2021 (mit GPS aufgenommene Standortkoordinaten der vorhandenen WEA, Fotos der vorhandenen WEA und Immissionsorte, Feldprotokoll).

Die für die Schallberechnung notwendigen Emissionspegel der einzelnen Windenergieanlagentypen wurden vorliegenden Vermessungsberichten entnommen oder entsprechen den Vorgaben der zuständigen Genehmigungsbehörden. Nähere Angaben zu Quelle und Aktualität der Werte sind im Anhang unter Punkt 8.7 zu finden.

3 Vorbemerkungen

Mit modernen Windenergieanlagen wird auf umweltfreundliche Art Strom produziert. Um diese Art der Energiegewinnung auch hinsichtlich des Lärmschutzes umweltfreundlich zu gestalten, muss durch Einhaltung von Mindestabständen oder andere technische Maßnahmen sichergestellt werden, dass Nachbarn nicht erheblich benachteiligt oder belästigt werden. Je nach Nutzungsart der benachbarten Flächen werden dazu in der TA Lärm [1] bestimmte Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel vorgegeben, und zwar für

a. Industriegebiete		70 dB(A)
b. Gewerbegebiete	tags	65 dB(A)
	nachts	50 dB(A)
c. urbane Gebiete	tags	63 dB(A)
	nachts	45 dB(A)
d. Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	tags	60 dB(A)
	nachts	45 dB(A)
e. allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	tags	55 dB(A)
	nachts	40 dB(A)
f. reine Wohngebiete	tags	50 dB(A)
	nachts	35 dB(A)
g. Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tags	45 dB(A)
	nachts	35 dB(A)

Der Tagzeitraum umfasst hierbei die Zeitspanne von 6.00 bis 22.00 Uhr, der Nachtzeitraum beginnt 22.00 Uhr und endet 6.00 Uhr. Zur Beurteilung der Immissionssituation werden in der Regel die Richtwerte für den kritischeren Nachtzeitraum verwendet.

Nach Nr. 6.7 „Gemengelage“ der TA Lärm können die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionsrichtwerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinandergrenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden, soweit dies nach der gegenseitigen Pflicht zur Rücksichtnahme erforderlich ist.

Zur Prognose der Geräuschimmission von Schallquellen auch über größere Entfernungen bietet die DIN-Richtlinie DIN ISO 9613-2 [3] ein einheitliches Rechenverfahren an. In dieser Richtlinie werden die Zusammenhänge zwischen der Schallemission und der Schallimmission im interessierenden Einwirkungsbereich dargestellt, und es wird gezeigt, wie bei vorgegebenen Ausbreitungsbedingungen die Schallimmission für bodennahe Schallquellen mit einer mittleren Höhe bis zu 30 m berechnet werden kann. Eine Anpassung des Rechenverfahrens auf hohe Schallquellen erfolgte mit dem Interimsverfahren [6] und den LAI-Hinweisen [2]. Die dem vorliegenden Bericht zugrundeliegenden Berechnungen A-bewerteter Schalldruckpegel erfolgen entsprechend der LAI-Hinweise unter Anwendung von Oktavspektren.

Entsprechend der TA Lärm sind bei Geräuschimmissionsprognosen auch Aussagen über die Qualität der Prognose zu treffen. Dies erfolgt mit Hilfe von Unsicherheitsbetrachtungen in Anlehnung an [2] und [8].

4 Berechnungsgrundlagen der Schallausbreitung

Der von einer Schallquelle im Freien in ihrem Einwirkungsbereich (Umgebung) erzeugte Schalldruckpegel hängt von den Eigenschaften der Schallquelle (Schalleistung, Richtcharakteristik, Schallspektrum), der Geometrie des Schallfeldes (Lage von Aufpunkt und Schallquelle zueinander, zum Boden und zu Hindernissen im Schallfeld) sowie von den durch Topographie, Bewuchs und Bebauung bestimmten örtlichen Ausbreitungsbedingungen und von der Witterung ab.

Für die Rechnung wird in der Richtlinie DIN ISO 9613-2 von einer Wetterlage ausgegangen, die die Schallausbreitung begünstigt. Entsprechende Messwerte sind gut reproduzierbar. Zu einer solchen Wetterlage gehört insbesondere die „Mitwindwetterlage“. Erfahrungsgemäß liegt die Methode mit dem Langzeitmittlungspegel (der über längere Zeit und verschiedene Witterungsbedingungen gemittelte Schalldruckpegel) unterhalb der Rechenwerte für die Mitwindwetterlage und wird deshalb nicht angewendet. Auch eine Schallpegelminderung durch Gehölz, Hecken und lockere Bebauung über das in dieser Richtlinie angegebene Maß kann in der Regel nicht nachgewiesen werden.

Die DIN ISO 9613-2 [3] berücksichtigt bei der Berechnung der Schallausbreitung bei bodennahen Quellen die Dämpfung des Bodeneinflusses. Für Windenergieanlagen als hochliegende Schallquellen wird die Bodendämpfung entsprechend den LAI-Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen [2] nicht mehr berücksichtigt.

Der Schalldruckpegel L_{AT} , den eine einzelne Schallquelle an einem Punkt erzeugt, wird in dieser Richtlinie nach folgendem Schema berechnet:

$$L_{AT} = L_{WA} + D_C - A$$

Darin sind:

- L_{WA} der Schalleistungspegel. Er ist die entscheidende kennzeichnende Größe für die Emission einer einzelnen Schallquelle.
- D_C die Richtwirkungskorrektur für die Punktschallquelle unter Einbeziehung des Effekts der Schallreflexion am Boden,
- A die Schalldämpfung zwischen der Schallquelle und dem Immissionsort, insbesondere durch die geometrische Ausbreitung des Schalls und die Luftabsorption.

Auf die Modellierung weiterer pegelmindernder Einflüsse wie Bodenbewuchs, Bebauung oder andere Ausbreitungshindernisse wird in der Richtlinie zwar eingegangen, in der vorliegenden Berechnung finden sie jedoch keine Berücksichtigung.

Des Weiteren wird die Möglichkeit der Pegelerhöhung am Immissionsort durch Reflexion beschrieben, die im Fall der vorliegenden Betrachtung unter bestimmten Bedingungen zu berücksichtigen ist. Das Phänomen kann bei Vorhandensein hoher, ebener und nahezu senkrechter Gebäudefronten bzw. Geländestrukturen in unmittelbarer Nähe eines Immissionsortes oder der Lage eines Immissionsortes zwischen mehreren, aufeinander zulaufenden Gebäuden für die Beurteilung der Situation relevant sein¹.

Bei mehreren Schallquellen werden die Schallpegel am Immissionsort für jede Quelle getrennt ermittelt und energetisch addiert.

¹ Schallreflexion fügt der sich bereits ausbreitenden Schallenergie keine weitere Energie hinzu; die daraus resultierende Steigerung des Schallimmissionspegels kann daher nicht mehr als 3 dB(A) betragen.

5 Standortspezifische Berechnungsvoraussetzungen

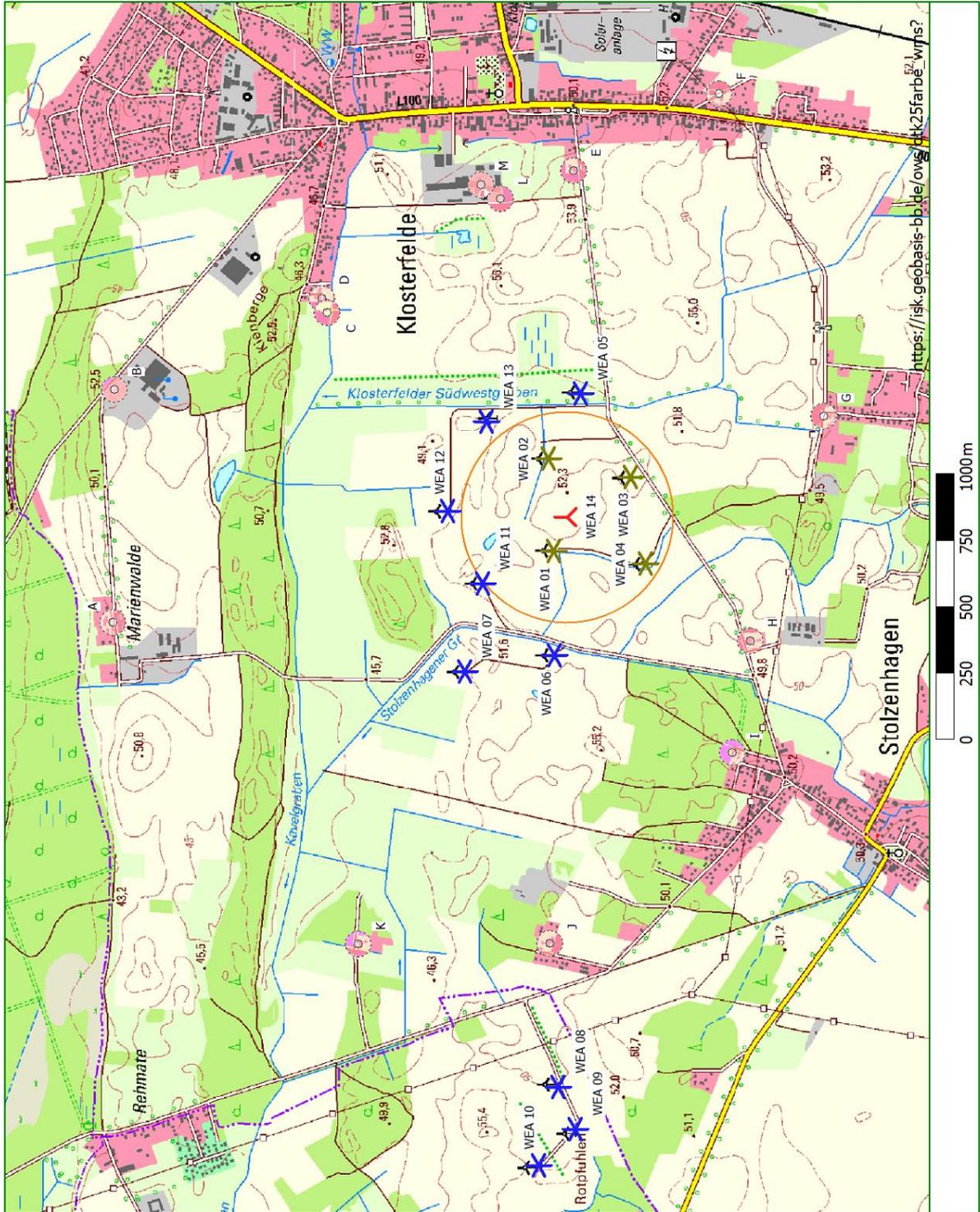
5.1 Lage und Beschreibung des Standorts

Die Standorte der bestehenden und geplanten Windenergieanlagen befinden sich auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche westlich der Ortschaft Klosterfelde im Landkreis Barnim in Brandenburg. Zudem befinden sich nordwestlich von Stolzenhagen drei weitere Windenergieanlagen auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche.

Im möglichen akustischen Einwirkungsbereich der geplanten Windenergieanlage befinden sich die Ortschaften Klosterfelde und Stolzenhagen, die Siedlung Marienwalde sowie mehrere Gebäude im Außenbereich. Die Auswahl der Immissionsorte erfolgte anhand der Ergebnisse einer Standortbesichtigung am 27.04.2021.

Die den Berechnungen zugrundeliegenden Schallemissionswerte werden im Abschnitt 5.3 näher erläutert.

Die Positionen der Windenergieanlagen und der Immissionsorte sind im nachfolgenden Lageplan dargestellt. Die Bezeichnungen und Positionen der vorhandenen, zum Rückbau vorgesehenen und geplanten Windenergieanlagen entsprechen den Vorgaben des Auftraggebers.



Lageplan mit Positionen der vorhandenen Windenergieanlagen (blaue Symbole), der für den Rückbau vorgesehenen WEA (ocker Symbole), der geplanten WEA (rotes Symbol), dem möglichen Abstandsbereich - zweifache Gesamthöhe der geplanten Anlage - lt. §16b Abs. 2 BImSchG (orangefarbener Kreis) und der Immissionsorte (A...M)

5.2 Einschätzung der Immissionsorte nach Gebietskategorien

Das Vorhaben entspricht den immissionsschutzrechtlichen Anforderungen in Bezug auf Schallimmissionen, wenn an den relevanten Immissionsorten die Immissionsrichtwerte der Gebietskategorien eingehalten werden.

Die konkrete Zuordnung der maßgeblichen Immissionsrichtwerte der unterschiedlichen Gebietskategorien erfolgte nach Nr. 6.6 der TA Lärm und ergibt sich aus der bestehenden Bauleitplanung und aus der tatsächlichen Nutzung der Immissionsorte und ihrer Umgebung. Für Einzelgehöfte im Außenbereich oder Wohngebäude, die an den industriell bzw. gewerblich genutzten Außenbereich angrenzen, gelten üblicherweise die Richtwerte des Mischgebiets.

Die Einstufung der Gebietskategorien erfolgte aus gutachterlichen Gesichtspunkten auf Basis der vorhandenen Unterlagen, anhand einer Standortbesichtigungen am 27.04.2021 sowie der gesetzlichen Vorgaben (BauGB, BauNVO und TA Lärm) und gemäß den Vorgaben des LfU Brandenburg. Für den Ortsteil Klosterfelde wurden anhand von einem genehmigten Flächennutzungsplans sowie zwei rechtskräftigen Bebauungsplänen die Gebietskategorien festgelegt. Für den Ortsteil Stolzenhagen stand ein rechtskräftiger Bebauungsplan für die Festlegung der Gebietskategorien zur Verfügung. Zusätzlich standen für die Immissionsorte C...E, G und I per E-Mail am 23.06.2021 und 23.07.2021 vom LfU Brandenburg – Frau Börner – übermittelte Schreiben zu den o.g. zu berücksichtigenden Immissionsorte inklusive deren Gebietseinstufung zur Verfügung.

Für die Randlage der Ortschaft Klosterfelde liegt der Entwurf eines B-Plans („Klosterfelder Hauptstraße 37“) für ein allgemeines Wohngebiet (Immissionsort L) sowie ein urbanes Gebiet (Immissionsort M) vor. Diese Immissionsorte wurden im vorliegenden Bericht prophylaktisch berücksichtigt. An der jeweils der geplanten WEA nächstgelegenen Grenze der Bebauungsplanflächen wurden prophylaktisch die o.g. Immissionsorte definiert. Sollte der B-Plan nicht rechtskräftig werden, sind diese Immissionsorte für die Beurteilung des im vorliegenden Bericht betrachteten Vorhabens nicht relevant. In den folgenden Tabellen sind alle Angaben zu diesen Immissionsorten kursiv dargestellt.

Immissionsort		Gebiets-einstufung	zulässiger Immissions-richtwert (Nacht)	Grundlage der Einstufung
A	Marienwalde, Liebewalder Damm 20/20a	Außenbereich	45	FNP der Gemeinde Wandlitz OT Klosterfelde und tatsächlich vorgefundene Nutzung
B	Marienwalde, Liebewalder Damm 18a	Außenbereich	45	
C	Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche	Gemengelage	42	Vorgabe LfU Brandenburg
D	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	Gemengelage	41	
E	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	Gemengelage	42	
F	Klosterfelde, Ahrendseer Weg (Wohnbaufläche)	WA	40	B-Plan „Wohnungsbau Ahrendseer Weg“ und tatsächlich vorgefundene Nutzung
G	Klosterfelde, Evaweg 31	Gemengelage	42	Vorgabe LfU Brandenburg
H	Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8	Außenbereich	45	tatsächlich vorgefundene Nutzung
I	Stolzenhagen, Feldstraße 9	Gemengelage	42	Vorgabe LfU Brandenburg
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 19	Außenbereich	45	tatsächlich vorgefundene Nutzung
K	Stolzenhagen, Am Gierbusch 1	Außenbereich	45	
L	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	WA	40	Vorgabe LfU Brandenburg (B-Plan-Entwurf „Klosterfelder Hauptstraße 37“)
M	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze urbanes Gebiet)	MU	45	

Tabelle 3: Immissionsorte und ihre Gebietseinstufung (WA – allgemeines Wohngebiet, MU – urbanes Gebiet)

5.3 Unsicherheitsbetrachtung

Entsprechend der TA Lärm sind bei Geräuschimmissionsprognosen auch Aussagen über die Qualität der Prognose zu treffen. Dies erfolgt mit den folgenden Betrachtungen zur Unsicherheit. Dabei wird zwischen der Unsicherheit der Ausgangsdaten – in der Regel die Schallleistungspegel der Geräuschquellen und der Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung unterschieden.

5.3.1 Schallemissionswerte der betrachteten Windenergieanlagentypen

Maßgeblich für die Schallimmissionspegelberechnung ist nach der Richtlinie des *Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“* [2] der Schallemissionswert bei einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe ü. Grund, bzw. bis maximal zu der Windgeschwindigkeit, die dem 95%-Wert der Nennleistung der zu untersuchenden Windenergieanlage entspricht.

Der Schallleistungspegel für eine Serie von Windenergieanlagen wird nach [5] in Form zweier Geräuschemissionswerte $L_{WA,m}$ und K_{WA} angegeben.

$$L_{WD} = L_{WA,m} + K_{WA}$$

$L_{WA,m}$ ist der aus n Messungen resultierende mittlere Schallleistungspegel eines Anlagentyps. Dieser ist nach [2] auf Basis der zugehörigen Oktavspektren zu bestimmen. Sofern für betrachtete WEA-Typen keine Oktavspektren vorliegen, sind die entsprechenden Werte mit Hilfe des in [2] unter Punkt 6 aufgeführten Referenzspektrums zu ermitteln.

Die Unsicherheit K_{WA} beschreibt für ein Vertrauensniveau mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit, mit der das Ergebnis einer durchgeführten Messung des Schallleistungspegels an einer Windenergieanlage aus der Serie den hier angegebenen Wert überschreitet, die mögliche Streubreite der tatsächlich zu erwartenden Schallemissionspegel.

Dieses Vertrauensniveau kann für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10% (obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90%) mit

$$K_{WA,10\%} = 1,28 \cdot \sigma_{ges} = 1,28 \cdot \sqrt{\sigma_{LWA}^2 + \sigma_{prog}^2}$$

berechnet werden.

Die darin enthaltene Prognoseunsicherheit σ_{prog} und die Gesamtunsicherheit σ_{ges} werden in den Abschnitten 5.3.2 und 5.3.3 näher erläutert.

Die Standardabweichung σ_{LWA} , die für die Angabe des Schallleistungspegels zugrunde gelegt wird, ergibt sich nach [13] mit

$$\sigma_{LWA} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

Darin sind:

σ_R die Wiederholstandardabweichung – die Standardabweichung der unter Wiederholbedingungen ermittelten Geräuschemissionswerte, d.h. bei wiederholter Anwendung des selben Geräuschemissionsverfahrens an derselben Windenergieanlage zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Bedingungen. Eine typische Wiederholstandardabweichung ist $\sigma_R = 0,5$ dB [8].

σ_P die Produktionsstandardabweichung – die Standardabweichung der an verschiedenen Windenergieanlagen einer Serie gemessenen Geräuschemissionswerte, wobei dasselbe Geräuschemessverfahren unter Wiederholbedingungen angewendet wurde. Als Näherung gilt $\sigma_P = s$. Liegt nur eine Vermessung des Schalleistungspegels vor, beträgt die Produktionsstandardabweichung $\sigma_P = 1,2$ dB [13][5].

s die Standardabweichung des Schalleistungspegels. Diese berechnet sich wie folgt:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_{WA,i} - L_{WA,m})^2}$$

Darin ist $L_{WA,i}$ der Schalleistungspegel eines Windenergieanlagentyps einer Messung $\{L_{WA}\}$ $i = 1 \dots n$.

Für alle berechnungsrelevanten Typen vorhandener und geplanter Windenergieanlagen liegen jeweils Ergebnisse von einer bzw. von mehreren akustischen Vermessungen des Schalleistungspegels vor. Informationen zu Quelle und Aktualität der Angaben sind in den Abschnitten 8.4 und 8.7 des Anhangs zusammengestellt.

Auf Basis dieser Schalleistungspegel werden für jeden Anlagentyp die Produktionsstandardabweichung σ_P , die Wiederholstandardabweichung σ_R , die Standardabweichung σ_{LWA} und die Unsicherheit $K_{WA,10\%}$ nach oben dargestellter Methode berechnet. Die einzelnen Werte sind für jeden Windenergieanlagentyp im Anhang unter Punkt 8.4 dargestellt.

Bei den im vorliegenden Bericht betrachteten WEA-Typen waren keine Zuschläge für Ton- und Impulshaltigkeit zu beachten.

5.3.2 Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung

Laut den Empfehlungen nach [2] wird für die Unsicherheit des Prognosemodells der Ausbreitungsberechnungen $\sigma_{prog} = 1,0$ dB(A) angesetzt.

Es erfolgt keine Modellierung der Abschirmung durch etwa im Ausbreitungsweg liegende Hindernisse, weshalb der Unsicherheitswert σ_{Schirm} nicht in die Berechnung eingeht.

Hohe Gebäude oder andere der im Abschnitt 4 genannten Rahmenbedingungen, die durch Reflexion zu einer Erhöhung der Schallimmissionen an den gewählten Immissionsorten beitragen könnten, wurden bei der Standortbesichtigung nicht festgestellt. Deshalb erfolgt im vorliegenden Bericht keine Betrachtung der Reflexion.

5.3.3 Gesamtunsicherheit des Beurteilungspegels

Die Prognoseunsicherheit des Beurteilungspegels kann unter Berücksichtigung der Unsicherheiten der Schalleistungspegel L_{WA} (σ_R und σ_P) und der Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung σ_{prog} der einzelnen Windenergieanlagen und der jeweiligen Beiträge der Teilimmissionspegel L_p an den einzelnen Immissionsorten angegeben werden. Da nicht für alle Unsicherheitsfaktoren eine statistische Unabhängigkeit angenommen werden kann, wird die Gesamtunsicherheit in Anlehnung an [13] ermittelt.

Es wird zunächst davon ausgegangen, dass die Beiträge der Serienstreuungen σ_P , der Messunsicherheit σ_R und die Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung σ_{prog} statistisch unabhängig voneinander sind. Die Unabhängigkeit der erstgenannten zwei Unsicherheitsfaktoren manifestiert sich bereits in der Formel zur

Berechnung der Standardabweichung des Schallemissionspegels σ_{LWA} , der in die Berechnung der Gesamtunsicherheit wie folgt eingeht:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_{LWA}^2 + \sigma_{prog}^2}$$

Davon ausgehend wird die Unsicherheit der Schallimmissionspegel in vorliegendem Bericht modelliert, indem bereits auf der Emissionsseite ein um einen Pegelzuschlag erhöhter Schalleistungspegel $L_{WA,90}$ mit einer Unterschreitungswahrscheinlichkeit von 90% als Eingangsgröße der Ausbreitungsrechnung verwendet wird.

$$L_{WA,90} = L_{WA,m} + 1,28 \cdot \sigma_{ges}$$

Ergebnis dieser Ausbreitungsrechnung sind Schallimmissionspegel $L_{r,90}$ mit einer Unterschreitungswahrscheinlichkeit von ebenfalls 90%.

Der für den Genehmigungsbescheid relevante maximal zulässigen Schalleistungspegel ($L_{e,max}$) der geplanten Anlage berücksichtigt nur die Unsicherheiten der Anlage (σ_P und σ_R) sowie die Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10%, nicht jedoch die Ausbreitungsunsicherheit.

Der Pegel $L_{e,max}$ wird damit wie folgt bestimmt:

$$L_{e,max} = L_{WA} + 1,28 \cdot \sqrt{(\sigma_R^2 + \sigma_P^2)}$$

Die den Berechnungen zugrundeliegenden Schallemissionswerte können nachfolgender Tabelle entnommen werden.

Status	Anlagenbezeichnung	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	$L_{WA,m}$ [dB(A)]	$L_{WA,90}$ [dB(A)]	Quelle	
Vorbelastung	vorhanden	WEA 05	ENERCON E-82 E2	138,4	103,8	105,4	B/M
		WEA 06, WEA 07	ENERCON E-66/18.70	98	102,9	104,4	B/M
		WEA 08...10	Vestas V47/660 kW	76	100,7	102,8	B/M
		WEA 11	ENERCON E-101	135,4	106,0	108,1	B/M
	WEA 12, WEA 13	ENERCON E-92	138,4	105,0	107,1	B/M	
	Rückbau beabsichtigt	WEA 01...04	ENERCON E-66/18.70	98	102,9	104,4	B/M
Zusatzbelastung	geplant	WEA 14	ENERCON E-138 EP3 E2 TES BM 0s	130,3	104,7	106,3	M

Tabelle 4: Schallemissionswerte der Windenergieanlagen mit Angabe der Quelle (B – Behördenvorgabe, M – Messbericht(e)) – Die Farbgebung der Status-Angaben korrespondiert mit der entsprechenden Einfärbung der Symbole im Lageplan (Abschnitt 5.1). Detaillierte Quellenangaben sind im Anhang 8.4 und 8.7 dargestellt.

6 Berechnungsergebnisse

6.1 Beurteilungspegel an den betrachteten Immissionsorten

Zunächst wurde für den Standort eine Betrachtung der gesamten Vorbelastung durchgeführt. Anschließend wurde die geplante Reduzierung der Vorbelastung betrachtet. Es ist vorgesehen, vier der vorhandenen Anlagen zurückzubauen. Aus der Berechnung wurden demnach die rückzubauenden Anlagen entfernt. Daraus ergibt sich eine reduzierte Vorbelastung von neun vorhandenen WEA.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Schallimmissionswerte der gesamten und reduzierten Vorbelastung jeweils mit Angabe der Prognosequalität (obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90% ($L_{r,90}$)) dargestellt. Die Qualität der Prognose beinhaltet die Unsicherheit des Schallleistungspegels sowie die Unsicherheit der Prognose nach [2] und [8]. Entsprechend [8] werden sämtliche Beurteilungspegel auf ganze dB(A) gerundet. Gemäß [8], Punkt 3 – Qualität der Prognose – ist die Sicherstellung der Nichtüberschreitung dann anzunehmen, wenn die unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Emissionsdaten und der Unsicherheit des Prognosemodells bestimmte obere Vertrauensbereichsgrenze des prognostizierten Beurteilungspegels den maßgeblichen Immissionsrichtwert nicht überschreitet. Folglich wurde auf eine Mittelwertbestimmung im klassischen Sinne nach [1] verzichtet, da die Beurteilung des rechtmäßigen Betriebs gemäß [8] auf Basis des Beurteilungspegels $L_{r,90}$ erfolgt. Auftretende Überschreitungen der Immissionsrichtwerte sind in den Tabellen grau hinterlegt.

Immissionsort		nächtlicher Immissionsrichtwert [dB(A)]	gesamte Vorbelastung $L_{r,90}$ [dB(A)]	reduzierte Vorbelastung $L_{r,90}$ [dB(A)]
A	Marienwalde, Liebewalder Damm 20/20a	45	40	39
B	Marienwalde, Liebewalder Damm 18a	45	40	39
C	Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche	42	45	44
D	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	41	44	43
E	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	42	43	41
F	Klosterfelde, Ahrendseer Weg (Wohnbaufläche)	40	39	37
G	Klosterfelde, Evaweg 31	42	44	41
H	Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8	45	46	43
I	Stolzenhagen, Feldstraße 9	42	44	42
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 19	45	44	43
K	Stolzenhagen, Am Gierbusch 1	45	41	41
L	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	40	44	42
M	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze urbanes Gebiet)	45	43	42

Tabelle 5: Berechnungsergebnisse der Schallausbreitungsrechnung bei Betrachtung der gesamten und reduzierten Vorbelastung

Auf Basis dieser reduzierten Vorbelastung wurde abschließend unter Berücksichtigung der Zusatzbelastung durch die geplanten WEA die zu erwartende Gesamtbelastung berechnet. In der nachfolgenden Tabelle sind die Schallimmissionswerte der Zusatzbelastung sowie der Gesamtbelastung jeweils mit Angabe der Prognosequalität ($L_{r,90}$) dargestellt.

Immissionsort		nächtlicher Immissionsrichtwert [dB(A)]	Zusatzbelastung $L_{r,90}$ [dB(A)]	Gesamtbelastung $L_{r,90}$ [dB(A)]
A	Marienwalde, Liebewalder Damm 20/20a	45	28	40
B	Marienwalde, Liebewalder Damm 18a	45	28	39
C	Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche	42	33	44
D	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	41	32	43
E	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	42	32	42
F	Klosterfelde, Ahrendseer Weg (Wohnbaufläche)	40	29	38
G	Klosterfelde, Evaweg 31	42	34	42
H	Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8	45	37	44
I	Stolzenhagen, Feldstraße 9	42	34	43
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 19	45	29	43
K	Stolzenhagen, Am Gierbusch 1	45	28	41
L	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	40	32	43
M	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze urbanes Gebiet)	45	32	42

Tabelle 6: Berechnungsergebnisse der Zusatz- und Gesamtbelastung

Nähere Angaben sind den Berechnungsberichten der Prognosesoftware im Anhang zu entnehmen.

6.2 Beurteilung der Berechnungsergebnisse

Zur Beurteilung der immissionsrechtlichen Zulässigkeit des Betriebs der Anlagen in der gewählten Anordnung sind die auf ganze dB(A) gerundeten Schallimmissionspegel mit den eingangs genannten Immissionsrichtwerten zu vergleichen.

Bei Betrachtung der **gesamten Vorbelastung** ist festzustellen, dass der Beurteilungspegel unter Berücksichtigung der ermittelten Prognoseunsicherheit (obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90% ($L_{r,90}$)) den jeweils anzuwendenden Immissionsrichtwert an den Immissionsorten A, B, F, J, K und M unterschreitet. An den Immissionsorten E und H wird die Richtwertempfehlung um 1 dB(A) überschritten. An den Immissionsorten C, D, G, I und L kommt es zur Überschreitung des anzuwendenden Immissionsrichtwerts um mehr als 1 dB(A).

Der geplante Rückbau von vier vorhandenen WEA führt dazu, dass der Beurteilungspegel ($L_{r,90}$) der **reduzierten Vorbelastung** unter Berücksichtigung der ermittelten Prognoseunsicherheit am Immissionsort K demjenigen der gesamten Vorbelastung entspricht. An den weiteren betrachteten Immissionsorten nimmt der Beurteilungspegel um 1 bis 3 dB(A) ab, wobei es an den Immissionsorten E und G...I nicht mehr zur Überschreitung der Richtwertempfehlung kommt.

Der Beurteilungspegel $L_{r,90}$ der **Zusatzbelastung** unterschreiten an allen Immissionsorten die jeweils anzuwendenden Immissionsrichtwerte um mehr als 6 dB(A). Nach Abschnitt 3.2.1 Absatz 2 der TA Lärm [1] ist der Immissionsbeitrag der geplanten Anlage an diesen Immissionsorten als nicht relevant einzuschätzen. Zudem beträgt an den Immissionsorten A, B, E, F, J, K und M die Differenz zwischen dem

jeweils anzuwendenden Immissionsrichtwert und dem Beurteilungspegel mindestens 10 dB(A). Gemäß Abschnitt 2.2 der TA Lärm [1] befinden sich diese Immissionsorte nicht im Wirkungsbereich der geplanten Windenergieanlage und hätten bei der Schallimmissionsberechnung nicht berücksichtigt werden müssen. Ihre Einbeziehung erfolgte im Interesse einer umfassenden Darstellung der Immissionssituation. An den Immissionsorten A, B, J und K unterschreitet der Pegelbeitrag der geplanten WEA zudem den jeweils anzuwendenden Immissionsrichtwert um mindestens 15 dB(A). Damit sind lt. Information des LfU Brandenburg geplante Windenergieanlagen auch dann genehmigungsfähig, wenn an diesen Immissionsorten eine Überschreitung des Immissionsrichtwertes durch den Beurteilungspegel der Gesamtbelastung um mehr als 1 dB(A) auftritt.

Vergleicht man den Schallbeitrag $L_{r,90}$ der für den Rückbau vorgesehenen vier WEA mit dem Schallbeitrag $L_{r,90}$ der geplanten Anlage, ergibt sich die Differenz ($D = L_{r,90,Zubau} - L_{r,90,Rückbau}$) durch das geplante Repowering an jedem Immissionsort wie in Tabelle 7 dargestellt.

Immissionsort	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Differenz Schalldruckpegel Zubau - Rückbau in dB(A)	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-6	-6	-5	-5	-4	-5	-5

Tabelle 7: Schalldruckdifferenz (Zubau – Rückbau) des geplanten Repowering-Projektes gemäß Berechnungsvariante BV2

Nähere Angaben sind auch den Berechnungsberichten „Zusatzbelastung“ und „Schallbeitrag WEA Rückbau“ im Anhang 8.2 zu entnehmen. Folglich ist die Voraussetzung für eine Sonderfallprüfung gemäß TA Lärm 3.2.2c gegeben. Unter der Annahme, dass der gesamte Windpark im Rahmen eines Repoweringprojektes zurückgebaut und die Zusatzbelastung immer – wie im vorliegenden Beispiel – mindestens 4 dB(A) geringer ist als der Schalldruckpegel, welcher durch die rückzubauenden WEA verursacht wird, würde langfristig der jeweilige Immissionsrichtwert an den kritischen Immissionsorten C, D, I und L wieder eingehalten werden.

Der jeweils anzuwendende Immissionsrichtwert wird durch die Beurteilungspegel ($L_{r,90}$) der **Gesamtbelastung** an den Immissionsorten A, B, F, H, J, K und M unterschritten, während dieser an den Immissionsorten E und G genau erreicht wird. Dabei ist festzustellen, dass an den Immissionsorten B...J, L und M durch das geplante Repowering-Projekt der Immissionspegel um mindestens 1 dB(A) reduziert wird, so dass es an den Immissionsorten E, G und H nicht mehr zur Überschreitung des jeweils anzuwendenden Immissionsrichtwertes kommt. Am Immissionsort I kommt es zur Überschreitung des anzuwendenden Immissionsrichtwertes um 1 dB(A), an den Immissionsorten C, D und L beträgt die Überschreitung mehr als 1 dB(A). Jedoch nehmen an diesen kritischen Immissionsorten die Beurteilungspegel der Gesamtbelastung gegenüber dem $L_{r,90}$ der gesamten Vorbelastung um 1 dB(A) ab. Eine detaillierte Übersicht über die Schallreduktion ($S = L_{r,90 VBges.} - L_{r,90 GB}$) durch das geplante Repowering an jedem Immissionsort liefert Tabelle 8.

Immissionsort	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Schallreduktion durch Repowering in dB(A)	0	1	1	1	1	1	2	2	1	1	0	1	1

Tabelle 8: Schallreduktion bezogen auf Beurteilungspegel $L_{r,90}$ an den betrachteten Immissionsorten durch das geplante Repowering-Projekt

In der vorliegenden Berechnung werden zunächst nur die von den Windenergieanlagen ausgehenden Schallemissionen berücksichtigt. Der Schalldruckpegel am jeweiligen Immissionsort wird zusätzlich durch die Emissionen anderer Geräuschquellen (Straßen, Umgebung etc.) beeinflusst. Unter bestimmten Bedingungen müssen schon vorhandene Quellen von Gewerbelärm gemäß TA Lärm als Vorbelastung in die Schallimmissionsberechnung einbezogen werden. Wie eine Ortsbegehung der Umgebung des Standortes am 27.04.2021 ergab, existieren eine Biogasanlage sowie ein DPD-Depot nordwestlich bzw. westlich der Ortslage Klosterfelde mit möglicherweise auftretenden nächtlichen Lärmemissionen. Es konnten bei der durchgeführten Standortbesichtigung keine weiteren Gewerbegebiete o.ä. mit nächtlichen Lärmemissionen festgestellt werden. Da der Schallbeitrag der geplanten WEA an allen Immissionsorten zumindest als irrelevant einzuschätzen ist, konnte somit im vorliegenden Bericht auf die Betrachtung der Vorbelastung aus Gewerbe entsprechend TA Lärm 3.2.1 Absatz 6 verzichtet werden. Wegen des weitgehend ländlichen Charakters der Region (mit einer im Allgemeinen geringen Vorbelastung, insbesondere während der Nacht) kann also davon ausgegangen werden, dass die Gesamtbelastung nach TA Lärm nicht über den o. g. Pegelwerten liegt.

Der Bundestag hat am 24./25.06.2021 die Einführung des §16b BImSchG [17] beschlossen. Dieser Paragraf sieht eine Vereinfachung von Genehmigungsverfahren bei Repowering-Projekten vor. Gemäß §16b Abs. 2 BImSchG ist eine Modernisierung gegeben, wenn die geplante Anlage innerhalb von 24 Monaten nach dem Rückbau der Bestandsanlage errichtet wird und der Abstand zwischen Bestandsanlage/n und geplanter Anlage höchstens das Zweifache der Gesamthöhe der geplanten Anlage entspricht. Die zweifache Gesamthöhe der geplanten Anlage entspricht 400 m und folgende Abstände ergeben sich im Rahmen des Repoweringprojekts:

WEA 14 zu WEA 01: ~ 136 m,

WEA 14 zu WEA 02: ~ 233 m,

WEA 14 zu WEA 03: ~ 282 m,

WEA 14 zu WEA 04: ~ 343 m.

Zudem ist im Lageplan der zweifache Radius der Gesamthöhe der geplanten Anlage als orangefarbene Linie abgebildet, um die Einhaltung des Kriteriums aufzuzeigen.

Lt. §16b Abs. 3 BImSchG darf eine Genehmigung einer Windenergieanlage im Rahmen einer Modernisierung nach §16b Abs. 2 BImSchG „nicht versagt werden, wenn nach der Modernisierung nicht alle Immissionsrichtwerte der technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm eingehalten werden, wenn aber

1. der Immissionsbeitrag der Windenergieanlage nach der Modernisierung niedriger ist als der Immissionsbeitrag der durch sie ersetzten Windenergieanlage und
2. die Windenergieanlage dem Stand der Technik entspricht.“ ([17], S. 4)

Wie Tabelle 7 zu entnehmen ist, ist der Immissionsbeitrag der geplanten Anlage WEA 14 an den kritischen Immissionsorten 4 dB(A) (Immissionsort C) bzw. 5 dB(A) (Immissionsort D, I und L) geringer als der Immissionsbeitrag der zum Rückbau vorgesehenen vier Anlagen. Zudem wird, wie in Tabelle 8 aufgeführt, für diese kritischen Immissionsorte durch das Repowering eine Schallreduktion um 1 dB(A) für die

Gesamtbelastung gegenüber der gesamten Vorbelastung erreicht, womit die Bedingungen gemäß §16b Abs. 3 BImSchG Punkt 1 erfüllt sind. Zudem entspricht der betrachtete Anlagentyp ENERCON E-138 EP3 E2 dem Stand der Technik, da dieser keine zuschlagspflichtige Impuls- und/oder Tonhaltigkeit aufweist.

Das vorliegende Repowering-Projekt hält somit die o.g. Kriterien *Abstand zur Bestandsanlage*, *geringerer Immissionsbeitrag* und *Stand der Technik* gemäß [17] ein.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass an den kritischen Immissionsort C und D im Nachtzeitraum bereits durch die gesamte Vorbelastung der anzuwendende Immissionsrichtwert um 3 dB(A) überschritten wird. Jedoch wird an diesen Immissionsorten durch den geplanten Rückbau der bestehenden Anlagen WEA 01...04 und einem Betrieb der geplanten WEA im Betriebsmodus entsprechend Tabelle 1 der Beurteilungspegel der Gesamtbelastung im Vergleich zum Beurteilungspegel der gesamten Vorbelastung um 1 dB(A) reduziert. Da der Schallbeitrag der geplanten Anlage als irrelevant zu betrachten ist und zur langfristigen Lärmsanierung an den kritischen Immissionsorten beiträgt, sind die Voraussetzungen für eine Genehmigung nach §16b Abs. 3 BImSchG gegeben und einer Genehmigung in Anlehnung an eine Sonderfallprüfung lt. TA Lärm Abschnitt 3.2.2c in Verbindung mit TA Lärm 3.2.1 Absatz 2 steht nichts entgegen.

An dem ebenfalls kritischen Immissionsort I wird der anzuwendende Immissionsrichtwert bereits durch die gesamte Vorbelastung um mehr als 1 dB(A) überschritten. Da jedoch der Immissionsbeitrag der geplanten Anlage an diesen Immissionsorten zumindest als nicht relevant einzuschätzen ist, der Beurteilungspegel der Gesamtbelastung gegenüber demjenigen der gesamten Vorbelastung um 1 dB(A) abnimmt und somit die Überschreitung durch das geplante Repowering nicht mehr als 1 dB(A) beträgt, ist eine Genehmigung der geplanten Anlage im Nachtzeitraum entsprechend [1] gemäß TA Lärm 3.2.1 Absatz 2 und 3 möglich.

An den Immissionsorten A, B, E...H, J und K steht einer Genehmigung entsprechend TA Lärm 3.2.1 Absatz 1 nichts entgegen.

Gesondert zu betrachten sind die Immissionsorte L und M, welche auf Grundlage eines B-Plans in Aufstellung mit der Einstufung als Wohngebiet bzw. urbanes Gebiet definiert wurden. Der Immissionsrichtwert von 40 dB(A) am Immissionsort L wird bereits durch den Beurteilungspegel der gesamten Vorbelastung um 4 dB(A) überschritten. Da die Planung des Wohngebietes den Bestandsschutz der vorhandenen nach BImSchG genehmigungsbedürftigen Anlagen berücksichtigen muss, kann somit den Erwartungen zum Schutzanspruch eines Wohngebietes nicht entsprochen werden und es müsste ein erhöhter Immissionsrichtwert zur Anwendung kommen. Daher sollte dieser Immissionsort nicht ausschlaggebend für die Genehmigungsfähigkeit der geplanten Windenergieanlage sein. Im vorliegenden Bericht nimmt der Beurteilungspegel der Gesamtbelastung am Immissionsort L gegenüber dem entsprechenden Wert der gesamten Vorbelastung um 1 dB(A) ab. Da ebenfalls am prophylaktischen Immissionsort L der Schallbeitrag der geplanten Anlage als irrelevant zu betrachten ist und – im Fall einer eintretenden Rechtswirksamkeit des B-Plan-Entwurfs – zur langfristigen Lärmsanierung beiträgt, sind die Voraussetzungen für eine Genehmigung nach §16b Abs. 3 BImSchG gegeben und einer Genehmigung in Anlehnung an eine Sonderfallprüfung lt. TA Lärm Abschnitt 3.2.2c in Verbindung mit TA Lärm 3.2.1 Absatz 2 steht nichts entgegen. Für den Immissionsort M und die damit verbundene Gebietseinstufung als urbanes Gebiet ergeben sich keine Widersprüche, da unter

Berücksichtigung der aktuellen Vorbelastung sowie nach Umsetzung des geplanten Vorhabens der Immissionsrichtwert unterschritten wird. Folglich steht am Immissionsort M einer Genehmigung entsprechend TA Lärm 3.2.1 Absatz 1 nichts entgegen.

Für den geplanten WEA-Typ ENERCON E-138 EP3 E2 lagen die Ergebnisse von drei Vermessungen des Schallleistungspegels für Anlagen mit einer Sonderausstattung der Rotorblätter (Trailing Edge Serrations – TES) vor. Durch Vorlage entsprechender Unterlagen sollte nachgewiesen werden, dass die Spezifikation und Ausstattung der vor Ort errichteten Anlagen mit derjenigen der vermessenen WEA übereinstimmt.

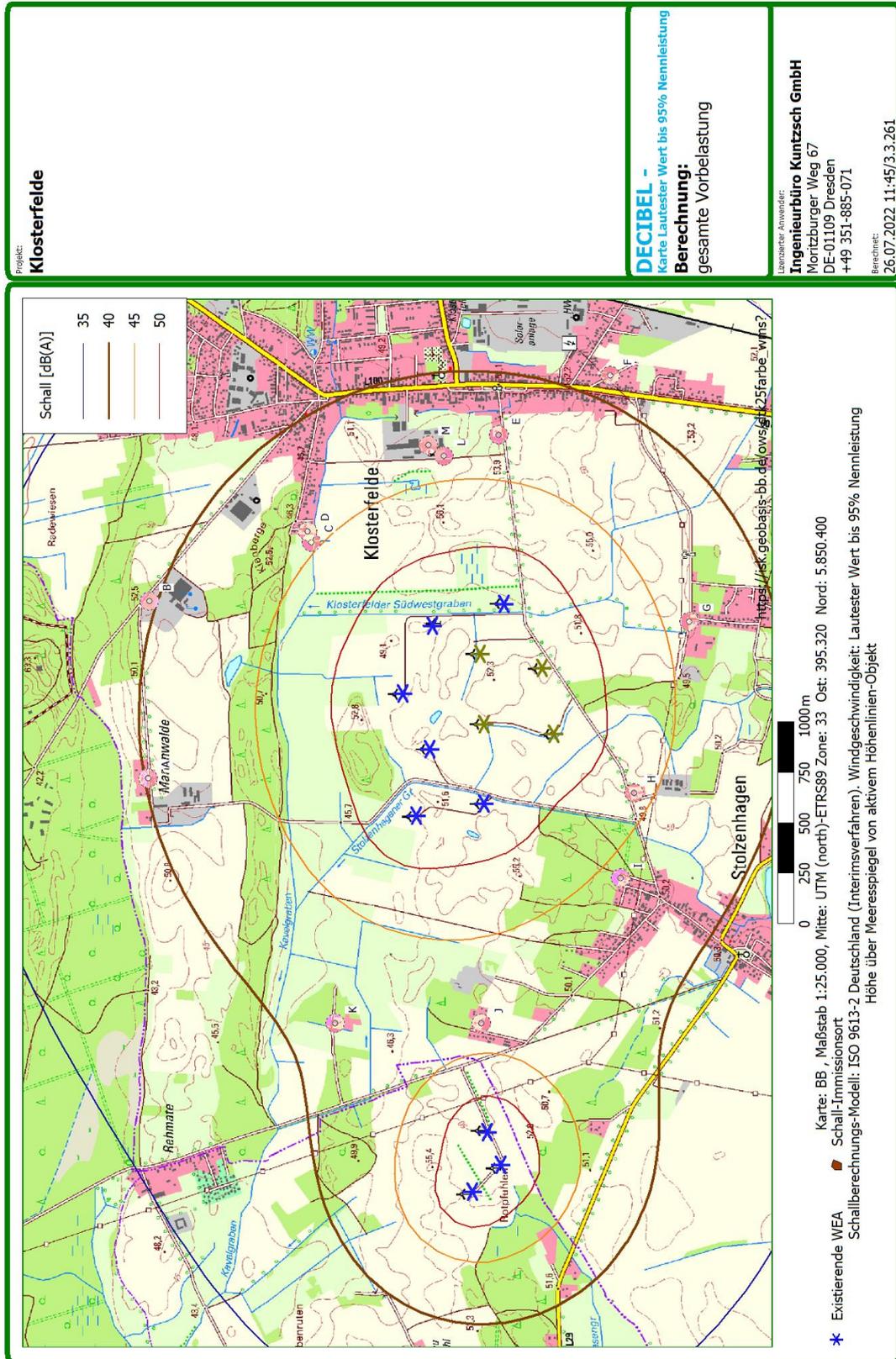
7 Literaturhinweise

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1998): Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm). - Bonn, 26. August 1998, GMBI 1998, S. 503 ff.; Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAAnz AT 08.06.2017 B5)
- [2] Länderausschuss für Immissionsschutz LAI (2017): Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA). - Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Stand 30. Juni 2016.
- [3] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (1999): Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien. – DIN ISO 9613-2, 1999-10, Berlin.
- [4] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (2001): Angabe des Schalleistungspegels und der Tonhaltigkeitswerte bei Windenergieanlagen - DIN EN 50376, Entwurf, Berlin, Frankfurt a. M., November 2001.
- [5] IEC International Electrotechnical Commission (2005): Wind Turbines – Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values. - IEC TS 61400-14, First edition 2005-03, Genf.
- [6] DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik NALS (2015): Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen. Fassung 2015-05.1. - veröffentlicht vom Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien".
- [7] Probst, W. & U. Donner (2002): Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose. - Zeitschrift für Lärmbekämpfung 49 (2002), Nr.3, S. 86-90.
- [8] Erlass des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg zu Anforderungen an die Geräuschimmissionsprognose und die Nachweismessung bei Windkraftanlagen (WKA) – WKA-Geräuschemissionserlass. - Potsdam, 16. Januar 2019.
- [9] Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (2005): Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen.
- [10] VDI Verein Deutscher Ingenieure (1988): Schallausbreitung im Freien. - VDI 2714, Januar 1988, Düsseldorf.
- [11] Gemeinsame Handlungsempfehlung des Sächsischen Staatsministeriums des Innern und des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Zulassung von Windenergieanlagen. - Dresden, 07.09.2011.
- [12] Piorr, D. (2001): Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschimmissionswerten mittels Prognose. - Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48 (2001), Nr. 5, S. 172-175.
- [13] Agatz, Monika (2021): Windenergie-Handbuch - 18. Ausgabe, Dezember 2021.
- [14] Fördergesellschaft für Windenergie e.V. (2008): Technische Richtlinien für Windenergieanlagen – Teil 1: Bestimmung der Schallimmissionswerte. - Revision 18, Stand 01.02.2008.
- [15] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (1987): Schallschutz im Städtebau, Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung. - DIN 18005, Beiblatt 1, 1987-05, Berlin.
- [16] Länderausschuss für Immissionsschutz LAI (2005): Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen. - Empfehlungen des LAI Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“, März 2005.
- [17] Deutscher Bundestag (2021): Gesetz zur Umsetzung von Vorgaben der Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung) für Zulassungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz, dem Wasserhaushaltsgesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz – Drucksache 19/27672 – §16b BImSchG – Stand 22.06.2021, Berlin.

8 Anhang

8.1 Übersichtspläne mit Schalldruckpegelniveaulinien

gesamte Vorbelastung:



Projekt:
Klosterfelde

DECIBEL -
Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung:
gesamte Vorbelastung

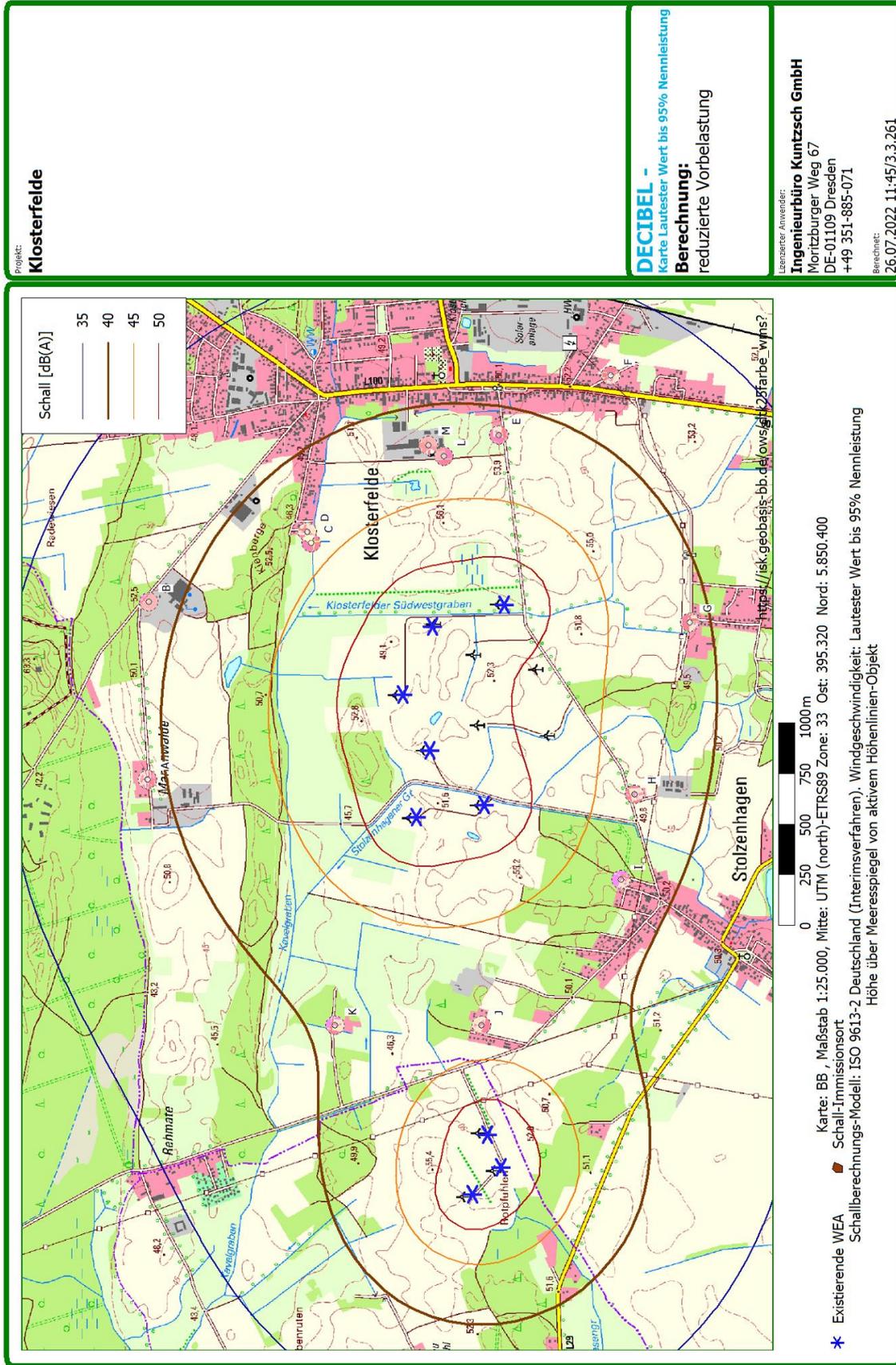
Lizenznehmer Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:
26.07.2022 11:45/3.3.261

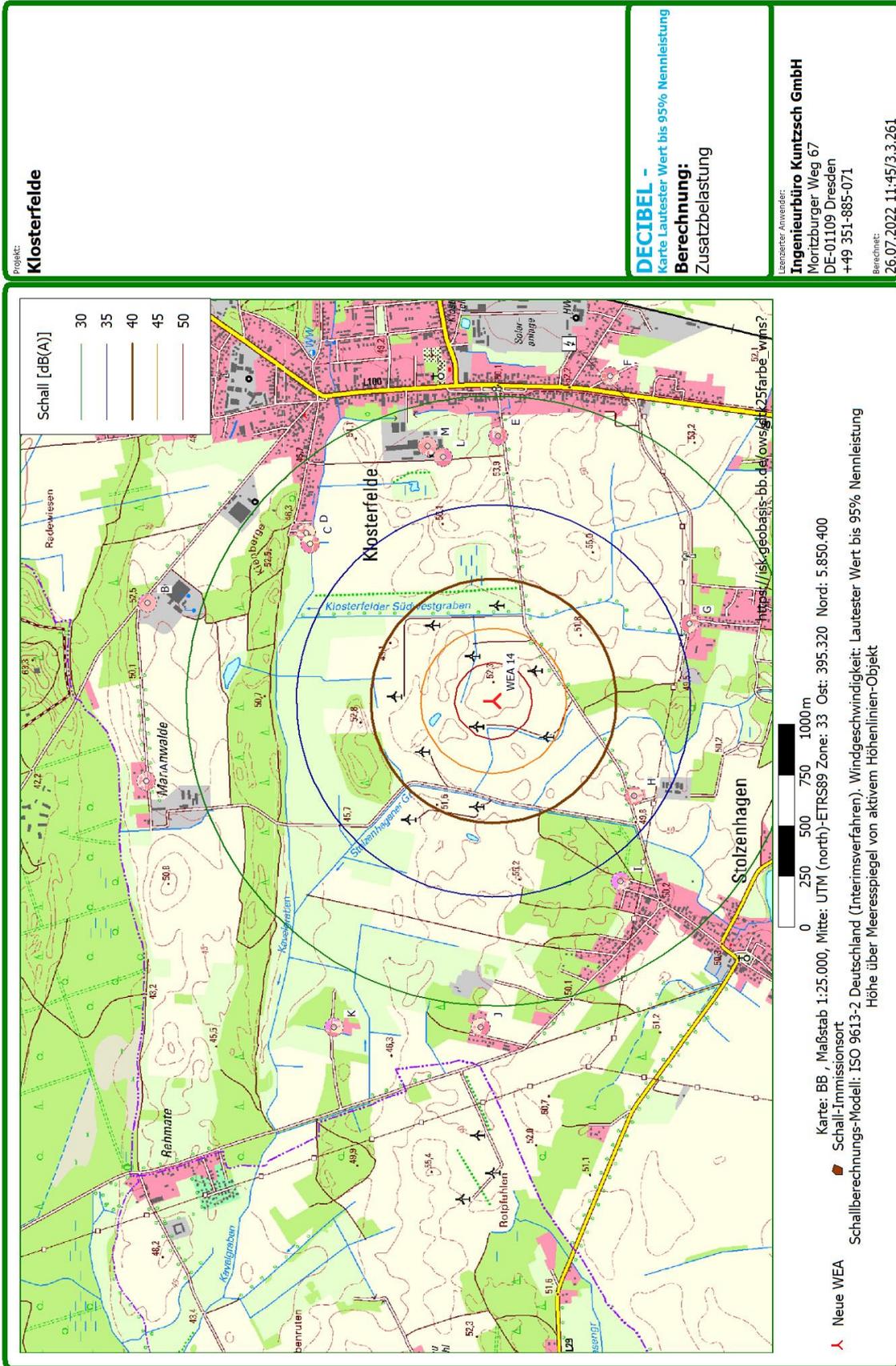


26.07.2022 16:48 / 1

reduzierte Vorbelastung:

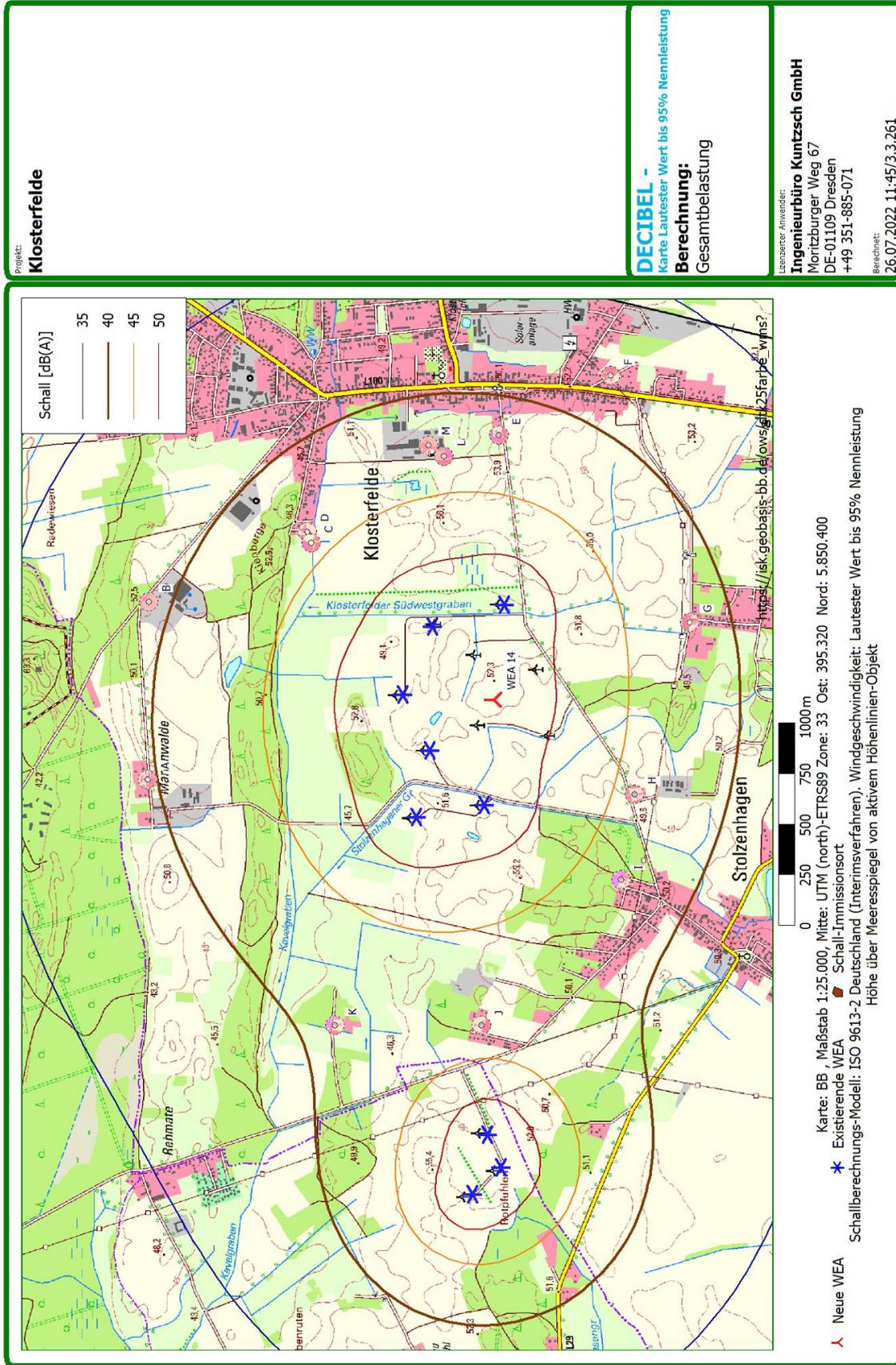


Zusatzbelastung:



26.07.2022 16:51 / 1

Gesamtbelastung:



8.2 Berechnungsberichte der Prognosesoftware

gesamte Vorbelastung:

Projekt:
Klosterfelde

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:
26.07.2022 11:45/3.3.261

DECIBEL - Hauptergebnis
Berechnung: gesamte Vorbelastung

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

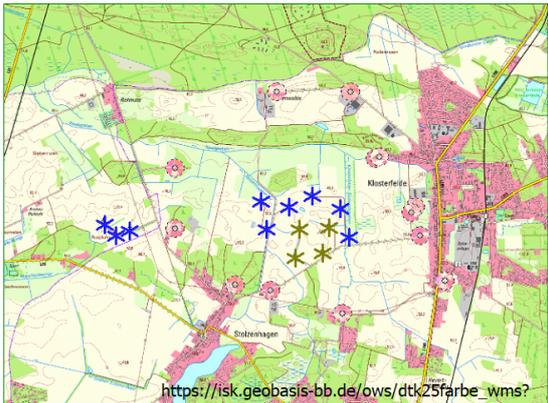
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

Industriegebiet: 70 dB(A)
Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
Reines Wohngebiet / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)
Gewerbegebiet: 50 dB(A)
Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:75.000

* Existierende WEA ■ Schall-Immissionsort

https://isk.geobasis-bb.de/ows/dtk25farbe_wms?

WEA

	Ost Nord Z			Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
			[m]		Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name			
WEA 01	395.824	5.849.965	50,0	KF 01	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 02	396.174	5.849.984	50,0	KF 02	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 03	396.103	5.849.677	50,0	KF 03	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 04	395.774	5.849.621	50,0	KF 04	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 05	396.421	5.849.865	47,5	KF 06	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	USER	105,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	105,4	Nein
WEA 06	395.428	5.849.963	49,6	SH 01	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 07	395.366	5.850.298	47,5	SH 02	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 08	393.788	5.849.949	50,6	NR 01	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	USER	102,8 dB(A) Lwa,90 Okt. R	(95%)	102,8	Nein
WEA 09	393.627	5.849.883	51,8	NR 02	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	USER	102,8 dB(A) Lwa,90 Okt. R	(95%)	102,8	Nein
WEA 10	393.491	5.850.022	52,5	NR 03	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	USER	102,8 dB(A) Lwa,90 Okt. R	(95%)	102,8	Nein
WEA 11	395.700	5.850.231	47,5	KF 05	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	135,0	USER	108,1 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	108,1	Nein
WEA 12	395.975	5.850.365	47,5	KF 07	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	USER	107,1 dB(A) Lwa,90 Okt. R	(95%)	107,1	Nein
WEA 13	396.314	5.850.218	47,5	KF 08	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	USER	107,1 dB(A) Lwa,90 Okt. R	(95%)	107,1	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort				Anforderung Beurteilungspegel Anforderung erfüllt?		
Nr.	Name	Ost Nord Z	Aufpunkt-höhe [m]	Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	Schall
A	Marlenwalde, Liebewalder Damm 20/20a	395.554	5.851.625	45,7	5,0	45 40 Ja
B	Marlenwalde, Liebewalder Damm 18a	396.439	5.851.619	50,0	5,0	45 40 Ja
C	Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche	396.730	5.850.818	47,5	5,0	42 45 Nein
D	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	396.784	5.850.838	47,5	5,0	41 44 Nein
E	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	397.268	5.849.890	52,0	5,0	42 43 Nein
F	Klosterfelde, Ahrendseer Weg (Wohnbaufläche)	397.562	5.849.341	50,2	5,0	40 39 Ja
G	Klosterfelde, Evaweg 31	396.337	5.848.946	50,0	5,0	42 44 Nein
H	Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8	395.482	5.849.223	50,0	5,0	45 46 Nein
I	Stolzenhagen, Feldstraße 9	395.058	5.849.290	50,0	5,0	42 44 Nein
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 19	394.334	5.849.978	50,0	5,0	45 44 Ja
K	Stolzenhagen, Am Gierbusch 1	394.333	5.850.702	46,7	5,0	45 41 Ja
L	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	397.161	5.850.163	48,1	5,0	40 44 Nein
M	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze urbanes Gebiet)	397.216	5.850.237	47,5	5,0	45 43 Ja

windPRO 3.3.261 | EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

26.07.2022 16:37 / 1

Projekt:

Klosterfelde

Lizenziertes Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.07.2022 11:45/3.3.261

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: gesamte Vorbelastung

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA												
	WEA 01	WEA 02	WEA 03	WEA 04	WEA 05	WEA 06	WEA 07	WEA 08	WEA 09	WEA 10	WEA 11	WEA 12	WEA 13
A	1682	1754	2024	2016	1962	1667	1340	2435	2598	2613	1402	1328	1599
B	1765	1656	1971	2106	1754	1940	1702	3133	3305	3353	1572	1337	1407
C	1244	1002	1302	1532	1002	1558	1460	3068	3241	3335	1186	880	730
D	1298	1049	1346	1582	1039	1614	1517	3125	3298	3393	1242	937	778
E	1446	1098	1184	1518	847	1841	1945	3481	3641	3779	1605	1377	1009
F	1847	1530	1497	1810	1256	2223	2395	3823	3972	4128	2064	1889	1525
G	1141	1051	768	879	923	1364	1665	2739	2867	3043	1434	1464	1272
H	817	1029	769	494	1137	742	1081	1843	1969	2145	1031	1244	1297
I	1021	1314	1114	789	1479	768	1054	1431	1549	1730	1139	1413	1562
J	1490	1840	1794	1484	2090	1094	1080	547	713	844	1389	1686	1994
K	1663	1976	2045	1801	2250	1321	1109	930	1081	1082	1446	1676	2039
L	1352	1003	1164	1489	798	1745	1800	3380	3545	3673	1463	1203	849
M	1418	1072	1246	1568	878	1809	1851	3440	3606	3731	1516	1248	902

Schallbeitrag WEA Rückbau:

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
Berechnet: 26.07.2022 11:45/3.3.261	

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Schallbeitrag WEA Rückbau

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

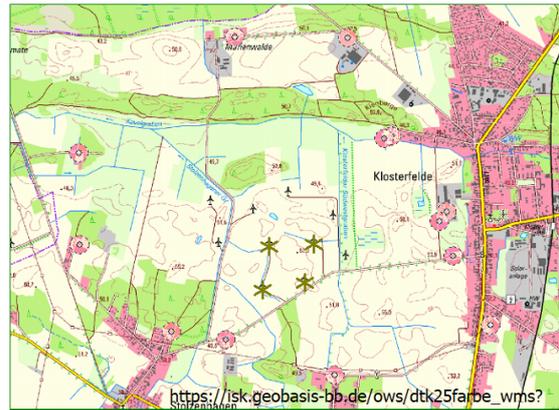
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
 Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

- Industriegebiet: 70 dB(A)
- Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
- Reines Wohngebiet / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)
- Gewerbegebiet: 50 dB(A)
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
- Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:50.000
 * Existierende WEA ● Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle Name	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
					Aktuell	Hersteller Typ							
WEA 01	395.824	5.849.965	50,0	KF 01	Ja	ENERCON E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 02	396.174	5.849.984	50,0	KF 02	Ja	ENERCON E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 03	396.103	5.849.677	50,0	KF 03	Ja	ENERCON E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 04	395.774	5.849.621	50,0	KF 04	Ja	ENERCON E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkt-höhe [m]	Anforderung Beurteilungspegel		Anforderung erfüllt?
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	
A	Marienwalde, Liebewalder Damm 20/20a	395.554	5.851.625	45,7	5,0	45	32	Ja
B	Marienwalde, Liebewalder Damm 18a	396.439	5.851.619	50,0	5,0	45	32	Ja
C	Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche	396.730	5.850.818	47,5	5,0	42	37	Ja
D	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	396.784	5.850.838	47,5	5,0	41	37	Ja
E	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	397.268	5.849.890	52,0	5,0	42	37	Ja
F	Klosterfelde, Ahrendseer Weg (Wohnbaufläche)	397.562	5.849.341	50,2	5,0	40	34	Ja
G	Klosterfelde, Evaweg 31	396.337	5.848.946	50,0	5,0	42	40	Ja
H	Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8	395.482	5.849.223	50,0	5,0	45	43	Ja
I	Stolzenhagen, Feldstraße 9	395.058	5.849.290	50,0	5,0	42	39	Ja
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 19	394.334	5.849.978	50,0	5,0	45	34	Ja
K	Stolzenhagen, Am Gierbusch 1	394.333	5.850.702	46,7	5,0	45	32	Ja
L	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	397.161	5.850.163	48,1	5,0	40	37	Ja
M	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze urbanes Gebiet)	397.216	5.850.237	47,5	5,0	45	37	Ja

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA			
	WEA 01	WEA 02	WEA 03	WEA 04
A	1682	1754	2024	2016
B	1765	1656	1971	2106
C	1244	1002	1302	1532
D	1298	1049	1346	1582
E	1446	1098	1184	1518
F	1847	1530	1497	1810
G	1141	1051	768	879
H	817	1029	769	494
I	1021	1314	1114	789
J	1490	1840	1794	1484
K	1663	1976	2045	1801

(Fortsetzung nächste Seite)...

Zusatzbelastung:

Projekt: Klosterfelde	Lizenziertes Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071 Berechnet: 26.07.2022 11:45/3.3.261
---------------------------------	--

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

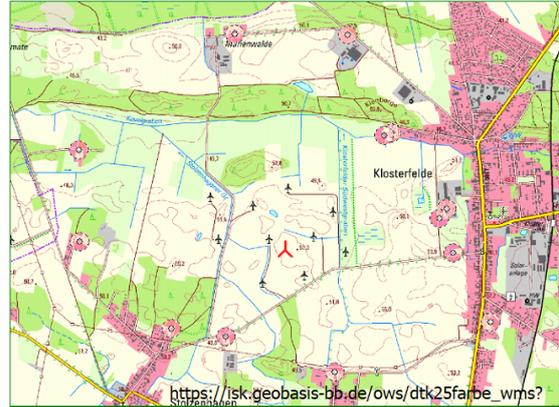
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
 Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

- Industriegebiet: 70 dB(A)
- Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
- Reines Wohngebiet / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)
- Gewerbegebiet: 50 dB(A)
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
- Kur- und Feriengbiet: 35 dB(A)



Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte	Windgeschwindigkeit [m/s] (95%)	LWA [dB(A)]	Einzelton
				Ak-tuell	Hersteller	Typ							
WEA 14	395.951	5.849.915	50,0 WEA 14	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	130,3	USER 106,3 dB(A)	TES BM 0s Lwa,90 Okt. D	106,3	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkt-höhe [m]	Anforderung		Anforderung erfüllt?
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	
A	Marienwalde, Liebewalder Damm 20/20a	395.554	5.851.625	45,7	5,0	45	28	Ja
B	Marienwalde, Liebewalder Damm 18a	396.439	5.851.619	50,0	5,0	45	28	Ja
C	Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche	396.730	5.850.818	47,5	5,0	42	33	Ja
D	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	396.784	5.850.838	47,5	5,0	41	32	Ja
E	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	397.268	5.849.890	52,0	5,0	42	32	Ja
F	Klosterfelde, Ahrendseer Weg (Wohnbaufläche)	397.562	5.849.341	50,2	5,0	40	29	Ja
G	Klosterfelde, Ewaweg 31	396.337	5.848.946	50,0	5,0	42	34	Ja
H	Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8	395.482	5.849.223	50,0	5,0	45	37	Ja
I	Stolzenhagen, Feldstraße 9	395.058	5.849.290	50,0	5,0	42	34	Ja
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 19	394.334	5.849.978	50,0	5,0	45	29	Ja
K	Stolzenhagen, Am Gierbusch 1	394.333	5.850.702	46,7	5,0	45	28	Ja
L	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	397.161	5.850.163	48,1	5,0	40	32	Ja
M	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze urbanes Gebiet)	397.216	5.850.237	47,5	5,0	45	32	Ja

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA
A	1755
B	1773
C	1193
D	1243
E	1317
F	1710
G	1043
H	836
I	1090
J	1618
K	1799
L	1235
M	1305

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071 Berechnet: 26.07.2022 11:45/3.3.261
---------------------------------	--

DECIBEL - Hauptergebnis
Berechnung: Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von letzter Seite)

	WEA									
Schall-Immissionsort	WEA 05	WEA 06	WEA 07	WEA 08	WEA 09	WEA 10	WEA 11	WEA 12	WEA 13	WEA 14
G	923	1364	1665	2739	2867	3043	1434	1464	1272	1043
H	1137	742	1081	1843	1969	2145	1031	1244	1297	836
I	1479	768	1054	1431	1549	1730	1139	1413	1562	1090
J	2090	1094	1080	547	713	844	1389	1686	1994	1618
K	2250	1321	1109	930	1081	1082	1446	1676	2039	1799
L	798	1745	1800	3380	3545	3673	1463	1203	849	1235
M	878	1809	1851	3440	3606	3731	1516	1248	902	1305

8.3 Detaillierte Berechnungsberichte der Prognosesoftware

Gesamtbelastung:

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071 Berechnet: 26.07.2022 11:45/3.3.261
---------------------------------	--

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

Annahmen
 Berechneter L(DW) = LWA_{ref} + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet
 (Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Omega)

LWA_{ref}: Schalleistungspegel der WEA
 K: Einzellöne
 Dc: Richtwirkungskorrektur
 Adiv: Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
 Aatm: Dämpfung aufgrund von Luftabsorption
 Agr: Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts
 Abar: Dämpfung aufgrund von Abschirmung
 Amisc: Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte
 Cmet: Meteorologische Korrektur

Berechnungsergebnisse

Schall-Immissionsort: A Marienwalde, Liebewalder Damm 20/20a
 Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 05	1.962	1.967	27,59	105,4	0,00	76,87	3,98	-3,00	0,00	0,00	77,86
WEA 06	1.667	1.670	27,68	104,4	0,00	75,45	4,25	-3,00	0,00	0,00	76,70
WEA 07	1.340	1.344	30,19	104,4	0,00	73,57	3,62	-3,00	0,00	0,00	74,19
WEA 08	2.435	2.436	21,64	102,8	0,00	78,73	5,42	-3,00	0,00	0,00	81,15
WEA 09	2.598	2.599	20,84	102,8	0,00	79,30	5,66	-3,00	0,00	0,00	81,95
WEA 10	2.613	2.614	20,77	102,8	0,00	79,35	5,68	-3,00	0,00	0,00	82,03
WEA 11	1.402	1.408	34,36	108,1	0,00	73,97	2,81	-3,00	0,00	0,00	73,79
WEA 12	1.328	1.335	32,99	107,1	0,00	73,51	3,59	-3,00	0,00	0,00	74,10
WEA 13	1.599	1.605	30,90	107,1	0,00	75,11	4,08	-3,00	0,00	0,00	76,19
WEA 14	1.755	1.760	28,24	106,3	0,00	75,91	5,11	-3,00	0,00	0,00	78,02
Summe			39,64								

Schall-Immissionsort: B Marienwalde, Liebewalder Damm 18a
 Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 05	1.754	1.759	28,88	105,4	0,00	75,91	3,66	-3,00	0,00	0,00	76,56
WEA 06	1.940	1.942	25,87	104,4	0,00	76,77	4,74	-3,00	0,00	0,00	78,51
WEA 07	1.702	1.704	27,44	104,4	0,00	75,63	4,32	-3,00	0,00	0,00	76,95
WEA 08	3.133	3.134	18,47	102,8	0,00	80,92	6,40	-3,00	0,00	0,00	84,32
WEA 09	3.305	3.306	17,78	102,8	0,00	81,38	6,63	-3,00	0,00	0,00	85,01
WEA 10	3.353	3.354	17,59	102,8	0,00	81,51	6,69	-3,00	0,00	0,00	85,20
WEA 11	1.572	1.578	33,09	108,1	0,00	74,96	3,09	-3,00	0,00	0,00	75,05
WEA 12	1.337	1.343	32,92	107,1	0,00	73,56	3,61	-3,00	0,00	0,00	74,17
WEA 13	1.407	1.413	32,36	107,1	0,00	74,00	3,74	-3,00	0,00	0,00	74,74
WEA 14	1.773	1.777	28,13	106,3	0,00	75,99	5,14	-3,00	0,00	0,00	78,13
Summe			39,18								

Schall-Immissionsort: C Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche
 Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 05	1.002	1.011	35,00	105,4	0,00	71,09	2,36	-3,00	0,00	0,00	70,45
WEA 06	1.558	1.561	28,47	104,4	0,00	74,87	4,05	-3,00	0,00	0,00	75,91
WEA 07	1.460	1.463	29,22	104,4	0,00	74,30	3,86	-3,00	0,00	0,00	75,16
WEA 08	3.068	3.069	18,74	102,8	0,00	80,74	6,31	-3,00	0,00	0,00	84,05
WEA 09	3.241	3.242	18,03	102,8	0,00	81,22	6,54	-3,00	0,00	0,00	84,76
WEA 10	3.335	3.336	17,66	102,8	0,00	81,47	6,67	-3,00	0,00	0,00	85,13
WEA 11	1.186	1.193	36,15	108,1	0,00	72,53	2,46	-3,00	0,00	0,00	71,99
WEA 12	880	890	37,41	107,1	0,00	69,99	2,69	-3,00	0,00	0,00	69,68

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071 Berechnet: 26.07.2022 11:45/3.3.261
---------------------------------	--

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse
Berechnung: Gesamtbelastung Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: K Stolzenhagen, Am Gierbusch 1
 Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 05	2.250	2.254	25,97	105,4	0,00	78,06	4,42	-3,00	0,00	0,00	79,47
WEA 06	1.321	1.325	30,36	104,4	0,00	73,44	3,59	-3,00	0,00	0,00	74,03
WEA 07	1.109	1.113	32,31	104,4	0,00	71,93	3,15	-3,00	0,00	0,00	72,08
WEA 08	930	933	32,62	102,8	0,00	70,39	2,78	-3,00	0,00	0,00	70,18
WEA 09	1.081	1.084	30,99	102,8	0,00	71,70	3,10	-3,00	0,00	0,00	71,80
WEA 10	1.082	1.085	30,98	102,8	0,00	71,71	3,10	-3,00	0,00	0,00	71,81
WEA 11	1.446	1.452	34,02	108,1	0,00	74,24	2,89	-3,00	0,00	0,00	74,12
WEA 12	1.676	1.682	30,36	107,1	0,00	75,51	4,22	-3,00	0,00	0,00	76,73
WEA 13	2.039	2.044	28,07	107,1	0,00	77,21	4,82	-3,00	0,00	0,00	79,02
WEA 14	1.799	1.804	27,95	106,3	0,00	76,12	5,19	-3,00	0,00	0,00	78,31
Summe			40,93								

Schall-Immissionsort: L Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)
 Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 05	798	809	37,33	105,4	0,00	69,16	1,96	-3,00	0,00	0,00	68,12
WEA 06	1.745	1.747	27,14	104,4	0,00	75,85	4,39	-3,00	0,00	0,00	77,24
WEA 07	1.800	1.802	26,77	104,4	0,00	76,12	4,49	-3,00	0,00	0,00	77,61
WEA 08	3.380	3.381	17,49	102,8	0,00	81,58	6,72	-3,00	0,00	0,00	85,30
WEA 09	3.545	3.546	16,87	102,8	0,00	81,99	6,93	-3,00	0,00	0,00	85,93
WEA 10	3.673	3.673	16,40	102,8	0,00	82,30	7,09	-3,00	0,00	0,00	86,39
WEA 11	1.463	1.468	33,89	108,1	0,00	74,34	2,91	-3,00	0,00	0,00	74,25
WEA 12	1.203	1.210	34,08	107,1	0,00	72,66	3,35	-3,00	0,00	0,00	73,01
WEA 13	849	859	37,79	107,1	0,00	69,68	2,62	-3,00	0,00	0,00	69,30
WEA 14	1.235	1.242	32,32	106,3	0,00	72,88	4,06	-3,00	0,00	0,00	73,94
Summe			42,85								

Schall-Immissionsort: M Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze urbanes Gebiet)
 Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 05	878	888	36,36	105,4	0,00	69,97	2,12	-3,00	0,00	0,00	69,09
WEA 06	1.809	1.811	26,71	104,4	0,00	76,16	4,51	-3,00	0,00	0,00	77,67
WEA 07	1.851	1.853	26,44	104,4	0,00	76,36	4,59	-3,00	0,00	0,00	77,94
WEA 08	3.440	3.441	17,26	102,8	0,00	81,73	6,80	-3,00	0,00	0,00	85,53
WEA 09	3.606	3.607	16,64	102,8	0,00	82,14	7,01	-3,00	0,00	0,00	86,15
WEA 10	3.731	3.732	16,19	102,8	0,00	82,44	7,16	-3,00	0,00	0,00	86,60
WEA 11	1.516	1.522	33,50	108,1	0,00	74,65	3,00	-3,00	0,00	0,00	74,64
WEA 12	1.248	1.255	33,69	107,1	0,00	72,97	3,44	-3,00	0,00	0,00	73,41
WEA 13	902	912	37,16	107,1	0,00	70,20	2,74	-3,00	0,00	0,00	69,94
WEA 14	1.305	1.312	31,69	106,3	0,00	73,36	4,22	-3,00	0,00	0,00	74,57
Summe			42,21								

8.4 Berechnung des mittleren Schallleistungspegels und der Standardabweichung

Zusatzbelastung:

WEA-Typ: ENERCON E-138 EP3 E2 TES			Nabenhöhe: 131 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma LWA	Sigma ges	Kwa, 10%
			k	S	σ	σ	
1	104,4 dB(A) NHU basierend auf Bericht GL 10212487-A-12-B	18.12.2020	1,28	0,40	0,64	1,19	1,5
2	104,8 dB(A) NHU basierend auf Bericht GL 10212487-A-5-B	30.11.2020					
3	105,2 dB(A) NHU basierend auf Bericht MN 21001.A0	17.02.2021					
4							
5							
			SigmaR		0,5		
			SigmaP		0,40		
			SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert				
Lwa(Mittel): 104,8 dB(A)			Lwa, 90: 106,3 dB(A)				

Vorbelastung:

Der Schallleistungspegel $L_{WA,m}$ der vorhandenen Windenergieanlagen inklusive der zu berücksichtigenden Unsicherheit σ_{LWA} wurde aus folgender Datentabelle des LfU Brandenburg übernommen.

Vorbelastung WKA - Windmünungsgebiet Klosterfelde

Lfd. Nr.	BST-Nr.	Anl.-Nr.	WKA Bez.	Typ	L _{WA,richts} [dB(A)]	Status	Gen.Nr.	Naben-Höhe [m]	RotorØ [m]	Leistung [MW]	Rechtswert [ETRS 89]	Hochwert [ETRS 89]	Oktavspektrum [Hz]						Bem.
													63	125	250	500	1000	2000	
1	20602910000	0001	WKA.1	Enercon E66/18.70	102,9	in Betrieb	G01301	98,0	70,0	1,8	395,833	5.849,965							
2	20602910000	0002	WKA.2	Enercon E66/18.70	102,9	in Betrieb	G01301	98,0	70,0	1,8	396,175	5.849,984							
3	20602910000	0003	WKA.3	Enercon E66/18.70	102,9	in Betrieb	G01301	98,0	70,0	1,8	396,106	5.849,678							
4	20602910000	0004	WKA.4	Enercon E66/18.70	102,9	in Betrieb	G01301	98,0	70,0	1,8	395,778	5.849,623							
5	20604300000	0001	WKA IFE1	Enercon E-101	106,0	in Betrieb	G02412	135,4	101,0	3,0	395,700	5.850,231							
6	20604310000	0001	WKA GSW1	Enercon E-82 E2	103,8	in Betrieb	G08212	138,4	82,0	2,3	395,422	5.849,865							
7	20604350000	0001	WEA.01	Enercon E-82	105,0	in Betrieb	G03013	138,0	92,0	2,35	395,976	5.850,364							
8	20604350001	0002	WEA.02	Enercon E-82	105,0	in Betrieb	G03013	138,0	92,0	2,35	395,327	5.850,178							

Vorbelastung Gemarkung Stolzenhagen

Lfd. Nr.	BST-Nr.	Anl.-Nr.	WKA Bez.	Typ	L _{WA,richts} [dB(A)]	Status	Gen.Nr.	Naben-Höhe [m]	RotorØ [m]	Leistung [MW]	Rechtswert [ETRS 89]	Hochwert [ETRS 89]	Oktavspektrum [Hz]						Bem.
													63	125	250	500	1000	2000	
9	20603270000	0001	WKA S1	Enercon E66/18.70	102,9	in Betrieb	BauG	98,0	70,0	1,8	395,427	5.849,966							
10	20603270000	0002	WKA S2	Enercon E66/18.70	102,9	in Betrieb	BauG	98,0	70,0	1,8	395,366	5.850,301							

Vorbelastung Bereich von Neuruppin

Lfd. Nr.	BST-Nr.	Anl.-Nr.	WKA Bez.	Typ	L _{WA,richts} [dB(A)]	Status	Gen.Nr.	Naben-Höhe [m]	RotorØ [m]	Leistung [MW]	Rechtswert [ETRS 89]	Hochwert [ETRS 89]	Oktavspektrum [Hz]						Bem.
													63	125	250	500	1000	2000	
11	10652840000	6003	WKA	Vestas V47/600-76	100,7	in Betrieb	G06401	76,0	47,0	0,66	393,793	5.849,966							
12	10652840000	6002	WKA	Vestas V47/600-76	100,7	in Betrieb	G06401	76,0	47,0	0,66	393,610	5.849,888							
13	10652840000	6001	WKA	Vestas V47/600-76	100,7	in Betrieb	G06401	76,0	47,0	0,66	393,480	5.850,040							

Stand: Mai 2021

Aufgrund des geänderten WKA-Geräuschimmissions-Erlasses und lt. Informationen des LfU Brandenburg wurde die Unsicherheitsbetrachtung im Rahmen einer worst-case Betrachtung für alle Bestandsanlagen gemäß [8] angepasst. Für alle WEA, welche in vorangegangenen Schallimmissionsprognosen mit einem $\sigma_{LWA}=1,84$ ($\sigma_R=0,5$, $\sigma_P= 1,2$) betrachtet wurden, ergibt sich mit

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_{LWA}^2 + \sigma_{prog}^2} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{prog}^2} = 1,64$$

sowie $K_{WA,10\%} = 1,28 \cdot \sigma_{ges} = 2,1$.

WEA-Typ: ENERCON E-66/18.70				Nabenhöhe: 98 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma LWA	Sigma ges	Kwa, 10%	
			k	S	σ	σ		
1	102,7 dB(A) WT 1618/00	21.12.2000	1,28		0,61	1,17	1,5	
2	103,0 dB(A) KCE 25716-1.001	30.11.2001						
3	103,0 dB(A) KCE 26207-1.001	28.05.2002						
4								
5								
			SigmaR					
			SigmaP					
			SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert					
Lwa(Mittel): 102,9 dB(A)			Lwa, 90: 104,4 dB(A)					

WEA-Typ: ENERCON E-82 E2				Nabenhöhe: 138 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma LWA	Sigma ges	Kwa, 10%	
			k	S	σ	σ		
1	103,4 dB(A) KCE 209244-03.03	18.03.2010	1,28	0,35	0,70	1,22	1,6	
2	104,0 dB(A) M95 777/1	15.09.2011						
3	104,0 dB(A) KCE 211372-01.01	18.10.2011						
4								
5								
			SigmaR			0,5		
			SigmaP			0,35		
			SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert					
Lwa(Mittel): 103,8 dB(A)			Lwa, 90: 105,4 dB(A)					

WEA-Typ: ENERCON E-92				Nabenhöhe: 138 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma LWA	Sigma ges	Kwa, 10%	
			k	S	σ	σ		
1	105,0 dB(A) Vorgabe lt. Behörde	28.05.2021	1,28	0,00	1,30	1,64	2,1	
2								
3								
4								
5								
			SigmaR			0,5		
			SigmaP			1,20		
			SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert					
Lwa(Mittel): 105,0 dB(A)			Lwa, 90: 107,1 dB(A)					

WEA-Typ: ENERCON E-101				Nabenhöhe: 135 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma LWA	Sigma ges	Kwa, 10%	
			k	S	σ	σ		
1	106,0 dB(A) Vorgabe lt. Behörde	28.05.2021	1,28	0,00	1,30	1,64	2,1	
2								
3								
4								
5								
			SigmaR			0,5		
			SigmaP			1,20		
			SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert					
Lwa(Mittel): 106,0 dB(A)			Lwa, 90: 108,1 dB(A)					

WEA-Typ: Vestas V47-660 kW				Nabenhöhe: 76 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma LWA	Sigma ges	Kwa, 10%	
			k	S	σ	σ		
1	100,7 dB(A) DEWI 12.98	07.12.1998	1,28	0,00	1,30	1,64	2,1	
2								
3								
4								
5								
			SigmaR			0,5		
			SigmaP			1,20		
			SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert					
Lwa(Mittel): 100,7 dB(A)			Lwa, 90: 102,8 dB(A)					

8.5 Begriffsdefinitionen

Schalleistungspegel L_w : Er repräsentiert die Stärke der Abstrahlung einer Schallquelle und ist definiert zu:

$$L_w = 10 \lg (P/P_0) \text{ dB}$$

mit P ... Schalleistung der Schallquelle [W]

P_0 ... Referenzschalleistung [10^{-12} W]

Die Schalleistung von Windenergieanlagen entsteht in der Hauptsache durch turbulente Luftströmung im Umfeld der Rotorblätter. Der Schalleistungspegel wird nach genormten Verfahren ([5], [15]) durch akustische Messungen bestimmt. Der den bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage charakterisierende maximale Schallemissionspegel ist in der Regel innerhalb eines Windgeschwindigkeitsintervalls von 6...10 m/s in 10 m Höhe ü. Grund bzw. bei Erreichen von etwa 95% der Nennleistung zu erwarten. Für die Schallausbreitungsrechnung wird die von der Windenergieanlage emittierte Schallenergie auf einen hypothetischen Punkt in der Rotormitte konzentriert; es wird also von einer punktförmigen Schallquelle ausgegangen.

Schalldruckpegel L_r : Das menschliche Ohr kann Schalldruckschwankungen sehr unterschiedlicher Größenordnungen wahrnehmen: zwischen der Hörschwelle (20 μ Pa) und der Schmerzschwelle (20 Pa) liegen 6 Zehnerpotenzen. Zur vereinfachten Beschreibung wurde eine logarithmische Skala eingeführt. Der Schalldruckpegel, der die Schallimmission am Betrachtungspunkt beschreibt, ist wie folgt definiert:

$$L_r = 20 \lg (p/p_0) \text{ dB}$$

mit p ... Schalldruck-Effektivwert am Immissionsort [Pa]

p_0 ... Referenzschalldruck, entspricht der Hörschwelle [20 μ Pa]

dB... Dezibel - Pegeleinheit (abgeleitet von *Graham Bell*)

A-Bewertung: Die Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs ist frequenzabhängig - niedrige und sehr hohe Frequenzen werden bei gleichem Schalldruck leiser wahrgenommen. Die nach DIN 45634 definierte A - Bewertungskurve trägt dem Rechnung, indem bei der Auswertung von Messungen insbesondere niedrige Frequenzen weniger stark bewertet werden als mittlere. A - bewertete Schallpegel werden wie im vorliegenden Bericht mit der Einheit dB(A) gekennzeichnet.

Schallreduzierter Betrieb: Drehzahlvariable (pitchgeregelte) Windenergieanlagen können im Bedarfsfall (z.B. nachts) in einen schallreduzierten Betriebsmodus versetzt werden. Dabei wird normalerweise die Drehzahl des Rotors unterhalb eines Grenzwertes gehalten. Damit wird die Geschwindigkeit der Rotorblätter beschränkt und die von den Rotorblättern ausgehende Schallemission verringert. Mit der Schallreduzierung gehen in aller Regel eine Beschränkung der elektrischen Leistung und damit Ertragseinbußen einher.

Ton-/Impulshaltigkeit: Die von dem Stand der Technik entsprechenden Windenergieanlagen emittierten Geräusche sind breitbandig (z.B. als Rauschen wahrgenommen) und hinsichtlich ihrer Schalleistung zeitlich konstant. Tonhaltigkeit liegt vor, wenn Einzeltöne innerhalb eines Geräusches wahrnehmbar sind (z.B. als Pfeifen, Summen wahrgenommen). Impulshaltig ist ein Geräusch, wenn periodisch eine erhebliche Änderung des Schalleistungspegels auftritt. Beide Phänomene können dazu führen, dass ein Geräusch über das aus dem Beurteilungspegel ableitbare Niveau hinaus wahrnehmbar und lästig ist. Die erhöhte Lästigkeit kann bei der Pegeldarstellung der Schallemission durch Vergabe von Zuschlägen ausgedrückt werden; der um den Ton- bzw. Impulshaltigkeitszuschlag erhöhte Schallemissionspegel charakterisiert ein Geräusch gleicher Lästigkeit ohne Ton- bzw. Impulshaltigkeit. Der Impulzzuschlag wird im Zuge der Auswertung von Schallvermessungen berechnet. Für Tonhaltigkeit sind ggf. Zuschläge in Höhe von 3 dB (auffällige Töne) oder 6 dB (besonders auffällige Töne) gebräuchlich.

Beurteilungspegel: Er dient im Vergleich mit dem für einen Immissionsort anzuwendenden Immissionsrichtwert der Prüfung der Frage, ob im Zusammenhang mit einem Vorhaben erhebliche Belästigungen zu erwarten sind oder nicht. Neben der Aggregation der Vor- und Zusatzbelastung zur Gesamtbelastung können im Beurteilungspegel (im Unterschied zu einem reinen Schalldruckpegel) weitere Aspekte wie etwa auftretende Ton-/Impulshaltigkeit und die Pegelunsicherheit repräsentiert sein.

Infraschall: Schall sehr geringer Frequenz unterhalb von 20 Hz wird als Infraschall bezeichnet. Die Wahrnehmung erfolgt nicht im eigentlichen Sinne durch das menschliche Ohr und erst bei sehr hohen Pegelwerten. Quellen von wahrnehmbarem Infraschall sind u.a. der Verkehr, große Gasverdichter, aber auch Meeresrauschen und der Wind selbst. Es ist durch Messungen vielfach belegt, dass Windenergieanlagen zwar Infraschall emittieren können; dieser liegt jedoch erheblich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen. Aus Infraschall unterhalb der Wahrnehmungsschwelle folgende negative Auswirkungen auf den Menschen sind bisher nicht festgestellt worden.

Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit: Lt. 6.5 der TA Lärm ist in zum Wohnen genutzten Gebieten den ermittelten Beurteilungspegeln ein Zuschlag von 6 dB(A) für folgende Zeiten hinzuzurechnen:

- Werktags 6.00 – 7.00 Uhr und 20.00 – 22.00 Uhr
- Sonn-/Feiertags 6.00 – 9.00 Uhr, 13.00 – 15.00 Uhr und 20.00 – 22.00 Uhr.

Für diese Zeiträume gelten lt. TA Lärm 6.1 die Immissionsrichtwerte des Tagzeitraums, welche 15 dB(A) über den Immissionsrichtwerten für den Nachtzeitraum liegen. Zur Beurteilung der Immissionssituation werden in den Schallimmissionsprognosen in der Regel die Richtwerte für den kritischeren Nachtzeitraum verwendet. Sofern diese Immissionsrichtwerte durch die ermittelten Beurteilungspegel unterschritten bzw. nicht um mehr als 9 dB(A) überschritten werden, ist davon auszugehen, dass diese Beurteilungspegel auch mit einem Zuschlag von 6 dB(A) die Immissionsrichtwerte für den Tagzeitraum nicht überschreiten.

8.6 Angaben zu den verwendeten Oktavpegeln

Zusatzbelastung:

WEA: ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O!
Schall: 106,3 dB(A) TES BM 0s Lwa,90 Okt. D

Datenquelle: Dreifachvermessung 104,7 dB(A) + Offset 0,1 dB(A) + Unsicherheit 1,5 dB(A)
 Quelle/Datum: 18.11.2021
 Quelle: USER
 Bearbeitet: 06.05.2022 16:30
 Oktavband aus Bericht DNV – 10320292-A-1-A bei 13 m/s in
 ten, 06.05.2022

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	106,3	Nein	88,5	95,2	96,5	98,4	101,5	100,3	92,9	80,0

Vorbelastung:

WEA: ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O!
Schall: 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V

Datenquelle: Vermessung 102,7 dB(A) + Offset 0,2 dB(A) + Unsicherheit 1,5 dB(A)
 Quelle/Datum: 21.12.2000
 Quelle: USER
 Bearbeitet: 04.06.2021 14:02
 Dreifachvermessung mit Schallleistungspegel 102,9 dB(A)
 Oktavband aus Bericht: WT1618/00
 ten, 04.06.2021

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	98,0	95% der Nennleistung	104,4	Nein	85,1	92,3	95,6	99,1	99,3	96,2	89,6	78,1

WEA: ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O!
Schall: 105,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D

Datenquelle: Dreifachvermessung 104,0 dB(A) + Offset -0,2 dB(A) + Unsicherheit 1,6 dB(A)
 Quelle/Datum: 14.10.2011
 Quelle: USER
 Bearbeitet: 25.08.2021 09:47
 Bericht Nr.: 211376-01.01
 ten, 25.08.2021 (NH 85 m hinzugefügt)

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	138,4	95% der Nennleistung	105,4	Nein	86,4	94,9	98,4	100,5	99,9	94,7	87,5	80,1

WEA: ENERCON E-92 2300 92.0 !-!
Schall: 107,1 dB(A) Lwa,90 Okt. R

Datenquelle: Referenzspektrum 105,0 dB(A) + Unsicherheit 2,1 dB(A)
 Quelle/Datum: 30.06.2016
 Quelle: USER
 Bearbeitet: 31.05.2021 19:10
 Behördenvorgabe
 ten, 06.02.2019

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	138,4	95% der Nennleistung	107,1	Nein	86,8	95,2	99,4	101,6	101,1	99,1	95,1	71,1

WEA: ENERCON E-101 3000 101.0 !O!
Schall: 108,1 dB(A) Lwa,90 Okt. D

Datenquelle: Dreifachvermessung 105,1 dB(A) + Offset 0,9 dB(A) + Unsicherheit 2,1 dB(A)
 Quelle/Datum: 04.07.2014
 Quelle: USER
 Bearbeitet: 31.05.2021 18:59
 Bericht: KC 214220-01.01
 Oktavband bei Frequenz von 8000,0 Hz aus Referenzspektrum entnommen
 ten, 31.05.2021

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	135,0	95% der Nennleistung	108,1	Nein	88,9	96,4	102,3	103,8	101,3	96,8	88,8	75,1

WEA: VESTAS V47-660 kW 660 47.0 !O!
Schall: 102,8 dB(A) Lwa,90 Okt. R

Datenquelle Vermessung 100,7 dB(A) + Unsicherheit 2,1 dB(A)
 Bericht: DEWI 12.98
 Oktavband aus Referenzspektrum
 ten, 31.05.2021

Quelle/Datum Quelle Bearbeitet
 07.12.1998 USER 31.05.2021 18:36

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	76,0	95% der Nennleistung	102,8	Nein	82,5	90,9	95,1	97,3	96,8	94,8	90,8	66,8

8.7 Angaben zu den verwendeten Schallemissionspegeln

ENERCON E-138 EP3 E2 BM 0s:



3 ZUSAMMENFASSUNGEN AUS MEHREREN EINZELMESSUNGEN

3.1 Ergebniszusammenfassung ENERCON E-138 EP3 E2, BM 0s

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Auf der Basis von drei Messungen wurden gemäß /1/ die Schallemissionswerte eines Anlagentyps ermittelt, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Tabelle 3-1 Anlagendaten

Parameter	Wert
WEA-Hersteller	ENERCON Dreerkamp 5, 26605 Aurich, Germany
WEA-Typ	ENERCON E-138 EP3 E2
Nennleistung	4200 kW
Betriebsmodus	BM 0s
Nennzahl Rotor	11,1 min ⁻¹
Rotordurchmesser	138,25 m

Tabelle 3-2 Angaben zur Einzelmessung

Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	1380324	1380274	1380350
Parkinterne Nummer	-	-	-
Standort	Janneby	Marsberg	Esterwegen
Vermessene Nabenhöhe	110 m	160 m	160 m
Messinstitut	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH	Deutsche WindGuard Consulting GmbH
Prüfbericht	10212487-A-12-B	10212487-A-5-B	MN21001.A0
Berichtsdatum	2020-12-18	2020-11-30	2021-02-17
Messnorm / Messrichtlinie	FGW TR 1 Rev. 18	FGW TR 1 Rev. 18	FGW TR 1 Rev. 18
Getriebetyp	-	-	-
Generatortyp	ENERCON E-138 EP3 E2-GE-01	ENERCON E-138 EP3 E2-GE-01	ENERCON E-138 EP3 E2-GE-01
Zusatzkomponenten	VG's / trailing edge serrations	VG's / trailing edge serrations	TES*

* Nach Aussage von ENERCON vom 2021-11-17 entspricht die Angabe „trailing edge serrations“ in der Herstellerbescheinigung der Bezeichnung „TES“.

Leistungskurven: vom Hersteller berechnet

Gemäß /1/ liegt der erforderliche Auswertebereich der Betriebsmodus BM 0s zwischen 8,1 m/s und 13,2 m/s.



Tabelle 3-3 Schalleistungspegel $L_{WA,k}$ in dB

WG auf Nabenhöhe $V_{s,k}$ [m/s]	1		2		3		Mittelwert $\bar{L}_{WA,k}$ [dB]	Standard- abweichung s_k [dB]	Gesamt- unsicherheit σ_k [dB]
	$L_{WA,k}$ [dB]	$U_{C,LWA,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	$U_{C,LWA,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	$U_{C,LWA,k}$ [dB]			
8,0	101,5	0,6	101,7	0,7	-	-	101,6 ¹	0,1 ¹	0,7 ¹
8,5	101,9	0,6	102,2	0,7	-	-	102,0 ¹	0,1 ¹	0,7 ¹
9,0	102,2	0,6	102,5	0,7	103,5	0,9	102,8	0,4	0,8
9,5	102,5	0,6	102,8	0,7	103,2	0,9	102,8	0,2	0,8
10,0	102,8	0,6	103,1	0,7	103,2	0,8	103,0	0,1	0,7
10,5	103,0	0,6	103,4	0,7	103,4	0,8	103,3	0,1	0,7
11,0	103,3	0,6	103,7	0,7	103,8	0,8	103,6	0,2	0,7
11,5	103,5	0,6	104,0	0,7	104,3	0,8	103,9	0,2	0,7
12,0	103,7	0,6	104,2	0,7	104,7	0,8	104,2	0,3	0,8
12,5	103,9	0,7	104,5	0,7	105,0	0,8	104,5	0,3	0,8
13,0	104,0	0,7	104,7	0,7	105,3	0,9	104,7	0,4	0,9

¹ berechnet aus 2 Einzelmessungen (informative Angabe)

Tabelle 3-4 Tonale Wahrnehmbarkeit $\Delta L_{a,k}$ in dB

WG auf Nabenhöhe $V_{s,k}$ [m/s]	1				2				3			
	$f_{T,k}$ [Hz]	$\Delta L_{a,k}$ ¹ [dB]	K_{TN} [dB]	K_{IN} [dB]	$f_{T,k}$ [Hz]	$\Delta L_{a,k}$ [dB]	K_{TN} [dB]	K_{IN} [dB]	$f_{T,k}$ [Hz]	$\Delta L_{a,k}$ ¹ [dB]	K_{TN} [dB]	K_{IN} [dB]
8,0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-	-
8,5	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-	-
9,0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0
9,5	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0
10,0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0
10,5	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0
11,0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0
11,5	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0
12,0	128	-2,44	0	0	-	-	0	0	125	-0,4	0	0
12,5	128	-2,44	0	0	-	-	0	0	125	-0,4	0	0
13,0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0

¹ das $\Delta L_{a,k}$ wurde gemäß /2/ ermittelt und ist daher nicht direkt mit einem $\Delta L_{a,k}$ gemäß /1/ vergleichbar.

Aufgrund der baulichen Änderungen für WEA unterschiedlicher Nabenhöhen kann das akustische Verhalten in Bezug auf die Tonhaltigkeiten nicht durch Umrechnung bestimmt werden. Es treten jedoch im Allgemeinen keine erheblichen Änderungen auf. Die gemachten Angaben zur Tonhaltigkeit sind den o. g. Prüfberichten entnommen.



3.12 Terzen bei 13,0 m/s

Table 3-14 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	LWA [dB]	u _c [dB]	LWA [dB]	u _c [dB]	LWA [dB]	u _c [dB]	LWA [dB]	S [dB]	σ ¹ [dB]	LWA [dB]
10 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12,5 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	79,2	2,0	78,8	2,0	79,1	-	79,1	0,1	2,0	-
63	81,9	2,0	81,3	2,0	82,3	-	81,9	0,3	2,0	86,9
80	84,5	2,0	84,0	2,0	83,9	-	84,1	0,2	2,0	-
100	86,2	2,0	85,6	2,0	85,2	-	85,7	0,3	2,0	-
125	89,8	2,1	90,0	2,0	91,1	-	90,4	0,4	2,1	93,6
160	88,9	2,0	88,8	2,0	90,1	-	89,3	0,4	2,0	-
200	86,3	2,0	88,1	2,0	90,0	-	88,4	1,1	2,3	-
250	90,5	2,0	89,2	2,0	92,7	-	91,0	1,0	2,2	94,9
315	89,3	2,0	90,6	2,0	91,6	-	90,6	0,7	2,1	-
400	88,1	2,0	90,8	2,0	91,6	-	90,4	1,1	2,3	-
500	91,2	2,0	92,6	2,0	93,2	-	92,4	0,6	2,1	96,8
630	90,4	2,0	93,8	2,0	93,9	-	93,0	1,2	2,3	-
800	94,3	2,0	94,8	2,0	94,7	-	94,6	0,2	2,0	-
1000	94,6	2,0	95,2	2,0	96,2	-	95,4	0,4	2,0	99,9
1250	94,8	2,0	95,0	2,0	96,1	-	95,3	0,4	2,0	-
1600	95,3	2,0	96,0	2,0	95,7	-	95,7	0,2	2,0	-
2000	93,2	2,0	93,5	2,0	94,3	-	93,7	0,3	2,0	98,7
2500	91,2	2,0	91,4	2,0	91,5	-	91,4	0,1	2,0	-
3150	89,1	2,0	89,0	2,0	88,8	-	89,0	0,1	2,0	-
4000	86,9	2,0	85,7	2,0	84,9	-	85,9	0,6	2,1	91,3
5000	83,5	2,0	82,4	2,0	79,2	-	82,1	1,3	2,4	-
6300	79,3	2,1	76,5	2,2	70,8	-	76,7	2,6	3,4	-
8000	74,2	2,2	72,0	2,5	59,7	-	71,6	5,0	5,5	78,4
10000	70,7	2,3	70,3	2,6	54,8	-	68,8	5,8	6,3	-

¹ berechnet aus 2 Einzelmessungen (informative Angabe), da kein u_c der Messung 3 angegeben ist.

² keine Angabe im zugrunde liegenden Bericht, da gemäß I/2 die Angabe der Werte unterhalb einer Frequenz von 50 Hz nicht notwendig ist.

Die Angaben dieses Berichts ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte

Nabenhöhenumrechnung von vermessenen Schallemissionspegel gemäß Technischer Richtlinie TR1, Revision 17, Anhang C

Windereignisagentyp: ENERCON E-138 EP3 E2
 Grundlage: MN 21001.A0

entnommene Werte:	Daten Messung
Nabenhöhe [m]:	$h_{N,vermessen}$ 160
Rotordurchmesser [m]:	D 138
Referenzrauhigkeitslänge [m]:	z_0 0,05
	d
Referenzabstand*	R_0 229,4
schräger Abstand vom Rotormittelpunkt zum Mikrofon*	R_1 279,69

Umrechnung auf	
$h_{N,neu}$	131

Berechnet	bsm
Geprüft	ten
Stand	03.01.2022

Regressionsparameter zur Bestimmung		
Exp.-faktor	L_{Aeq}	L_n
0	321,3018202	43,1915000
1	-134,5701123	-0,0103000
2	24,4885284	
3	-1,9366806	
4	0,0563997	
5		
6		

*Wenn Wert im Messbericht enthalten, ist dieser anstelle der Formeln zu übernehmen.

Referenzwindgeschwindigkeit in 10 m Höhe	V_{10ref} (m/s)	6	7	8	9	10	7,8	8,00	
vermessener Schalleistungspegel	$L_{WA(vermessen)}$ dB(A)	103,4	103,6	104,8	105,4	105,2	104,6		
ermittelte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	$V_{10,i}$	5,8513353	6,826558	7,8017804	8,77700293	9,75222548	7,60673587	7,8	-
Schalldruckpegel des Betriebsgeräusches	L_{Aeq}	50,450649	50,2311	51,247147	51,9038053	51,830435	51,0392797	51,24532021	-
Schalldruckpegel des Hintergrundgeräusches	L_n	43,131231	43,12119	43,11142	43,1010969	43,0910521	43,1131506	43,11116	-
hintergrundkorrigierter Schalldruckpegel des Anlagengeräusches	$L_{Aeq,C,berechnet}(v100)$	49,56021	49,29154	50,522888	51,2902858	51,2072257	50,2758215	50,52072685	-
berechneter Schalleistungspegel	$L_{WA(berechnet)}$ dB(A)	103,5	103,2	104,4	105,2	105,1	104,2	104,4	-

Vorlage Version 1.0
 Bearbeiter PMS/bsm, 04.04.2015

Nabenhöhenumrechnung von vermessenen Schallemissionspegel gemäß Technischer Richtlinie TR1, Revision 17, Anhang C

Windereignisagentyp: ENERCON E-138 EP3 E2
 Grundlage: GL 10212487-A-12-B

entnommene Werte:	Daten Messung
Nabenhöhe [m]:	$h_{N,vermessen}$ 110
Rotordurchmesser [m]:	D 138
Referenzrauhigkeitslänge [m]:	z_0 0,05
	d 6,1
Referenzabstand*	R_0 182
schräger Abstand vom Rotormittelpunkt zum Mikrofon*	R_1 217,90

Umrechnung auf	
$h_{N,neu}$	131

Berechnet	bsm
Geprüft	ten
Stand	03.01.2022

Regressionsparameter zur Bestimmung		
Exp.-faktor	L_{Aeq}	L_n
0	44,0178400	32,2900730
1	0,6936705	0,8401548
2	0,1825047	
3	-0,0248609	
4	0,0008525	
5		
6		

*Wenn Wert im Messbericht enthalten, ist dieser anstelle der Formeln zu übernehmen.

Referenzwindgeschwindigkeit in 10 m Höhe	V_{10ref} (m/s)	5	6	7	8	9	10	8,17	7,99
vermessener Schallemissionspegel	$L_{WA(vermessen)}$ dB(A)	101	102	102,9	103,5	104	104,4	103,6	
ermittelte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	$V_{10,i}$	5,113508	6,1362101	7,158912	8,1816134	9,20431512	10,2270168	8,35547273	8,17
Schalldruckpegel des Betriebsgeräusches	L_{Aeq}	49,59584	50,610841	51,45502	52,114326	52,5970612	52,9339276	52,2082849	52,10786716
Schalldruckpegel des Hintergrundgeräusches	L_n	36,58621	37,445439	38,30467	39,163895	40,0231226	40,8823504	39,3099636	39,1541378
hintergrundkorrigierter Schalldruckpegel des Anlagengeräusches	$L_{Aeq,c,berechnet}(v100)$	49,37304	50,396089	51,23951	51,888388	52,35007	52,6543313	51,9795466	51,88210531
berechneter Schallemissionspegel	$L_{WA(berechnet)}$ dB(A)	101,1	102,2	103,0	103,6	104,1	104,4	103,7	103,6

Vorlage Version 1.0
 Bearbeiter PMS/bsm, 04.04.2015

Nabenhöhenumrechnung von vermessenen Schallemissionspegel gemäß Technischer Richtlinie TR1, Revision 17, Anhang C

Windereignisagentyp: ENERCON E-138 EP3 E2
 Grundlage: GL 10212487-A-5-B

entnommene Werte:	Daten Messung
Nabenhöhe [m]:	$h_{N,vermessen}$ 160
Rotordurchmesser [m]:	D 138
Referenzrauhigkeitslänge [m]:	z_0 0,05
	d 6,06
Referenzabstand*	R_0 228
schräger Abstand vom Rotormittelpunkt zum Mikrofon*	R_1 283,52

Umrechnung auf	
$h_{N,neu}$	131

Berechnet	bsm
Geprüft	ten
Stand	03.01.2022

Regressionsparameter zur Bestimmung		
Exp.-faktor	L_{Aeq}	L_n
0	13,4288580	38,6423940
1	18,1334530	0,7443319
2	-3,6130756	
3	0,3377918	
4	-0,0119378	
5		
6		

*Wenn Wert im Messbericht enthalten, ist dieser anstelle der Formeln zu übernehmen.

Referenzwindgeschwindigkeit in 10 m Höhe	V_{10ref} (m/s)	6	7	8	9	10	7,79	7,99	
vermessener Schalleistungspegel	$L_{WA(vermessen)}$ dB(A)	102,6	103,5	104,3	104,9	104,6	104,2		
ermittelte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	$V_{10,i}$	5,8513353	6,826558	7,8017804	8,77700293	9,75222548	7,59698365	7,79	-
Schalldruckpegel des Betriebsgeräusches	L_{Aeq}	49,50754	50,37788	51,163549	51,8007388	51,9664727	51,0048589	51,1545564	-
Schalldruckpegel des Hintergrundgeräusches	L_n	42,997729	43,72362	44,449508	45,1753968	45,901286	44,2970709	44,44073911	-
hintergrundkorrigierter Schalldruckpegel des Anlagengeräusches	$L_{Aeq,c,berechnet}(v100)$	48,409699	49,3207	50,122711	50,7355641	50,7318464	49,9623256	50,11365755	-
berechneter Schalleistungspegel	$L_{WA(berechnet)}$ dB(A)	102,5	103,4	104,2	104,8	104,8	104,0	104,2	-

Vorlage Version 1.0
 Bearbeiter PMS/bsm, 04.04.2015

ENERCON E-66/18.70:

ENERCON <small>GmbH</small> <small>Ortsweg 2 Tel: 04641 / 927-0</small> <small>26008 Ahrich Fax: 04641 / 927-100</small>		ENERCON Schalleistungspegel E-66/18.70	Seite 1 v. 1
--	---	---	-----------------

Die Schalleistungspegel der ENERCON E-66 mit 1.800kW Nennleistung und 70m Rotordurchmesser werden wie folgt angegeben:

Nabenhöhe	<u>Gemessener</u> Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 8 m/s in 10 m Höhe WINDTEST GmbH		ENERCON Garantie	<u>Gemessener</u> Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 10 m/s in 10 m Höhe WINDTEST GmbH		ENERCON Garantie
65 m	100,5 dB(A)	0 dB	101,0 dB(A) 0-1 dB	102,7 dB(A)	0 dB	103,0 dB(A) 0-1 dB
85 m	100,8 dB(A)	0 dB	101,0 dB(A) 0-1 dB	102,7 dB(A)	0 dB	103,0 dB(A) 0-1 dB
98 m	101,0 dB(A)	0 dB	101,5 dB(A) 0-1 dB	102,7 dB(A)	0 dB	103,0 dB(A) 0-1 dB

- Diese Angaben beziehen sich auf die Schallemissionsmessungen an einer E-66 mit 1.800kW Nennleistung, 70m Rotordurchmesser und einer Nabenhöhe von 65m durch die Firma WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, Kaiser-Wilhelm-Koog, gemäß deren Prüfbericht WT 1618/00 vom 21.12.2000 und der Zusammenfassung der Meßergebnisse WT 1629/01 vom 05.01.2001 (ersetzt somit die Zusammenfassung WT 1569/00 vom 15.11.2000).
- Die Schalleistungspegelvermessungen, sowie die Ermittlung der Tonhaltigkeit und der Impulshaltigkeit, wurden entsprechend den FGW-Richtlinien (Technischer Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schalleistungspegels und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Rev. 13, Stand 01.01.2000, Brunsbüttel, Fördergesellschaft Windenergie e.V.), basierend auf der DIN EN81400-11 (Windenergieanlagen, Teil 11: Geräuschimmissionen) mit Stand Februar 2000, Die Bestimmung der Impulshaltigkeit entspricht der DIN 45645 (T1, „Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen“, Stand Juli 1996). Zur Feststellung der Tonhaltigkeit wurde entsprechend der Technischen Richtlinie nach DIN 45681 (Entwurf, „Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen“, Stand Januar 1992) verfahren.
- Der Schalleistungspegel für die Referenzwindgeschwindigkeit von 10m/s in 10m Höhe bezieht sich auf 95% der Nennleistung (entspricht 9,62m/s in 10m Höhe).
- Die Meßunsicherheit wird in den oben genannten Meßberichten mit $s_{\text{total}} = 1,5 \text{ dB(A)}$ beziffert.
- Schalleistungspegelwerte für 85m und 98m Nabenhöhe ergeben sich als Berechnung aus der Vermessung der E-66 mit 1.800kW Nennleistung und einer Nabenhöhe von 65m.
- ENERCON Anlagen gewährleisten aufgrund ihres verschleißfreien Konzeptes und ihrer variablen Betriebsführung, daß vorgegebene Schallwerte während der gesamten Lebensdauer eingehalten werden.

Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)														
Anlagenhersteller:	Enercon GmbH	Nennleistung (Generator):	1800 kW													
Seriennummer:	70350	Rotordurchmesser:	70,4 m													
WEA-Standort (ca.):	49849 Wilsum GK RW 25.60.880, GK HW 59.23.400	Nabenhöhe über Grund:	98m													
		Turmbauart:	kon. Rohr + Sockel													
		Leistungsregelung:	Blattverstellung													
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerang.)														
Rotorblatthersteller:	Enercon	Getriebehersteller:	entfällt													
Rotorblatttyp:	Enercon	Typenbezeichnung Getriebe:	entfällt													
Blatteinstellwinkel:	Variabel	Generatorhersteller:	Enercon													
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-66/18.70, Ringbauweise													
Rotordrehzahlbereich:	10-22 U/min	Generatormendrehzahl:	22 U/min													
Prüfbericht zur Leistungskurve: Leistungskurvenmessung DEWI-PV 0002-05-E, Deutsches Windenergie-Institut GmbH																
	Referenzpunkt		Bemerkungen													
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Schallemissions-Parameter														
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	6 ms^{-1}	97,2 dB(A)														
	7 ms^{-1}	99,7 dB(A)														
	8 ms^{-1}	101,6 dB(A)														
	9 ms^{-1}	102,9 dB(A)														
	9,15 ms^{-1}	103,0 dB(A)														
Tonzuschlag für den Nahbereich K_{TN}	6 ms^{-1}	0 dB														
	7 ms^{-1}	0 dB														
	8 ms^{-1}	0 dB														
	9 ms^{-1}	0 dB														
	9,15 ms^{-1}	0 dB														
Impulzzuschlag für den Nahbereich K_{IN}	6 ms^{-1}	0 dB														
	7 ms^{-1}	0 dB														
	8 ms^{-1}	0 dB														
	9 ms^{-1}	0 dB														
	9,15 ms^{-1}	0 dB														
Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 9,15 ms^{-1}$ in dB(A), entsprechend 95% der Nennleistung (1710 kW)																
Frequenz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
$L_{WA,P}$	62,3	67,8	71,7	74,4	77,3	80,7	83,3	86,6	85,5	86,4	91,4	87,2	89,3	91,7	91,4	91,0
Frequenz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
$L_{WA,P}$	93,3	93,4	94,2	92,6	90,9	88,6	86,2	83,5	81,8	78,6	74,0	70,0	67,6	65,9	64,8	---

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung. Die Angaben ersetzen nicht den o.g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen:

Gemessen durch: KÖTTER Consulting Engineers
- Rheine -

Datum: 30.11.2001



Unterschrift

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht enthält 1 Seite.

Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)														
Anlagenhersteller:	Enercon GmbH	Nennleistung (Generator):	1800 kW													
Seriennummer:	70494	Rotordurchmesser:	70m													
WEA-Standort (ca.):	42499 Hückeswagen GK RW 25.92.350 GK HW 56.67.312	Nabenhöhe über Grund:	86m													
		Turmbauart:	kon. Rohr + Sockel													
		Leistungsregelung:	Blattverstellung													
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerang.)														
Rotorblatthersteller:	Enercon	Getriebehersteller:	entfällt													
Rotorblatttyp:	Enercon	Typenbezeichnung Getriebe:	entfällt													
Blatteinstellwinkel:	Variabel	Generatorhersteller:	Enercon													
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-66/18.70, Ringbauweise													
Rotordrehzahlbereich:	8-22 U/min	Generatormendrehzahl:	22 U/min													
Prüfbericht zur Leistungskurve: Leistungskurvenmessung DEWI-PV 0002-05-E, Deutsches Windenergie-Institut GmbH																
	Referenzpunkt		Bemerkungen													
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Schallemissions-Parameter														
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	8 ms^{-1}	101,4 dB(A)														
	9 ms^{-1}	103,0 dB(A)														
	----	----														
	----	----														
Tonzuschlag für den Nahbereich K_{TN}	8 ms^{-1}	0 dB														
	9 ms^{-1}	0 dB														
	----	----														
	----	----														
Impulzzuschlag für den Nahbereich K_{IN}	8 ms^{-1}	0 dB														
	9 ms^{-1}	0 dB														
	----	----														
	----	----														
Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 9,0 ms^{-1}$ in dB(A)																
Frequenz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
$L_{WA,P}$	59,4	62,1	67,6	71,1	74,8	78,4	88,4	92,4	87,4	89,3	93,5	89,9	90,2	91,5	91,1	90,4
Frequenz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
$L_{WA,P}$	91,4	90,8	91,9	91,3	89,9	88,9	84,9	81,5	78,4	75,2	71,0	66,8	70,6	69,3	66,1	68,8
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung. Die Angaben ersetzen nicht den o.g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: Der Abstand zwischen eingeschalteter und ausgeschalteter Windenergieanlage betrug während der Messung <5 dB(A) zwischen WEA an und Hintergrundgeräusch, witterungsbedingt konnten für $v_{10} = 6 m/s$ und $7 m/s$ keine Minutenmittelwerte erfasst werden.

Gemessen durch: KÖTTER Consulting Engineers
- Rheine -



Datum: 28.05.2002

Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine
Tel. 0 59 71 - 97 10.0 · Fax 0 59 71 - 97 10.43

E. V. Arno Schälyb
Unterschrift

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht enthält 1 Seite.

E-82 E2:



Seite 14 zum Bericht Nr. 211376-01.01

7.) **Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 138 m**

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen			
			Seite 1 von 2
Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [4] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.			
Anlagendaten			
Hersteller	Enercon GmbH	Anlagenbezeichnung	E-82 E2
		Nennleistung in kW	2.300 (Betrieb I)
		Nabenhöhe in m	138
		Rotordurchmesser in m	82
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	82679	822040	822877
Standort	26629 Großefehn	26632 Ihlow	26316 Varel-Hohelucht
vermessene Nabenhöhe (m)	108	108	108
Messinstitut	KÖTTER Consulting Engineers KG	Müller-BBM GmbH	KÖTTER Consulting Engineers KG
Prüfbericht	209244-03.03	M95 777/1	211372-01.01
Datum	18.03.2010	15.09.2011	18.10.2011
Getriebetyp	--	--	--
Generatortyp	E-82 E2	E-82 E2	E-82 E2
Rotorblatttyp	E-82-2	E-82-2	E-82-2

Schallemissionsparameter: Messwerte (1. und 2. Messung: Kennlinie E-82 E2, 2,3 MW, Betrieb I, berechnet Rev 3.0, Enercon GmbH; 3. Messung: Prüfbericht Leistungskurve: Excerpt MP11 004 of the Test Report MP10 026, Deutsche WindGuard)

Schalleistungspegel L_{WAP} :						
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	8,1 m/s ²⁾
1 ¹⁾	101,1 dB(A)	102,8 dB(A)	103,3 dB(A)	103,3 dB(A)	102,5 dB(A)	103,4 dB(A)
2 ¹⁾	102,6 dB(A)	103,9 dB(A)	104,0 dB(A)	104,3 dB(A)	--	104,0 dB(A)
3 ¹⁾	102,4 dB(A)	103,2 dB(A)	103,9 dB(A)	104,4 dB(A) ³⁾	--	104,0 dB(A)
Mittelwert L_W	102,0 dB(A)	103,3 dB(A)	103,7 dB(A)	104,0 dB(A)	--	103,8 dB(A)
Standardabweichung S	0,8 dB	0,6 dB	0,4 dB	0,6 dB	--	0,4 dB
K nach [4] $\sigma_R = 0,5$ dB	1,8 dB	1,4 dB	1,2 dB	1,5 dB	--	1,2 dB

- 1) Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe
- 2) Entspricht 95 % der Nennleistung nach vermessener Leistungskennlinie der dritten Messung [8]
- 3) Höchste gemessene und umgerechnete normierte Windgeschwindigkeit $v_s = 8,7$ m/s

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen Seite 2 von 2

Schallemissionsparameter: Zuschläge
Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe K_{TN} :

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	8,1 m/s ²⁾
1	0 dB	0 dB	0 dB	1 dB	130 Hz	0 dB
2	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB

Impulszuschlag K_{IN} :

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	8,1 m/s ²⁾
1	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
2	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB

Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt $V_{10LWA,Pmax}$ in dB(A)³⁾

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P}$	76,6	79,5	82,6	84,7	90,9	88,5	89,1	92,9	93,5	93,8	94,2	95,0
Frequenz	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.300	8.000	10.000
$L_{WA,P}$	94,3	94,0	92,8	90,4	88,1	85,4	83,0	81,1	78,0	74,9	72,3	70,8

Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt $V_{10LWA,Pmax}$ in dB(A)³⁾

Frequenz	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{WA,P}$	85,0	93,5	97,0	99,1	98,5	93,3	86,1	78,7

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

- Bemerkungen:
- 2) Entspricht 95 % der Nennleistung nach vermessener Leistungskennlinie der dritten Messung [8]
 - 3) Entspricht $v_6 = 9$ m/s und der maximalen Schalleistung

Ausgestellt durch:
KÖTTER Consulting Engineers KG
 Bonifatiusstraße 400
 48432 Rheine
 Datum: 14.10.2011



Oliver Bunk

Jürgen Weinheimer

i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk

i. A. Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer

ENERCON E-92:

MÜLLER-BBM

Auszug aus dem Prüfbericht												
Stammblatt „Geräusche“, entsprechend den „Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte“												
Rev. 18 vom 01. Februar 2008 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, D-24103 Kiel)												
Auszug aus dem Prüfbericht M111 164/01 zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ Enercon E-92												
Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellereingaben)										
Anlagenhersteller:	Enercon GmbH Dreerkamp 5 26605 Aurich	Nennleistung (Generator):	2350 kW									
Seriennummer:	920001	Rotordurchmesser:	92 m									
WEA-Standort:	RW: 2.592.266 (WGS 84 / UTM zone32N)	Nabenhöhe über Grund:	98 m									
	HW: 5.914.847	Turmbauart:	Rohrturm									
		Material:	Beton									
		Leistungsregelung:	pitch									
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellereingaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellereingaben)										
Rotorblätterhersteller:	Enercon GmbH	Getriebehersteller:	---									
Typenbezeichnung Blatt:	E-92-1	Typenbezeichnung Getriebe:	---									
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatorhersteller:	Enercon GmbH									
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	G-92 /23-G1									
Rotordrehzahlbereich:	6 - 17 min ⁻¹ (Betrieb I)	Generatordrehzahl:	6 - 17 min ⁻¹ (Betrieb I)									
Prüfbericht zur Leistungskurve: Enercon GmbH, Berechnete Leistungskurve der E-92 (Vers. 1.0 / 17.11.2011)												
	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen								
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung										
Schalleistungspegel $L_{WA,p}$	6 m/s	1227,8 kW	103,7 dB(A)									
	7 m/s	1823,4 kW	105,4 dB(A)									
	8 m/s	2155,7 kW	104,9 dB(A)									
	9 m/s	— kW	— dB(A)	[1]								
	10 m/s	— kW	— dB(A)	[1]								
	6,4 m/s	2232,5 kW	104,6 dB (A)	[2]								
Tonzuschlag für den Nahbereich K_{TN}	6 m/s	1227,8 kW	— dB									
	7 m/s	1823,4 kW	— dB									
	8 m/s	2155,7 kW	— dB									
	9 m/s	— kW	— dB	[1]								
	10 m/s	— kW	— dB	[1]								
	6,4 m/s	2232,5 kW	— dB	[2]								
Impulszuschlag für den Nahbereich K_{IN}	6 m/s	1227,8 kW	— dB									
	7 m/s	1823,4 kW	— dB									
	8 m/s	2155,7 kW	— dB									
	9 m/s	— kW	— dB	[1]								
	10 m/s	— kW	— dB	[1]								
	6,4 m/s	2232,5 kW	— dB	[2]								
Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{ref} = 7 \text{ m/s}$												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,p, Terz}$	78,4	82,0	85,0	89,3	90,5	92,7	88,8	91,4	93,6	92,7	93,0	96,1
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,p, Terz}$	95,6	95,9	95,5	94,5	90,7	90,8	88,4	86,8	82,8	76,4	75,5	75,6
Oktav-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{ref} = 7 \text{ m/s}$												
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
$L_{WA,p, Oktav}$	87,4	95,8	96,5	99,0	100,4	97,2	91,3	81,0				
Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 21.9.2013. Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht M111 164/01 vom 28.10.2013 (insbesondere bei Schallemissionsprognosen).												
Bemerkungen:												
[1] In dieser Windklasse wurden keine Daten ermittelt.												
[2] Der Schalleistungspegel bei 95%iger Nennleistung wurde bei Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen am Messtag, der verwendeten Leistungskurve und der vermessenen Nabenhöhe bei einer stand. Windgeschwindigkeit von 6,4 m/s festgestellt.												

S:\MPP\1110\1116\01\1164_01_PBE_2D.DOC: 28. 10. 2013

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Gelsenkirchen
Am Bugapark 1
45 899 Gelsenkirchen

MÜLLER-BBM GMBH
NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN
AM BUGAPARK 1
45 899 GELSENKIRCHEN
TELEFON (0209) 9 83 08 - 0

Datum: 28.10.2013

Dipl.-Ing. (FH) M. Köhl

DAKkS

Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-00

Durch die DAKkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüfaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.



M111164/01 KHL/RSB
28. Oktober 2013

Anhang E Seite 2

ENERCON E-101:



Seite 10 zum Bericht Nr. 214220-01.01

5.) **Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 135 m**

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen			
			Seite 1 von 2
Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [2] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.			
Anlagendaten			
Hersteller	Enercon GmbH	Anlagenbezeichnung	E-101
		Nennleistung in kW	3.050 (BM 0)
		Nabenhöhe in m	135
		Rotordurchmesser in m	101
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	1010002	1010311	1010356
Standort	49733 Haren	18258 Rukieten	Dalwitz, MV
vermessene Nabenhöhe (m)	99	135	135
Messinstitut	KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG	KÖTTER Beratende Ingenieure Berlin GmbH	WIND-consult GmbH
Prüfbericht	213121-01.04	213463-01.06	WICO 208SEA13/04
Datum	17.06.2014	03.06.2014	18.06.2014
Getriebetyp	--	--	--
Generatortyp	G-101/30-G2	G-101/30-G2	G-101/30-G2
Rotorblattpf	E-101-1	E-101-1	E-101-1

Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht Leistungskurve: Leistungskennlinie ENERCON E-101 3050 kW BM0, Vers. 2.0, 06.02.2014)						
Schalleistungspegel $L_{WA,P}$:						
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s ²⁾	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s ²⁾	7,5 m/s ¹⁾
1 ³⁾	103,7 dB(A)	104,5 dB(A)	104,7 dB(A)	104,4 dB(A)	--	104,8 dB(A)
2	--	104,4 dB(A)	105,1 dB(A)	105,0 dB(A)	104,9 dB(A)	105,0 dB(A)
3	101,5 dB(A)	104,3 dB(A)	105,4 dB(A)	104,8 dB(A)	--	105,0 dB(A)
Mittelwert \bar{L}_W	102,6 dB(A)	104,4 dB(A)	105,1 dB(A)	104,7 dB(A)	104,9 dB(A)	104,9 dB(A)
Standardabweichung S	1,6 dB	0,1 dB	0,4 dB	0,3 dB	--	0,1 dB
K nach [2] $\sigma_R = 0,5$ dB	3,3 dB	1,0 dB	1,2 dB	1,1 dB	--	1,0 dB

1) Entspricht 95 % der Nennleistung
 2) Witterungsbedingt teilweise keine Daten vorhanden
 3) Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen Seite 2 von 2

Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe K_{TN} :

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	7,5 m/s ¹⁾
1	0 dB 116 Hz	0 dB -- Hz	0 dB -- Hz	0 dB -- Hz	-- dB -- Hz	0 dB -- Hz
2	-- dB -- Hz	0 dB -- Hz	1 dB 124 Hz	0 dB -- Hz	0 dB -- Hz	0 dB -- Hz
3	1 dB 108 Hz	0 dB 118 Hz	0 dB 124 Hz	0 dB 124 Hz	-- dB -- Hz	0 dB 122 Hz

Impulszuschlag K_{IN} :

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	7,5 m/s ¹⁾
1	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB
2	--	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB

Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt $v_{10LWA, Pmax}$ in dB(A) ⁴⁾

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P}$	78,2	81,4	82,6	84,7	90,9	88,0	91,2	95,5	95,4	96,1	96,1	95,7
Frequenz	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.300	8.000	10.000
$L_{WA,P}$	94,5	93,5	92,1	90,9	88,3	86,5	83,9	80,2	75,0	68,8 ⁵⁾	-- ⁶⁾	-- ⁶⁾

Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt $v_{10LWA, Pmax}$ in dB(A) ⁴⁾

Frequenz	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{WA,P}$	85,9	93,4	99,3	100,8	98,3	93,8	85,8	-- ⁶⁾

⁴⁾ Entspricht $v_s = 8$ m/s als der normierten Windgeschwindigkeit der maximalen Schalleistung
⁵⁾ Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch bei allen oder einem Teil der Einzelmessungen < 6 dB, s. Auszüge in Anlage A
⁶⁾ Aufgrund eines Störabstandes < 3 dB bei allen oder einem Teil der Einzelmessungen wird kein Wert angegeben, s. Auszüge in Anlage A.

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Ausgestellt durch:
 KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG
 Bonifatiusstraße 400
 48432 Rheine
 Datum: 04.07.2014


 i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk


 i. A. Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer

Vestas V47-660 kW:



Meßergebnisse für den immissionsrelevanten Schalleistungspegel der Windenergieanlage VESTAS V47-660/200 kW

im Auftrag der VESTAS Wind Systems A/S, DK-6940 Lem

Datum der akustischen Vermessungen: 06.12.1998
 Standort der Anlage: DEWI-Testfeld Wilhelmshaven, Niedersachsen
 Seriennummer der Anlage: 1205
 Nabenhöhe: 65 m

Ergebnisse für den Schalleistungspegel für standardisierte Windgeschwindigkeiten von 6 - 10 m/s in 10m Höhe bei Betrieb der Anlage in der großen Generatorstufe (25.8-28.4 min⁻¹):

Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10m Höhe (m/s)	6	7	8	9	9.5 ²⁾
A-bewerteter Schalleistungspegel ¹⁾ L _{WA,P} (dB(A))	98.9	99.4	99.9	100.5	100.7

1.) Ermittelt gemäß: 'Technische Richtlinien zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen' (in Verbindung mit dem Entwurf der DIN IEC 38/48/CDV), Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW), Brunsbüttel, 01.04.1998

2.) Diese Windgeschwindigkeit entspricht einem Wert der elektrischen Leistung der Anlage von 95% der Nennleistung.

Detaillierte Meßergebnisse sowie Einzelheiten über die akustischen Vermessung werden in dem Meßbericht Nr. AM 981020 des Deutschen Windenergie-Institutes gegeben.

DEUTSCHES WINDENERGIE-INSTITUT gemeinnützige GmbH
 Eberstr. 96
 D - 26382 Wilhelmshaven
 Tel: ++49 (0)4421 4808 0, Fax: ++49 (0)4421 4808 43, Email: dewi@dewi.de



DAP-P-02.394-00-92-01

Wilhelmshaven, den 07.12.1998

i. V.:

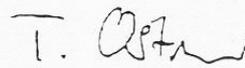


Dr. Helmut Klug

• Leiter der Abt. Testfeld -



i. A.:

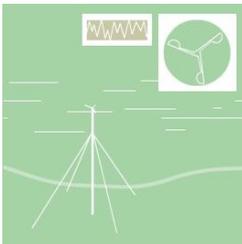


Dipl.-Ing. Tjado Osten

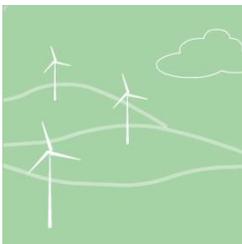
Schallprognose



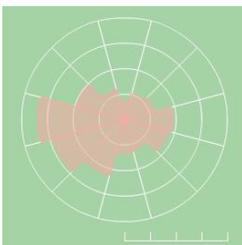
Windmessung



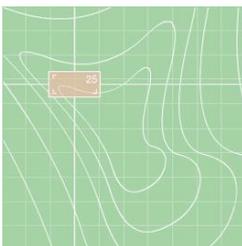
Visualisierung



Windgutachten



Windpotenzialstudie



Schattenwurfprognose

Standort: Klosterfelde – Freifläche westlich von Klosterfelde

Bundesland: Brandenburg

Auftraggeber: up umweltplan GmbH
An der Plansche 4
16321 Bernau
Tel.: 03338 / 70330

Berichtsnummer: S-IBK-6570522-Rev.1

Datum: 29.07.2022

Auftragnehmer: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
01109 Dresden
Tel./Fax: 0351/88507-1 / -409
E-Mail: gutachten@ib-kuntzsch.de
Web: www.windgutachten.de



Durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Dieser Bericht besteht einschließlich des Deckblatts aus 46 Seiten. Der Bericht ist urheberrechtlich geschützt: Vervielfältigung und Weitergabe – auch auszugsweise – sind nur mit Zustimmung des Auftragnehmers gestattet.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten	4
3	Einleitung	5
4	Berechnungsmethode	6
4.1	Das mathematische Modell zur Berechnung des Verlaufs der Sonnenbahn.....	6
4.2	Reichweite des Schattenwurfs.....	6
4.3	Zusätzliche Einflussgrößen.....	7
4.4	Unsicherheit der berechneten Werte der Schattenwurfdauer.....	7
5	Berechnungsvoraussetzungen	8
5.1	Lage und Beschreibung des Standortes.....	8
5.2	Technische Daten der Windenergieanlagen.....	10
6	Berechnungsergebnisse	10
6.1	Schattenwurfdauer für die definierten Rezeptoren	10
6.2	Beurteilung der Berechnungsergebnisse.....	12
7	Literaturhinweise	16
8	Anhang	17
8.1	Einwirkungsbereich der geplanten Anlage.....	17
8.2	Kartografische Darstellung der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer (Gesamtbelastung)	18
8.3	Berechnungsberichte der Prognosesoftware.....	19
8.4	Schattenwurfskalender (Gesamtbelastung – grafisch).....	27
8.5	Schattenwurfskalender (Gesamtbelastung – tabellarisch)	31

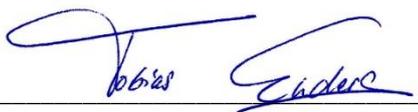
1 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wird im Rahmen eines Repowering-Projektes die Errichtung einer Windenergieanlage im Windpark Klosterfelde bezüglich der Schattenwurfimmissionen betrachtet. Hierzu wurden in den umliegenden Ortschaften Klosterfelde und Stolzenhagen sowie an mehreren Gebäuden im Außenbereich, die sich im möglichen Einwirkungsbereich des Schattenwurfs dieser Windenergieanlage befinden, relevante Immissionsorte definiert. Für diese Immissionsorte wurde unter Berücksichtigung der geltenden Berechnungsvorschriften die zu erwartende Schattenwurfdauer berechnet.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es an mehreren Immissionsorten zu Überschreitungen der Immissionsrichtwertempfehlungen kommt. Daher ist die geplante Anlage mit der Bezeichnung WEA 14 in kritischen Zeiträumen außer Betrieb zu nehmen und dazu mit einer entsprechenden Abschaltvorrichtung auszustatten.

Bei der in der vorliegenden Schattenwurfprognose durchgeführten „worst case“-Betrachtung kann wegen des eindeutigen Charakters des Formelwerks zur Berechnung der Sonnenbahn von einer hohen Sicherheit der Prognosewerte ausgegangen werden. Trotz des Vorliegens von wissenschaftlich fundierten Untersuchungen kann eine Belästigungsfreiheit während der prognostizierten Schattenwurfperioden nicht garantiert werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand können jedoch erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen durch die Schattenwurfimmissionen bei Einhaltung der Immissionsrichtwertempfehlungen ausgeschlossen werden.

Die in der Schattenwurfprognose gegebenen Informationen sind nicht als Grundlage der Parametrierung etwa zu installierender Schattenwurfabschaltmodule geeignet. Hierzu ist eine exakte Vermessung der Positionen aller betroffenen Gebäude (z.B. mit DGPS-Empfänger) und der Größe der Immissionsflächen erforderlich.



Bearbeiter: M. Eng. Tobias Enders
Projektingenieur



überprüft: Dipl.-Geogr. Andreas Köhl
Geschäftsführer

2 Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten

Der Auftraggeber beabsichtigt im Zuge eines Repowering-Projekts am Standort Klosterfelde die Errichtung einer Windenergieanlage des Typs ENERCON E-138 EP3 E2. Im Zusammenhang mit der Errichtung der geplanten Anlage des Auftraggebers ist der Rückbau von vier vorhandenen Anlagen des Typs ENERCON E-66/18.70 vorgesehen.

Durch die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH wurde bereits am 06.05.2022 eine Schattenwurfprognose (Berichtsnummer S-IBK-6570522) für eine am o.g. Standort geplante Windenergieanlage (WEA 14) erstellt. Neben den zehn vorhandenen Anlagen im Bereich Klosterfelde/Stolzenhagen waren gemäß vorliegenden Informationen des Landesamts für Umwelt (LfU) Brandenburg drei vorhandene Windenergieanlagen in der Gemarkung Zehlendorf als zusätzliche Vorbelastung zu berücksichtigen.

Die vorliegende Revision wurde mit Schreiben vom 08.07.2022 beauftragt, ersetzt die o.g. Schattenwurfprognose und berücksichtigt entsprechend den Nachforderungen des LfU Brandenburg einen weiteren Immissionsort in Klosterfelde.

Die vorliegende Schattenwurfprognose dient der Prüfung der Immissionssituation aufgrund des durch die geplante Windenergieanlage verursachten Schattenwurfs im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG durch den Auftraggeber. Die enthaltenen Informationen sind jedoch nicht als Datenquelle für die Parametrierung gegebenenfalls zu installierender Schattenwurfabschaltmodule geeignet.

Zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer bestehen keine personellen, kapitalmäßigen oder verwandtschaftlichen Verflechtungen.

Für die Erstellung des vorliegenden Berichts wurden folgende Daten und Unterlagen verwendet:

- Topografische Karten der Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg im Maßstab 1:25.000,
- Nachforderungen des LfU Brandenburg – Frau Böhlke – bzgl. der Berücksichtigung eines weiteren Immissionsortes in der Ortslage Klosterfelde (Quelle: Schreiben von Frau Böhlke vom 04.07.2022; weitergeleitet vom Auftraggeber am 05.07.2022),
- Angaben zu Standortkoordinaten und -bezeichnung sowie zum Typ und zur Nabenhöhe der vorhandenen und geplanten Windenergieanlagen (Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 21.04.2021),
- Lageplan 1 : 1.500 mit Markierung der Anlagenstandorte (Stand: 22.03.2021; Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 21.04.2022),
- Entwurf des Bebauungsplans „Klosterfelder Hauptstraße 37“ mit Stand 12.07.2022 (Bearbeiter: Machleidt GmbH, Mahlower Straße 23/24, 12049 Berlin; Quelle: E-Mail der Gemeinde Wandlitz, Sachgebiet Bauleitplanung – Herr Ossenkop – vom 22.07.2022),
- Angaben zur Rotorblattgeometrie der verschiedenen Anlagentypen (Quelle: Herstellerangaben; E-Mail des Anlagenherstellers ENERCON – Frau Pfitzer – vom 08.10.2020),
- Daten der Standortbesichtigung durch den Auftragnehmer am 27.04.2021 (mit GPS aufgenommene Standortkoordinaten der vorhandenen WEA, Fotos der vorhandenen WEA und Immissionsorte, Feldprotokoll).

3 Einleitung

Je nach Aufstellung der Windenergieanlage und der in der Umgebung vorhandenen Gebäude kann vom Schattenwurf des sich drehenden Rotors der Windenergieanlagen eine unerwünschte Beeinträchtigung ausgehen. Der sich periodisch verändernde Schatten verursacht je nach Drehzahl und Anzahl der Rotorblätter hinter der Windenergieanlage starke Lichtwechsel mit Frequenzen zwischen 0,5...2 Hz (Lichtwechsel/Sekunde). Helligkeitsschwankungen dieser Art wirken auf den Menschen störend, sind bei längerer Dauer unerträglich und können sogar gesundheitsschädigend sein [1]. Daher gehört der von Windenergieanlagen verursachte periodische Schattenwurf zu den Immissionen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG). In der Planungsphase von Windenergieprojekten sind deshalb diese Auswirkungen des Schattenwurfs zu berücksichtigen [3].

Maßgebliche Immissionsorte im Sinne einer Beeinträchtigung durch periodischen Schattenwurf sind schutzwürdige Räume, die als

- Wohnräume, einschließlich Wohndielen,
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien,
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen,
- Büroräume, Praxisräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume

genutzt werden.

Direkt an Gebäuden beginnende Außenflächen (z.B. Terrassen und Balkone) sind schutzwürdigen Räumen tagsüber zwischen 6:00 und 22:00 Uhr gleichgestellt [3]. Maßgebliche Immissionsorte sind weiterhin unbebaute Flächen in einer Bezugshöhe von 2 m über Grund an dem am stärksten betroffenen Rand der Flächen, auf denen nach Bau- oder Planungsrecht Gebäude mit schutzwürdigen Räumen zulässig sind [4].

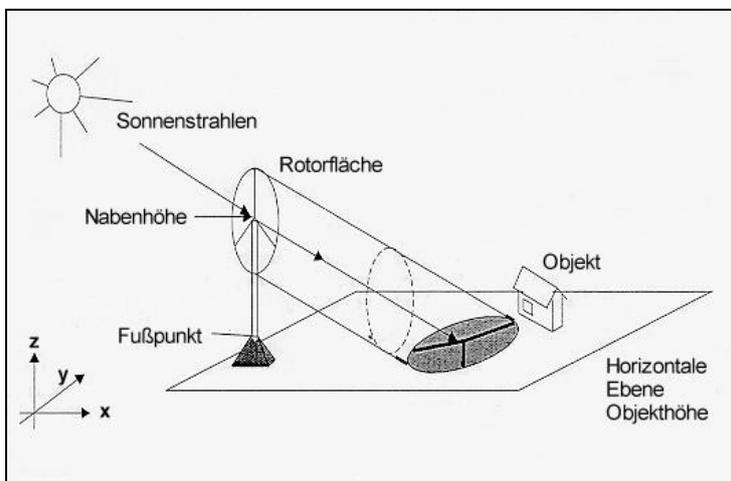
Kritische Bedingungen können insbesondere dann auftreten, wenn diese Immissionsorte bei niedrigem Sonnenstand in geringem Abstand hinter den Windenergieanlagen liegen.

Die verwendete Fachsoftware berechnet für eine oder mehrere Windenergieanlagen in Abhängigkeit von der Nabenhöhe und dem Rotordurchmesser die Schattenwurfdauer im Umfeld und stellt diese grafisch dar. Berechnet werden außerdem die Gesamtdauer (Tage und Stunden) und die Zeitpunkte (Datum und Uhrzeit) des Schattenwurfs an einem oder mehreren Objekten. Im Rahmen einer „worst-case-Betrachtung“ wird davon ausgegangen, dass die Sonne den gesamten Tag über scheint und die Rotorblätter der im Dauerbetrieb befindlichen Windenergieanlage immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung stehen.

4 Berechnungsmethode

4.1 Das mathematische Modell zur Berechnung des Verlaufs der Sonnenbahn

Der *Sonnenstand* bildet die Grundlage für die Ermittlung des Schattenwurfs und ist im Wesentlichen von der Erdrotation, der Neigung der Erdachse sowie der elliptischen Laufbahn der Erde um die Sonne abhängig. Die Berechnungen beruhen auf den folgenden Daten:



- Position der Windenergieanlage,
- Nabenhöhe und Rotordurchmesser,
- Position, Lage und Ausdehnung des Schattenrezeptors (z.B. Fenster),
- Geographische Koordinaten des Standorts sowie die Zeitzone und die Zeitverschiebung durch die Sommerzeit.

Das genaue Formelwerk zur Berechnung von Sonnenposition und Sonnenstand ist u.a. in [8] beschrieben. Die im vorliegenden Bericht ausgewiesenen Schattenwurfzeiten für einzelne Rezeptoren oder Isolinien beruhen auf einer Anwendung dieses Formelwerks in 1-Minuten-Schritten über einen kompletten Jahresverlauf.

Die in der vorliegenden Schattenwurfprognose durchgeführten Berechnungen des Schattenwurfs erfolgen mit Hilfe des WindPRO-Schattenwurf-Programms, kurz SHADOW. Dieses prognostiziert und dokumentiert auf Basis des oben beschriebenen mathematischen Modells den Schattenwurf, der durch den sich drehenden Rotor bei Windenergieanlagen verursacht wird.

4.2 Reichweite des Schattenwurfs

Bei der Schattenwurfprognose muss zusätzlich zwischen dem Kern- und dem Halbschatten unterschieden werden. Der Unterschied kommt dadurch zustande, dass die Sonne keine Punktlichtquelle, sondern eine Kugel mit einer gewissen Ausdehnung ist. Zwischen den sichtbaren Sonnenrändern liegt ein mittlerer Winkel von ca. $0,53^\circ$. Der Kernschatten entspricht dem Bereich, an dem die direkten Sonnenstrahlen durch das Hindernis vollständig verdeckt werden. Im Halbschatten trifft dagegen ein Teil des Sonnenlichts noch auf. Da Windenergieanlagen schmale Flügel besitzen, ist der Kernschatten nur kurz (ca. 220 m bei einer Flügelbreite von 2 m) und deshalb für die vorliegende Berechnung nicht relevant. Die Intensität des noch relevanten Halbschattens nimmt mit zunehmender Entfernung ab, sodass sich die durch den Schattenwurf des Rotors entstehenden Helligkeitsschwankungen reduzieren.

Lichtunterschiede (Schatten) werden ab Helligkeitsunterschieden von $>2,5\%$ wahrgenommen. Diese treten bei klarem Wetter auf, wenn die vom Rotorblatt abgedeckte aktive Sonnenfläche 20 % und mehr beträgt. Zum Beispiel liegt die Wahrnehmbarkeitsgrenze bei einer mittleren Blatattiefe von 2,5 m in einer Entfernung von ca. 1700 m.

Im vorliegenden Bericht wird der zu prüfende Beschattungsbereich auf die Standortumgebung beschränkt, in der die vom Rotorblatt abgedeckte Sonnenfläche mindestens 20 % beträgt. Die mittlere Blatttiefe wird anhand der folgenden Formel bestimmt:

$$\text{mittlere Blatttiefe} = 0,5 * (\text{max. Blatttiefe} + \text{min. Blatttiefe bei } 0,9 * \text{Rotorradius})$$

Der Schattenwurf bei Sonnenständen unter 3° Erhöhung über dem Horizont kann aufgrund von Bewuchs und Bebauung sowie insbesondere wegen der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände vernachlässigt werden [3].

4.3 Zusätzliche Einflussgrößen

Auch in den berechneten Zeiten muss nicht zwingend ein intermittierender Schattenwurf erfolgen. Das Phänomen ist naturgemäß nicht zu beobachten

- bei bedecktem Himmel,
- wenn die Windrichtung von der Blickachse abweicht und der Rotor weggedreht ist,
- wenn die Windenergieanlage stillsteht, z.B. bei zu geringer Windgeschwindigkeit.

Bei Einbeziehung weiterer Daten ist eine Berücksichtigung dieser Effekte möglich. Die Bedeckung des Himmels kann durch langjährige Messreihen der Sonnenscheindauer berücksichtigt werden, die für diverse Stationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) vorliegen. Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen könnten z.B. einem für den Standort vorliegenden und auf Windmessungen in Verbindung mit Strömungssimulationen beruhenden Windgutachten entnommen werden. Gegenüber der beschriebenen „worst case“-Betrachtung würde diese Betrachtung zu einer weiteren Reduzierung der Werte der jährlichen kumulierten Schattenwurfdauer führen.

Eine Berücksichtigung dieser Einflussgrößen ist auftragsgemäß jedoch nicht Gegenstand dieses Berichts.

4.4 Unsicherheit der berechneten Werte der Schattenwurfdauer

Ungenau vermessene Koordinaten von Windenergieanlagen oder Schattenwurfrezeptoren können im Vergleich zu exakt vermessenen Koordinaten (z. B. mit einem DGPS) zu einer Verschiebung der Schattenwurfzeiten führen. Die Werte der Schattenwurfdauer können sich ebenfalls – wenn auch in geringerem Maße – verändern. Somit ist eine exakte Vermessung der Koordinaten für eine genaue Beschattungsberechnung unerlässlich.

Weitere physikalische Einflussfaktoren, die bisher nicht in die Berechnungen einfließen, können ebenfalls zu Veränderungen der Schattenwurfzeiten und -dauer führen. Dazu zählen der Einfluss der Sonnenausdehnung und der getrübbten Atmosphäre als Medium der Strahlungsausbreitung sowie die trapezförmig modellierten Rotorblätter [4], [5].

Die vorliegende Schattenwurfprognose ist somit zur Prognose der Schattenwurfdauer und deren immissionsschutzrechtlicher Beurteilung an einzelnen Immissionsorten geeignet, nicht jedoch als Grundlage der genauen Parametrierung etwa zu installierender Schattenwurfabschaltmodule im Falle auftretender Überschreitungen der Immissionsrichtwerte.

5 Berechnungsvoraussetzungen

5.1 Lage und Beschreibung des Standortes

Die Standorte der bestehenden und geplanten Windenergieanlagen befinden sich auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche östlich der Ortschaft Klosterfelde im Landkreis Barnim in Brandenburg. Zudem befinden sich nordwestlich von Stolzenhagen in der Gemarkung Zehlendorf drei weitere Windenergieanlagen auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche.

Im möglichen Einwirkungsbereich der Schattenwurfimmissionen der geplanten Windenergieanlage befindet sich die Ortschaften Klosterfelde und Stolzenhagen sowie mehrere Gebäude im Außenbereich. Die Auswahl der Immissionsorte erfolgte anhand der Ergebnisse einer Standortbesichtigung am 27.04.2021. Den Windenergieanlagen zugewandte Fronten der relevanten Gebäude wurden im Modell exemplarisch als Schattenwurfrezeptoren definiert; die Ausdehnung der betrachteten Fläche beträgt jeweils $1 \times 1 \text{ m}^2$ (beispielhaft für ein Fenster) mit Ausrichtung zu den Windenergieanlagen. Sind an einem Gebäude Fenster sowohl im Erd- als auch im Obergeschoss vorhanden, wird das Fenster als Immissionsort definiert, an dem die höhere Schattenwurfimmission auftritt.

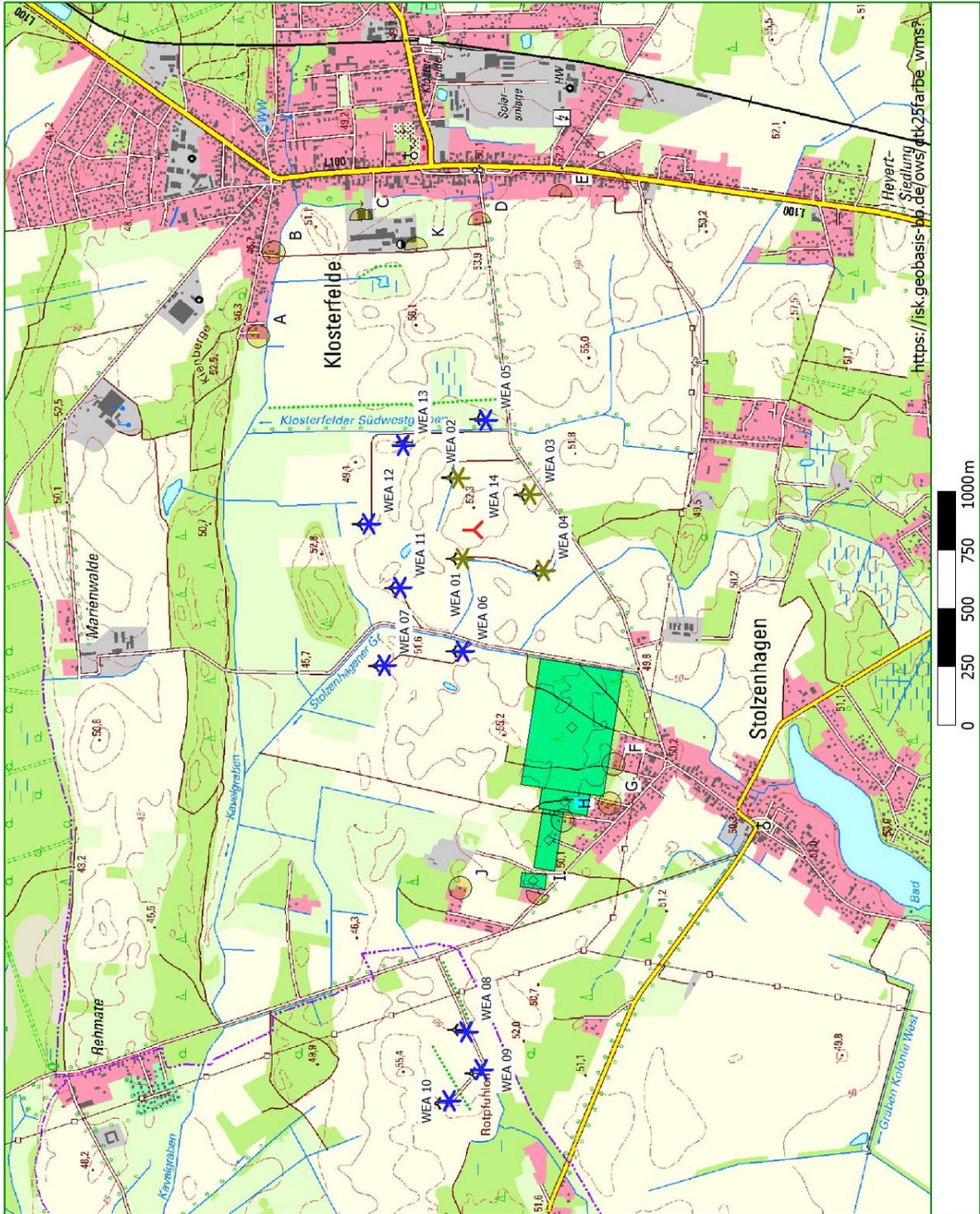
An den Immissionsorten A, B, F...H und J besteht die Möglichkeit von Schattenwurfimmissionen durch unterschiedliche Windenergieanlagen an jeweils aneinandergrenzenden Seiten des Hauses. Da nach Feststellung der örtlichen Gegebenheiten davon auszugehen ist, dass die jeweiligen Fensterfronten denselben schutzwürdigen Räumen zuzuordnen sind, wurde an diesen Immissionsorten je ein Schattenwurfrezeptor im sog. „Gewächshausmodus“ definiert, sodass sich die Schattenwurfimmissionen aus verschiedenen Richtungen kumulieren.

An den Immissionsorten F...I befindet sich auf der gedachten Verbindungslinie zwischen Fensterfront und Windenergieanlage(n) eine Waldfläche. Die abschirmende Wirkung dieses Sichthindernisses wurde bei den Modellberechnungen berücksichtigt.

Für die Randlage der Ortschaft Klosterfelde liegt der Entwurf eines B-Plans („Klosterfelder Hauptstraße 37“) mit der Gebietseinstufung als allgemeines Wohngebiet sowie als urbanes Gebiet vor, womit in Zukunft auf diesen Planflächen Gebäude mit schutzwürdigen Räumen zu erwarten sind. An der der geplanten WEA nächstgelegenen Grenze der Bebauungsplanfläche wurde im vorliegenden Bericht prophylaktisch der Immissionsort K definiert und berücksichtigt. Sollte der B-Plan nicht rechtskräftig werden, ist dieser Immissionsort für die Beurteilung des im vorliegenden Bericht betrachteten Vorhabens nicht relevant. In den Ergebnistabellen sind alle Angaben zu diesem Immissionsort kursiv dargestellt.

In den Ortschaften Klosterfelde und Stolzenhagen existieren neben den für die Berechnung definierten Immissionsorten noch weitere Wohnhäuser bzw. Gewerbebauten mit potenziellen Schattenwurfimmissionen; für die Beurteilung der Situation können die gewählten Immissionsorte jedoch als repräsentativ angesehen werden, wie die Darstellung des Einwirkungsbereichs der geplanten Anlage im Anhang 8.1 bzw. die Ergebniskarte der durchgeführten flächenhaften Berechnung der jährlichen Schattenwurfdauer im Anhang 8.2 belegt.

Die Positionen der Windenergieanlagen und der Immissionsorte sind im nachfolgenden Lageplan gekennzeichnet. Die Positionen der vorhandenen, zum Rückbau vorgesehenen und geplanten Windenergieanlagen entsprechen den Vorgaben des Auftraggebers.



Topografische Karte mit Positionen der vorhandenen Windenergieanlagen (blaue Symbole), der rückzubauenden WEA (ockerfarbene Symbole), der geplanten WEA (rotes Symbol), der bei den Berechnungen wirksamen Sichthindernisse (hellgrüne Markierung) und der Immissionsorte (A...K)

5.2 Technische Daten der Windenergieanlagen

Die für die Berechnung maßgeblichen Anlagendaten sind in nachfolgender Tabelle dargestellt:

Anlagenstatus		Anlagenbezeichnung	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Mittlere Blatttiefe [m]
Vorbelastung gesamt	vorhanden	WEA 05	ENERCON E-82 E2	138,4	82	2,4
		WEA 06, WEA 07	ENERCON E-66/18.70	98	70	2,2
		WEA 08...10	Vestas V47-660 kW	76	47	1,3
		WEA 11	ENERCON E-101	135,4	101	3,3
	WEA 12, WEA 13	ENERCON E-92	138,4	92	2,2	
	Rückbau beabsichtigt	WEA 01...04	ENERCON E-66/18.70	98	70	2,2
Zusatzbelastung	geplant	WEA 14	ENERCON E-138 EP3 E2	130,3	138,3	2,5

Tabelle 1: Angaben zu den WEA – Die Farbgebung der Statusangaben korrespondiert mit der entsprechenden Einfärbung der Symbole im Lageplan (Abschnitt 5.1)

6 Berechnungsergebnisse

6.1 Schattenwurfdauer für die definierten Rezeptoren

Die Berechnung der Vorbelastung an den elf betrachteten Immissionsorten erfolgte zunächst unter Einbeziehung aller 13 vorhandenen Anlagen (siehe Berechnungsbericht „gesamte Vorbelastung“ im Anhang 8.3).

In der nachfolgenden Tabelle sind die Jahressummen und die maximalen täglichen Werte der Schattenwurfdauer nach astronomischer („worst case“) Betrachtungsweise für die gesamte Vorbelastung verzeichnet. Auftretende Überschreitungen der Richtwertempfehlungen sind in dieser und den folgenden Tabellen grau hinterlegt.

Immissionsort		jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	47:31	43
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	35:22	22
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	28:21	36
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	33:56	37
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	31:11	36
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	5:23	16
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	27:53	36
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	39:40	42

Tabelle 2: Schattenwurfimmissionen – gesamte Vorbelastung

Anschließend wurde die geplante Reduzierung der Vorbelastung betrachtet. Es ist vorgesehen, vier der vorhandenen Anlagen zurückzubauen und stattdessen eine neue WEA zu errichten. Daraus ergibt sich eine reduzierte Vorbelastung von neun vorhandenen Anlagen (siehe auch Berechnungsbericht „reduzierte Vorbelastung“ im Anhang 8.3).

In der nachfolgenden Tabelle sind die Jahressummen und die maximalen täglichen Werte der Schattenwurfdauer nach astronomischer („worst case“) Betrachtungsweise für die reduzierte Vorbelastung dargestellt.

Immissionsort		jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	41:30 ↘	29 ↘
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	30:36 ↘	22
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	22:21 ↘	36
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	25:54 ↘	28 ↘
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	26:32 ↘	33 ↘
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	0:00 ↘	0 ↘
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	25:21 ↘	33 ↘
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	30:08 ↘	42

Tabelle 3: Schattenwurfimmissionen – reduzierte Vorbelastung

Die mit ↘ gekennzeichneten Werte zeigen eine gegenüber der gesamten Vorbelastung zurückgegangene Schattenwurfdauer an.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Jahressummen und die maximalen täglichen Werte der Schattenwurfdauer nach astronomischer („worst case“) Betrachtungsweise für die Zusatzbelastung dargestellt.

Immissionsort		jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	28:54	28
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	10:28	23
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	8:25	23
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	9:34	25
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	8:01	22
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	26:03	26
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	6:32	21
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	10:59	26

Tabelle 4: Schattenwurfimmissionen – Zusatzbelastung

Auf Basis der reduzierten Vorbelastung wurde abschließend unter Berücksichtigung der Zusatzbelastung durch die eine geplante Anlage die zu erwartende Gesamtbelastung berechnet. Die Jahressummen und die maximalen täglichen Werte der Schattenwurfdauer nach astronomischer („worst case“) Betrachtungsweise sind für die Gesamtbelastung der neun verbleibenden und der einen geplanten WEA in der folgenden Tabelle dargestellt.

Immissionsort	jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
A Klosterfelde, Gartenstraße 39c	70:04 ↗	54 ↗
B Klosterfelde, Gartenstraße 12f	38:33 ↗	23 ↗
C Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	30:46 ↗	36
D Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	34:09 ↗	40 ↗
E Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	34:17 ↗	33
F Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0
G Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	26:03 ↗	26 ↗
H Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0
I Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0
J Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	28:51 ↗	39 ↗
K Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	41:07 ↗	44 ↗

Tabelle 5: Schattenwurfimmissionen – Gesamtbelastung

Die mit ↗ gekennzeichneten Werte zeigen eine gegenüber der reduzierten Vorbelastung angestiegene Schattenwurfdauer an.

Nähere Angaben sind den Berechnungsberichten der Prognosesoftware im Anhang 8.3 zu entnehmen.

6.2 Beurteilung der Berechnungsergebnisse

Die Beurteilung der Berechnungsergebnisse erfolgt anhand der *Leitlinie zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Leitlinie)* [7]. In diesen Hinweisen wird eine Schattenwurfdauer an einem Immissionsort von *jährlich maximal 30 h* und *täglich maximal 30 min* als zumutbar eingeschätzt. Zu beachten ist, dass sich die Werte auf eine rein astronomisch fundierte Berechnung ohne Berücksichtigung meteorologischer Gesichtspunkte beziehen.

Durch die vorhandenen Anlagen der **gesamten Vorbelastung** werden an den Immissionsorten F, H und I keine Schattenwurfimmissionen verursacht. An den Immissionsorten A...E, G und J können Schattenwurfimmissionen auftreten, wobei die genannten Richtwertempfehlungen für die kumulierte jährliche und die maximale tägliche Schattenwurfdauer am Immissionsort G unterschritten werden. An den Immissionsorten A...E, J und K kommt es jedoch zur Überschreitung der Immissionsrichtwertempfehlungen für die jährliche und/oder tägliche Schattenwurfdauer. Die Überschreitungen sind in der Tabelle 2 grau hinterlegt.

Der vorgesehene Rückbau von vier Anlagen hat bei der Betrachtung der **reduzierten Vorbelastung** an den Immissionsorten F, H und I keine Auswirkungen auf die Immissionssituation, d.h. von den betroffenen Anlagen gehen keine Schattenwurfimmissionen an den genannten Immissionsorten aus. An den übrigen Immissionsorten nehmen die Schattenwurfimmissionen ab, wobei es an den

Immissionsorten A...C, E, J und K weiterhin zur Überschreitung der Immissionsrichtwertempfehlungen für die jährliche und/oder tägliche Schattenwurfdauer kommt. Die Überschreitungen sind in der Tabelle 3 grau hinterlegt.

Die Immissionswerte der **Gesamtbelastung** entsprechen an den Immissionsorten F, H und I denen der Vorbelastung, d.h. an diesen Immissionsorten tritt kein für die Beurteilung der Situation relevanter Schattenwurf durch die geplante Anlage der Zusatzbelastung auf (siehe auch grafische Darstellung des Einwirkungsbereichs der geplanten Anlage in Anhang 8.1).

An allen weiteren Immissionsorten steigen die Werte der Immissionsbelastung gegenüber der reduzierten Vorbelastung durch die Hinzunahme der Anlage der Zusatzbelastung an, wobei am Immissionsort G beide Immissionsrichtwerte weiterhin unterschritten werden. Am Immissionsort A – an dem durch die reduzierte Vorbelastung der Richtwert für die kumulierte jährliche Schattenwurfdauer überschritten wurde – wird nun auch der Richtwert für die maximale tägliche Schattenwurfdauer überschritten. Am Immissionsort B – an dem ebenfalls durch die reduzierte Vorbelastung der Richtwert für die kumulierte jährliche Schattenwurfdauer überschritten wurde – wird der Richtwert für die maximale tägliche Schattenwurfdauer weiterhin unterschritten. An den Immissionsorten C und E – an denen durch die reduzierte Vorbelastung der Richtwert für die maximale tägliche Schattenwurfdauer überschritten wurde – wird nun auch der Richtwert für die kumulierte jährliche Schattenwurfdauer überschritten. Am Immissionsort J wird durch die Gesamtbelastung der Immissionsrichtwert für die kumulierte jährliche Schattenwurfdauer weiterhin unterschritten, während der Immissionsrichtwert für die maximale tägliche Schattenwurfdauer überschritten wird. Am Immissionsort D – an dem durch die reduzierte Vorbelastung beide Richtwerte unterschritten wurden – kommt es nun zu Überschreitungen beider Immissionsrichtwerte. Am Immissionsort K – an dem es bereits durch die reduzierte Vorbelastung zu Überschreitungen beider Richtwertempfehlungen kommt – nimmt die kumulierte jährliche und die maximale tägliche Schattenwurfdauer durch die geplante Anlage zu. Die Überschreitungen sind in der Tabelle 5 grau hinterlegt.

Eine Übersicht der zeitlichen Verteilung der Schattenwurfimmissionen ist im grafischen Schattenwurfskalender im Anhang 8.4 abgebildet.

In der nachfolgenden Tabelle sind die an den von der Zusatzbelastung betroffenen Immissionsorten auftretenden Schattenwurfimmissionen hinsichtlich des Zeitraums der Beschattung im Jahres- und Tagesverlauf sowie die den Schattenwurf verursachenden WEA zusammengefasst (die geplante WEA ist kursiv gedruckt).

Immissionsort		Zeitraum der Beschattung	Verursachende WEA
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	Nachmittagsstunden Oktober bis Februar	WEA 11...13, WEA 14
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	Nachmittagsstunden Oktober bis März	WEA 05, WEA 11...13, WEA 14
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	Nachmittags- und Abendstunden Februar bis April und September bis November	WEA 05, WEA 11...13, WEA 14
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	Nachmittags- und Abendstunden März bis Mai und Juli bis September	WEA 05, WEA 11...13, WEA 14
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	Abendstunden April bis August	WEA 05, WEA 11, WEA 13, WEA 14
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	Morgenstunden Mai bis August	WEA 14
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	Morgen- und Abendstunden März bis Mai, August und September	WEA 06...09, WEA 11, WEA 14
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	Nachmittags- und Abendstunden Februar bis April und August bis Oktober	WEA 05, WEA 11...13, WEA 14

Tabelle 6: Auftretende Schattenwurfimmissionen an den Immissionsorten und verursachende WEA

Da es zur Überschreitung des Immissionsrichtwerts bezüglich der kumulierten jährlichen und maximalen täglichen Schattenwurfdauer an mehreren Immissionsorten kommt, sollte die Einhaltung der Immissionsrichtwertempfehlungen durch technische Maßnahmen gewährleistet werden.

Mehrere marktgängige technische Lösungen können garantieren, dass die den Schattenwurf verursachenden Windenergieanlagen in kritischen Zeiträumen außer Betrieb genommen werden. Sie bestehen aus einer Ergänzung der Anlagensteuerung mit einprogrammierten Anlagen- und Nachbarpositionen, die in Verbindung mit einem Strahlungssensor die Abschaltung der Anlage(n) veranlassen.

Um die Einhaltung der Immissionsrichtwertempfehlungen am Immissionsort D sicher gewährleisten sowie eine weitere Zunahme der Schattenwurfimmissionen an den Immissionsorten A...C, E, J und K – an denen zumindest von einer Ausschöpfung der Immissionsrichtwerte durch die Anlagen der Vorbelastung ausgegangen werden muss – sicher vermeiden zu können, ist **die geplante Anlage mit der Bezeichnung WEA 14 mit einer solchen Abschaltvorrichtung auszustatten**.

Durch den Anlagenbetreiber ist sicherzustellen, dass bei Einsatz dieser hier beschriebenen technischen Abschaltvorrichtungen sowohl die einprogrammierten Positionen der Windenergieanlagen als auch sämtlicher kritischer Immissionsorte mit möglicher Überschreitung von Immissionsrichtwertempfehlungen mit der Realität übereinstimmen. Die Parametrierung der Abschaltmodule auf eine tatsächliche Beschattungsdauer von *maximal 8 h pro Jahr* (bei Berücksichtigung meteorologischer Parameter, wie z.B. der Intensität des Sonnenlichtes) bzw. auf eine astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von 30 h pro Jahr (bei Nichtberücksichtigung meteorologischer Parameter) sowie *maximal 30 min pro Tag* ist in den Richtlinien [3] festgehalten.

In der Anlage WEA 14 ist das zu installierende Schattenwurfabschaltmodul so zu parametrieren, dass an den kritischen Immissionsorten A, B und K kein weiterer Schattenwurf verursacht und an den

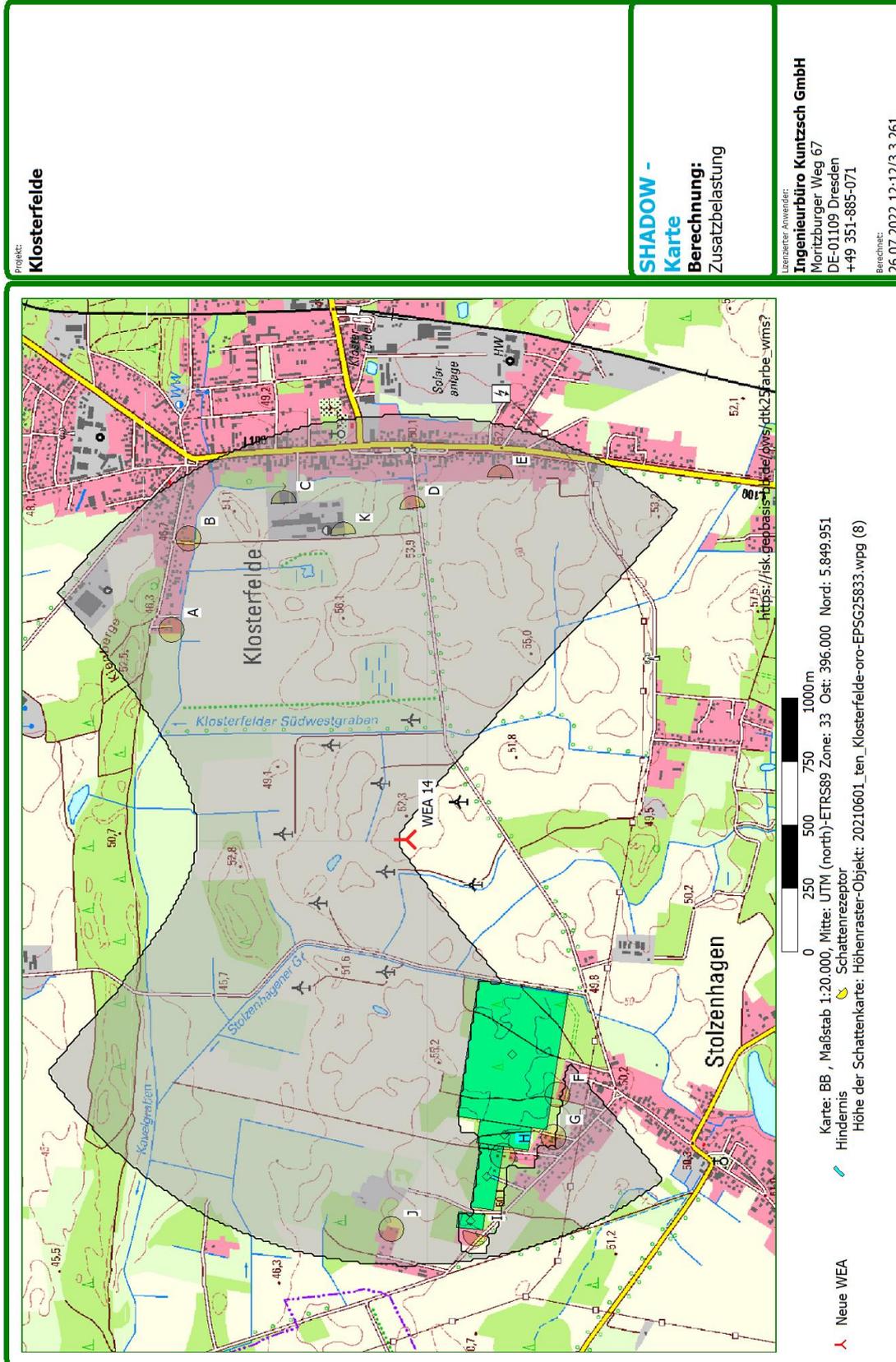
kritischen Immissionsorten C und E das Ansteigen der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer über die Immissionsrichtwerte hinaus unter Berücksichtigung der reduzierten Vorbelastung vermieden wird. Zudem ist das Abschaltmodul so zu programmieren, dass es am Immissionsort J nicht zu einer Zunahme der maximalen täglichen Schattenwurfdauer kommt sowie am Immissionsort D und an benachbart gelegenen Häusern das Ansteigen der Schattenwurfbelastung über die Immissionsrichtwerte hinaus unter Berücksichtigung der reduzierten Vorbelastung vermieden wird.

7 Literaturhinweise

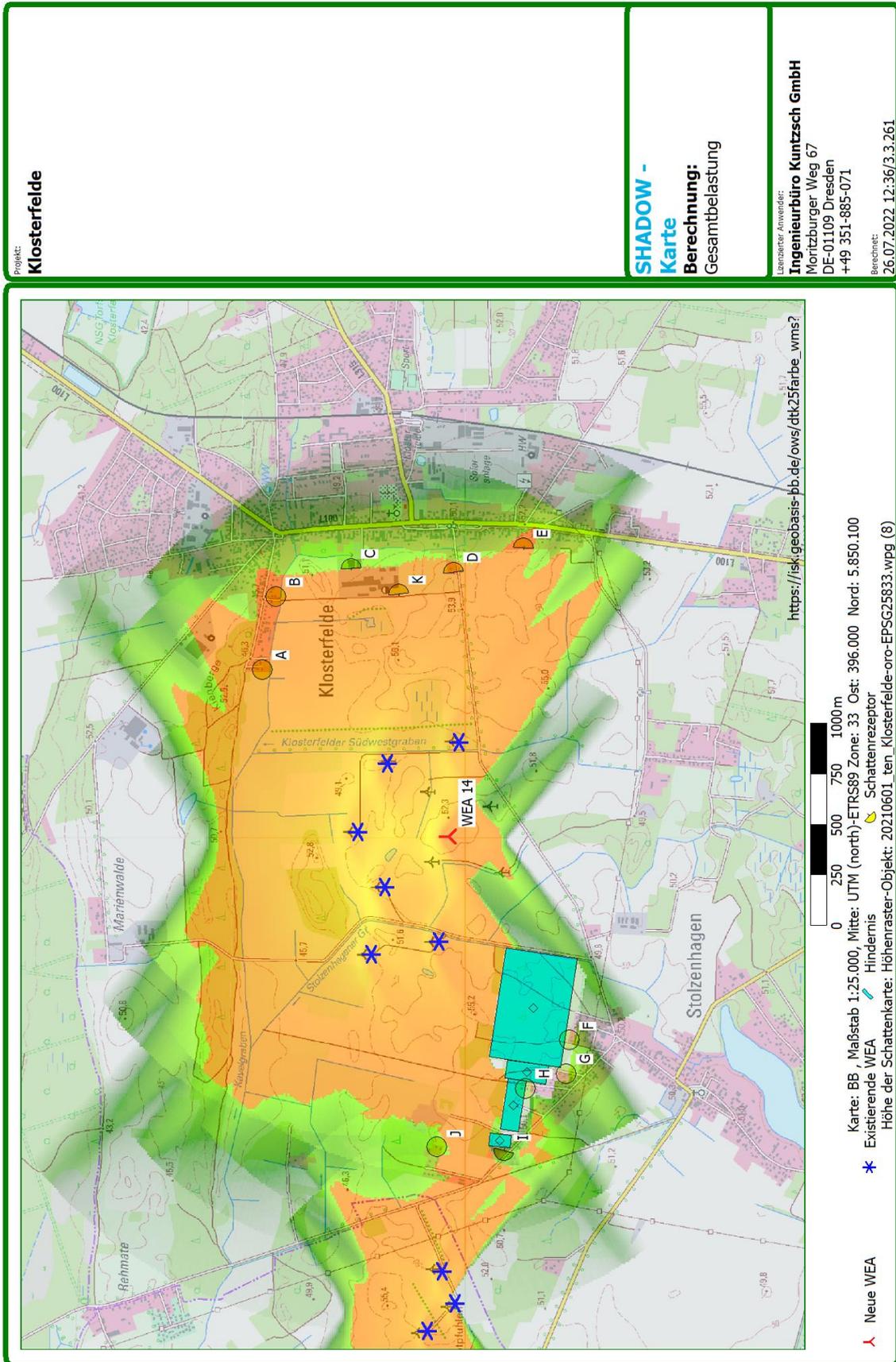
- [1] Pohl, J., F. Faul und R. Mausfeld (1999): Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen. - Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. – u.a. in: „Materialien zur Umwelt“, Heft 4/1999, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern.
- [2] Staatliches Umweltamt Schleswig (1998): Ergebnisprotokoll der 2. Besprechung über Windkraftanlagen (WKA) am 04.09.1998 im Staatlichen Umweltamt Schleswig. – Schleswig, 06.10.1998 (unveröffentlicht).
- [3] Länderausschuss für Immissionsschutz (2020): Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen – Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurf-Hinweise). – 23.01.2020.
- [4] Freund, H.-D. (2002): Einflüsse der Lufttrübung, der Sonnenausdehnung und der Flügelform auf den Schattenwurf von Windenergieanlagen. – DEWI Magazin, Nr. 20, Februar 2002. 43-51.
- [5] Freund, H.-D. (2006): Genauigkeit der prognostizierten Schattenwurfzeit – Ein Vergleich mit real gemessenen Schattenzeiten. – 7. Workshop über optische Einwirkungen von WEAn, Staatliches Umweltamt Schleswig, 03.11.2006.
- [6] Gemeinsame Handlungsempfehlung des Sächsischen Staatsministeriums des Innern und des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Zulassung von Windenergieanlagen. – Dresden, 07.09.2011.
- [7] Leitlinie des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Leitlinie). – Potsdam, 24.03.2003, zuletzt geändert am 02.12.2019.
- [8] Quaschnig, V. (2006): Regenerative Energiesysteme: Technologie – Berechnung – Simulation. – 4., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Hanser, München.
- [9] Schlez, W., A. Peel und A. Neubert (2012): Shadow flicker validation and mitigation. – Posterpräsentation bei der DEWEK am 07./08.11.2012. – In: Proceedings DEWEK 2012 – German Wind Energy Conference. – Bremen, 07./08.11.2012.
- [10] Gemeinsame Bekanntmachung der Bayerischen Staatsministerien des Innern, für Bau und Verkehr, für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat, für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, für Umwelt und Verbraucherschutz, für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie für Gesundheit und Pflege (2016): Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (WEA) (Windenergie-Erlass – BayWEE). – 2129.1-W, 19.07.2016.
- [11] Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung, Ministerium der Finanzen, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten und Ministerium des Innern, für Sport und Infrastruktur Rheinland-Pfalz (2013): Hinweise für die Beurteilung der Zulässigkeit der Errichtung von Windenergieanlagen in Rheinland-Pfalz (Rundschreiben Windenergie). – 28.05.2013.
- [12] Windkraftanlagen im Land Brandenburg. – Publikation des Landesamts für Umwelt Brandenburg, Potsdam, URL: <https://data.geobasis-bb.de/geofachdaten/Energie- und Klimaschutz/wka.zip> – 03.01.2022.

8 Anhang

8.1 Einwirkungsbereich der geplanten Anlage



8.2 Kartografische Darstellung der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer (Gesamtbelastung)



8.3 Berechnungsberichte der Prognosesoftware

gesamte Vorbelastung:

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
Berechnet: 26.07.2022 11:59/3.3.261	

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: gesamte Vorbelastung

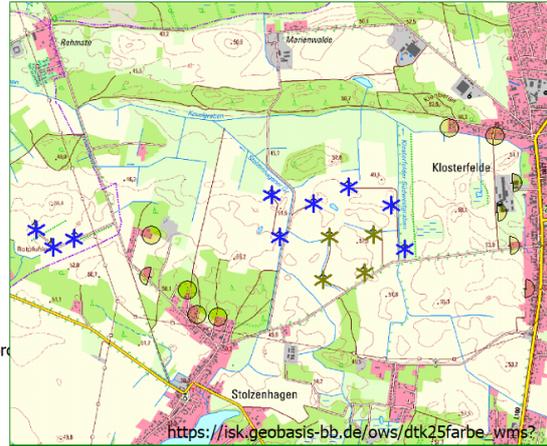
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
 Siehe WEA-Tabelle

- Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont: 3 °
- Tage zwischen Berechnungen: 1 Tag(e)
- Berechnungszeitsprung: 1 Minuten
- Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
 - Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
 - Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
 - Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:

- Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: 20210601_ten_Klosterfelde-ort
- Hindernisse in Berechnung verwendet
- Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
- Rasterauflösung: 1,0 m



Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA

WEA	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[U/min]	
WEA 01	395.824	5.849.965	50,0	KF 01	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 02	396.174	5.849.984	50,0	KF 02	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 03	396.103	5.849.677	50,0	KF 03	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 04	395.774	5.849.621	50,0	KF 04	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 05	396.421	5.849.865	47,5	KF 06	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
WEA 06	395.428	5.849.963	49,6	SH 01	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 07	395.366	5.850.298	47,5	SH 02	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 08	393.788	5.849.949	50,6	NR 01	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 09	393.627	5.849.883	51,8	NR 02	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 10	393.491	5.850.022	52,5	NR 03	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 11	395.700	5.850.231	47,5	KF 05	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	135,0	2.214	14,5
WEA 12	395.975	5.850.365	47,5	KF 07	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	1.513	16,0
WEA 13	396.314	5.850.218	47,5	KF 08	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	1.513	16,0

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	396.784	5.850.838	47,5	1,0	1,0	1,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	397.146	5.850.772	47,5	1,0	1,0	1,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	397.287	5.850.397	47,5	1,0	1,0	1,0	85,0	90,0	Feste Richtung	2,0
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	397.268	5.849.890	52,0	1,0	1,0	1,0	83,0	90,0	Feste Richtung	2,0
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	397.388	5.849.546	54,5	1,0	1,0	1,0	92,0	90,0	Feste Richtung	2,0
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	394.941	5.849.321	50,0	1,0	1,0	5,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	394.772	5.849.336	50,1	1,0	1,0	5,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	394.699	5.849.536	50,4	1,0	1,0	1,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	394.389	5.849.642	50,0	1,0	1,0	1,0	-76,2	90,0	Feste Richtung	2,0
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	394.409	5.849.975	50,0	1,0	1,0	1,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	397.161	5.850.163	48,1	1,0	1,0	1,0	81,7	90,0	Feste Richtung	2,0

Projekt:

Klosterfelde

Lizenziertes Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.07.2022 11:59/3.3.261

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: gesamte Vorbelastung

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	47:31	122	0:43
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	35:22	143	0:22
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	28:21	101	0:36
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	33:56	108	0:37
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	31:11	111	0:36
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0	0:00
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	5:23	26	0:16
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0	0:00
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0	0:00
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	27:53	113	0:36
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	39:40	114	0:42

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
WEA 01	KF 01	11:21
WEA 02	KF 02	22:05
WEA 03	KF 03	11:53
WEA 04	KF 04	7:22
WEA 05	KF 06	47:16
WEA 06	SH 01	4:21
WEA 07	SH 02	6:15
WEA 08	NR 01	5:17
WEA 09	NR 02	3:11
WEA 10	NR 03	0:00
WEA 11	KF 05	32:18
WEA 12	KF 07	30:30
WEA 13	KF 08	82:19

Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

reduzierte Vorbelastung:

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
Berechnet: 26.07.2022 11:59/3.3.261	

SHADOW - Hauptergebnis

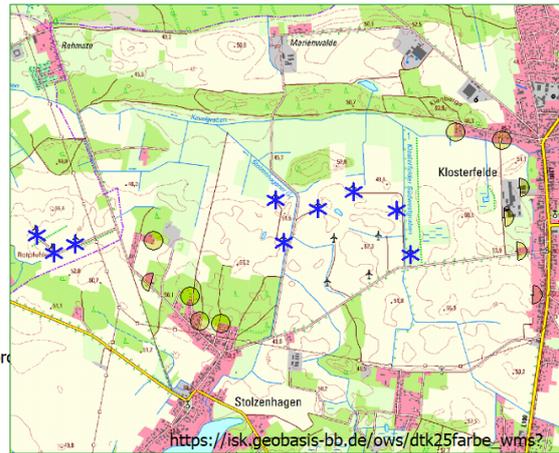
Berechnung: reduzierte Vorbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
 Siehe WEA-Tabelle

- Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont: 3 °
- Tage zwischen Berechnungen: 1 Tag(e)
- Berechnungszeitsprung: 1 Minuten
- Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
 - Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
 - Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung
 - Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
 Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: 20210601_ten_Klosterfelde-ort
 Hindernisse in Berechnung verwendet
 Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
 Rasterauflösung: 1,0 m



Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

Maßstab 1:50.000

★ Existierende WEA ● Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
WEA 05	396.421	5.849.865	47,5	KF 06	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
WEA 06	395.428	5.849.963	49,6	SH 01	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 07	395.366	5.850.298	47,5	SH 02	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 08	393.788	5.849.949	50,6	NR 01	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 09	393.627	5.849.883	51,8	NR 02	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 10	393.491	5.850.022	52,5	NR 03	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 11	395.700	5.850.231	47,5	KF 05	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	135,0	2.214	14,5
WEA 12	395.975	5.850.365	47,5	KF 07	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	1.513	16,0
WEA 13	396.314	5.850.218	47,5	KF 08	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	1.513	16,0

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	396.784	5.850.838	47,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	397.146	5.850.772	47,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	397.287	5.850.397	47,5	1,0	1,0	1,0	85,0	90,0	Feste Richtung	2,0
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	397.268	5.849.890	52,0	1,0	1,0	1,0	83,0	90,0	Feste Richtung	2,0
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	397.388	5.849.546	54,5	1,0	1,0	1,0	92,0	90,0	Feste Richtung	2,0
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	394.941	5.849.321	50,0	1,0	1,0	5,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	394.772	5.849.336	50,1	1,0	1,0	5,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	394.699	5.849.536	50,4	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	394.389	5.849.642	50,0	1,0	1,0	1,0	-76,2	90,0	Feste Richtung	2,0
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpühl 16	394.409	5.849.975	50,0	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	397.161	5.850.163	48,1	1,0	1,0	1,0	81,7	90,0	Feste Richtung	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	41:30	122	0:29
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	30:36	119	0:22
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	22:21	71	0:36
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	25:54	90	0:28
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	26:32	89	0:33

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071 Berechnet: 26.07.2022 11:59/3.3.261
---------------------------------	--

SHADOW - Hauptergebnis
Berechnung: reduzierte Vorbelastung

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0	0:00
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	0:00	0	0:00
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0	0:00
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0	0:00
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	25:21	99	0:33
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	30:08	81	0:42

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
WEA 05	KF 06	47:16
WEA 06	SH 01	4:21
WEA 07	SH 02	6:15
WEA 08	NR 01	5:17
WEA 09	NR 02	3:11
WEA 10	NR 03	0:00
WEA 11	KF 05	32:18
WEA 12	KF 07	30:30
WEA 13	KF 08	82:19

Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Zusatzbelastung:

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
Berechnet: 26.07.2022 12:12/3.3.261	

SHADOW - Hauptergebnis

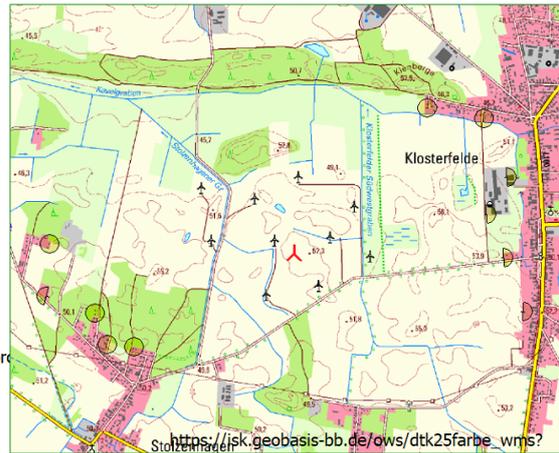
Berechnung: Zusatzbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
 Siehe WEA-Tabelle

- Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
- Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
- Berechnungszeitsprung 1 Minuten
- Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
 Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
 Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
 Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: 20210601_ten_Klosterfelde-or
 Hindernisse in Berechnung verwendet
 Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
 Rasterauflösung: 1,0 m



Maßstab 1:40.000
 Neue WEA Schattenrezeptor

Alle Koordinatangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA

	Ost Nord Z			Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
			[m]		Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
WEA 14	395.951	5.849.915	50,0	WEA 14	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	130,3	1.681	10,8

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe ü.Gr. [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	396.784	5.850.838	47,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	397.146	5.850.772	47,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	397.287	5.850.397	47,5	1,0	1,0	1,0	85,0	90,0	Feste Richtung	2,0
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	397.268	5.849.890	52,0	1,0	1,0	1,0	83,0	90,0	Feste Richtung	2,0
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	397.388	5.849.546	54,5	1,0	1,0	1,0	92,0	90,0	Feste Richtung	2,0
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	394.941	5.849.321	50,0	1,0	1,0	5,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	394.772	5.849.336	50,1	1,0	1,0	5,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	394.699	5.849.536	50,4	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	394.389	5.849.642	50,0	1,0	1,0	1,0	-76,2	90,0	Feste Richtung	2,0
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	394.409	5.849.975	50,0	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	397.161	5.850.163	48,1	1,0	1,0	1,0	81,7	90,0	Feste Richtung	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	28:54	72	0:28
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	10:28	38	0:23
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	8:25	30	0:23
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	9:34	32	0:25
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	8:01	31	0:22
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0	0:00
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	26:03	85	0:26
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0	0:00
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0	0:00
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	6:32	27	0:21
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	10:59	33	0:26

Projekt: Klosterfelde	Lizenziertes Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071 Berechnet: 26.07.2022 12:12/3.3.261
---------------------------------	--

SHADOW - Hauptergebnis
Berechnung: Zusatzbelastung

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
WEA 14	WEA 14	108:56

Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Gesamtbelastung:

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
Berechnet: 26.07.2022 12:36/3.3.261	

SHADOW - Hauptergebnis

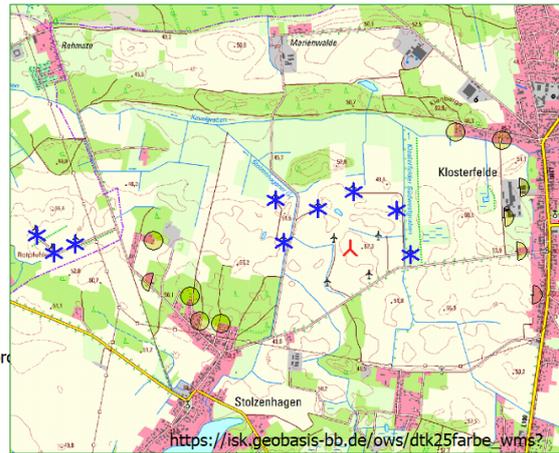
Berechnung: Gesamtbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
 Siehe WEA-Tabelle

- Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
- Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
- Berechnungszeitsprung 1 Minuten
- Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
 Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
 Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlrichtung
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
 Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: 20210601_ten_Klosterfelde-ork
 Hindernisse in Berechnung verwendet
 Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
 Rasterauflösung: 1,0 m



Maßstab 1:50.000
 ▲ Neue WEA ★ Existierende WEA ● Schattenrezeptor

Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
	[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
WEA 05	396.421	5.849.865	47,5	KF 06	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
WEA 06	395.428	5.849.963	49,6	SH 01	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 07	395.366	5.850.298	47,5	SH 02	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 08	393.788	5.849.949	50,6	NR 01	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 09	393.627	5.849.883	51,8	NR 02	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 10	393.491	5.850.022	52,5	NR 03	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 11	395.700	5.850.231	47,5	KF 05	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	135,0	2.214	14,5
WEA 12	395.975	5.850.365	47,5	KF 07	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	1.513	16,0
WEA 13	396.314	5.850.218	47,5	KF 08	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	1.513	16,0
WEA 14	395.951	5.849.915	50,0	WEA 14	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	130,3	1.681	10,8

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	396.784	5.850.838	47,5	1,0	1,0	1,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	397.146	5.850.772	47,5	1,0	1,0	1,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	397.287	5.850.397	47,5	1,0	1,0	1,0	85,0	90,0	Feste Richtung	2,0
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	397.268	5.849.890	52,0	1,0	1,0	1,0	83,0	90,0	Feste Richtung	2,0
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	397.388	5.849.546	54,5	1,0	1,0	1,0	92,0	90,0	Feste Richtung	2,0
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	394.941	5.849.321	50,0	1,0	1,0	5,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	394.772	5.849.336	50,1	1,0	1,0	5,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	394.699	5.849.536	50,4	1,0	1,0	1,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	394.389	5.849.642	50,0	1,0	1,0	1,0	-76,2	90,0	Feste Richtung	2,0
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	394.409	5.849.975	50,0	1,0	1,0	1,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	397.161	5.850.163	48,1	1,0	1,0	1,0	81,7	90,0	Feste Richtung	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	70:04	122	0:54
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	38:33	145	0:23
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	30:46	97	0:36

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071 Berechnet: 26.07.2022 12:36/3.3.261
---------------------------------	--

SHADOW - Hauptergebnis
Berechnung: Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	34:09	96	0:40
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	34:17	115	0:33
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0	0:00
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	26:03	85	0:26
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0	0:00
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0	0:00
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	28:51	99	0:39
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	41:07	98	0:44

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal
		[h/a]
WEA 05	KF 06	47:16
WEA 06	SH 01	4:21
WEA 07	SH 02	6:15
WEA 08	NR 01	5:17
WEA 09	NR 02	3:11
WEA 10	NR 03	0:00
WEA 11	KF 05	32:18
WEA 12	KF 07	30:30
WEA 13	KF 08	82:19
WEA 14	WEA 14	108:56

Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

8.4 Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – grafisch)

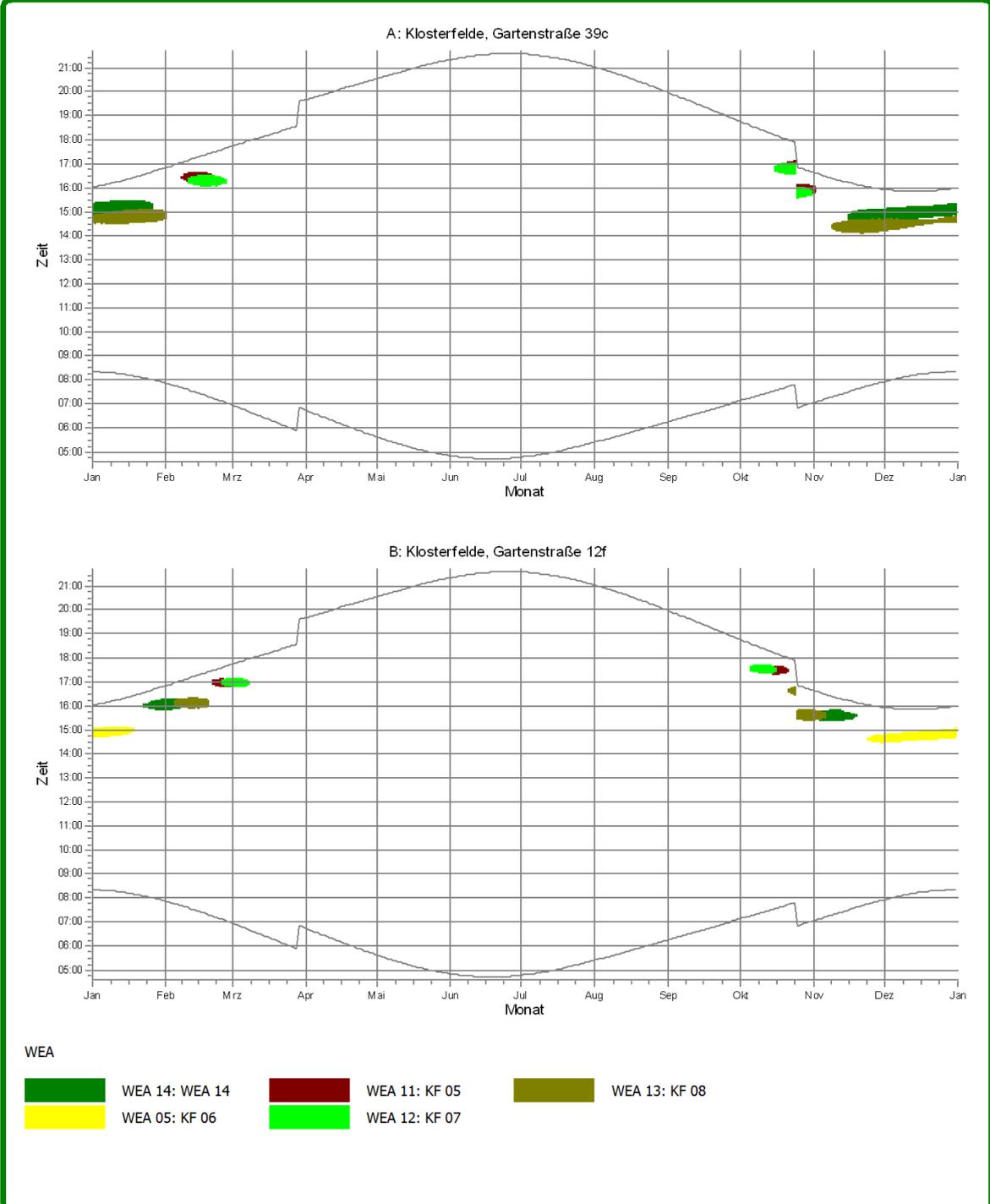
Projekt: **Klosterfelde**

Lizenzierter Anwender: **Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH**
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet: 26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



Projekt:

Klosterfelde

Lizenzierter Anwender:

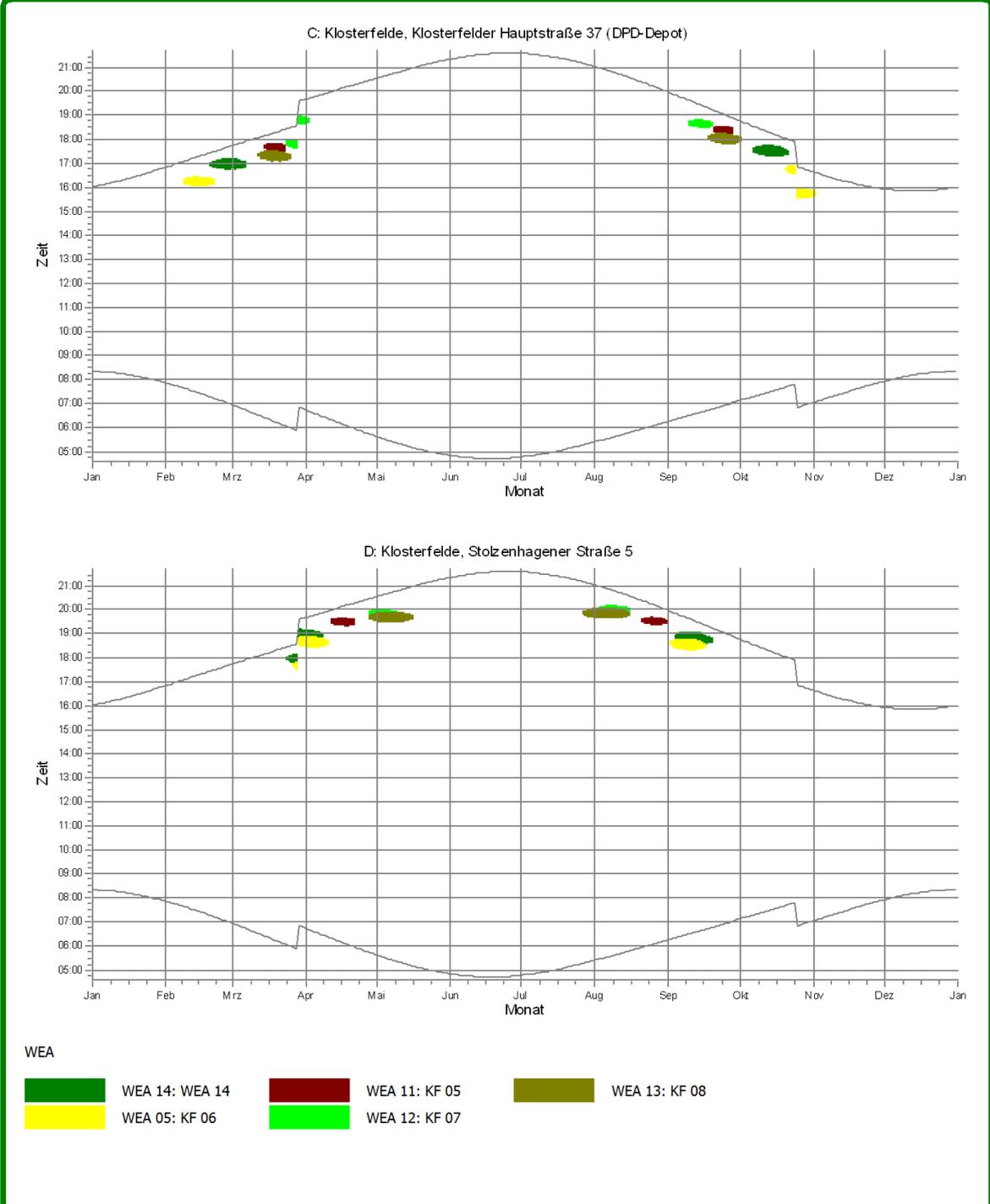
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



Projekt:

Klosterfelde

Lizenzierter Anwender:

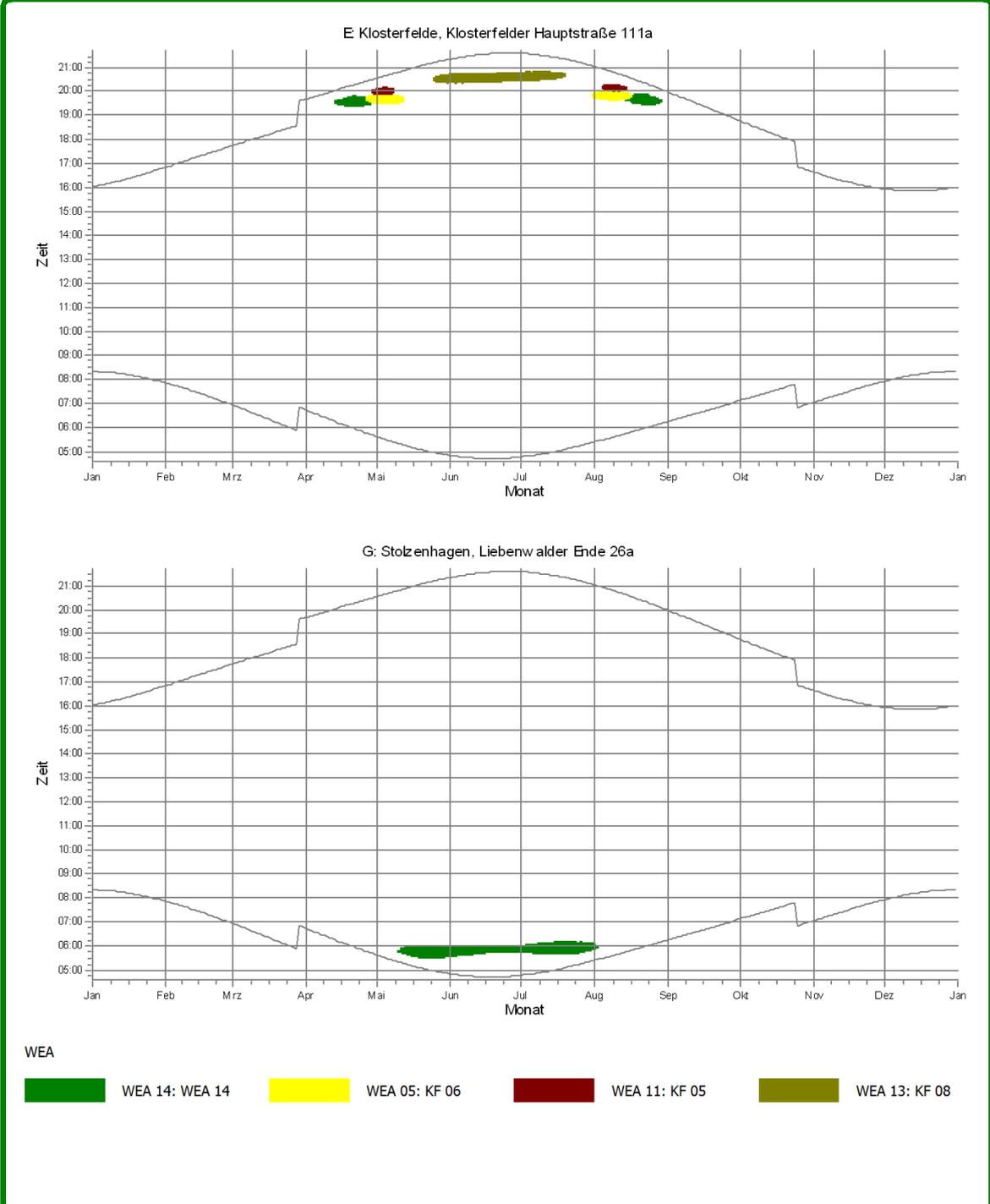
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



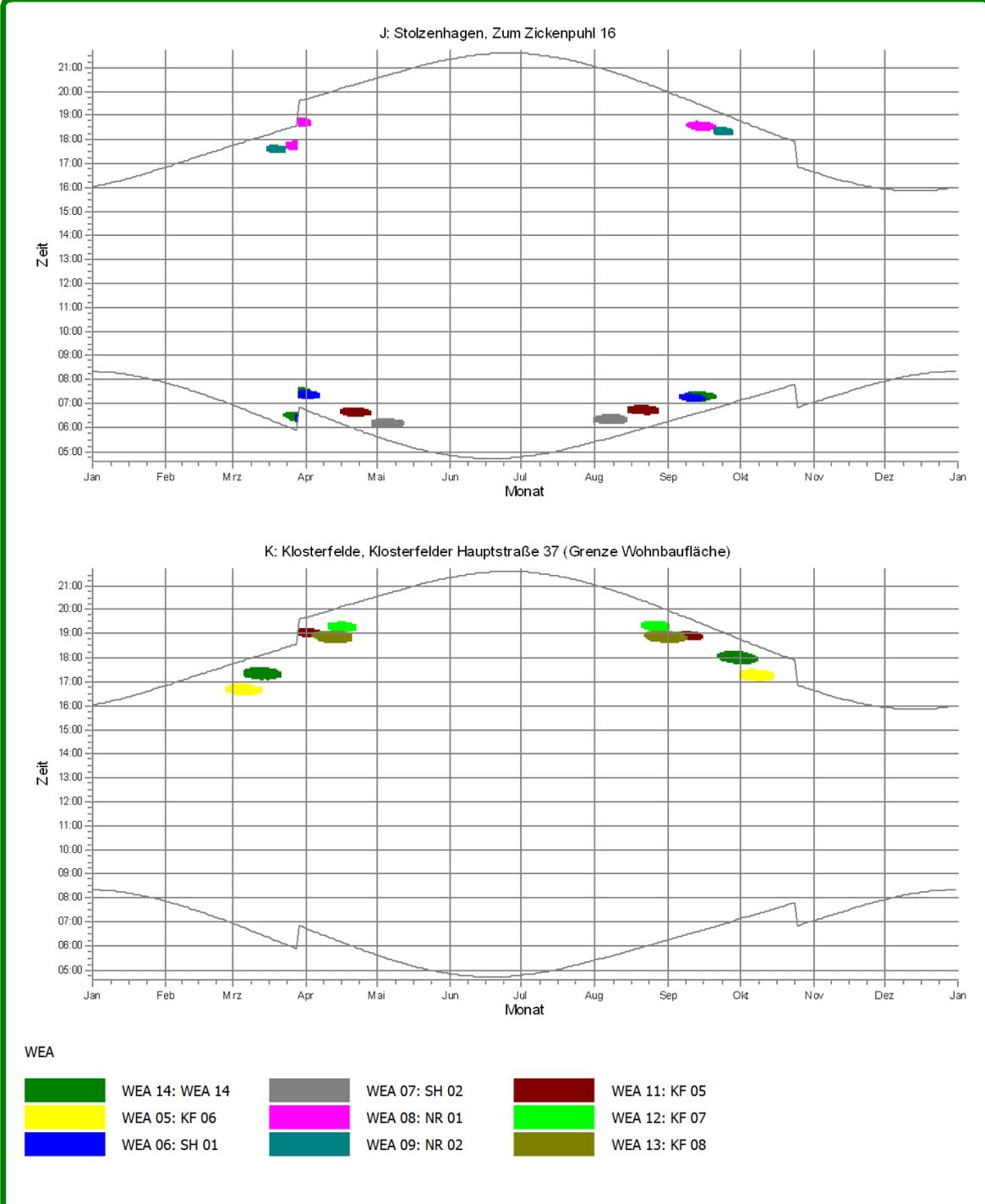
Projekt:
Klosterfelde

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:
26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



Projekt:

Klosterfelde

Lizenziertes Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** B - Klosterfelde, Gartenstraße 12f

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
 Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
 Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:19 16:01	14:43 (WEA 05) 15:01 (WEA 05)	07:51 16:50	15:53 (WEA 14) 17:44	16:50 (WEA 12) 19:40	05:36 20:33
2	08:19 16:02	14:43 (WEA 05) 15:00 (WEA 05)	07:49 16:52	15:53 (WEA 14) 17:46	16:49 (WEA 12) 19:41	05:34 20:34
3	08:19 16:03	14:44 (WEA 05) 15:01 (WEA 05)	07:48 16:54	15:53 (WEA 14) 17:47	16:49 (WEA 12) 19:43	05:32 20:36
4	08:19 16:04	14:45 (WEA 05) 15:02 (WEA 05)	07:46 16:56	15:54 (WEA 14) 17:49	16:50 (WEA 12) 19:45	05:30 20:38
5	08:18 16:06	14:44 (WEA 05) 15:02 (WEA 05)	07:44 16:58	15:54 (WEA 14) 17:51	16:49 (WEA 12) 19:47	05:28 20:40
6	08:18 16:07	14:45 (WEA 05) 15:03 (WEA 05)	07:42 17:00	15:56 (WEA 14) 17:53	16:50 (WEA 12) 19:49	05:27 20:41
7	08:18 16:08	14:45 (WEA 05) 15:03 (WEA 05)	07:41 17:02	15:56 (WEA 14) 17:55	16:52 (WEA 12) 19:50	05:25 20:43
8	08:17 16:09	14:46 (WEA 05) 15:03 (WEA 05)	07:39 17:04	15:58 (WEA 14) 17:57	16:55 (WEA 12) 19:52	05:23 20:45
9	08:17 16:11	14:47 (WEA 05) 15:04 (WEA 05)	07:37 17:06	15:57 (WEA 13) 17:58	16:58 (WEA 12) 19:54	05:21 20:46
10	08:16 16:12	14:47 (WEA 05) 15:04 (WEA 05)	07:35 17:07	15:57 (WEA 13) 18:00	16:58 (WEA 12) 19:56	05:19 20:48
11	08:15 16:14	14:48 (WEA 05) 15:04 (WEA 05)	07:33 17:09	15:56 (WEA 13) 18:02	16:59 (WEA 12) 19:57	05:18 20:50
12	08:15 16:15	14:48 (WEA 05) 15:04 (WEA 05)	07:31 17:11	15:56 (WEA 13) 18:04	16:59 (WEA 12) 19:59	05:16 20:51
13	08:14 16:17	14:49 (WEA 05) 15:04 (WEA 05)	07:29 17:13	15:56 (WEA 13) 18:06	16:59 (WEA 12) 20:01	05:14 20:53
14	08:13 16:18	14:50 (WEA 05) 15:04 (WEA 05)	07:27 17:15	15:57 (WEA 13) 18:08	16:59 (WEA 12) 20:03	05:12 20:55
15	08:12 16:20	14:51 (WEA 05) 15:03 (WEA 05)	07:25 17:17	15:56 (WEA 13) 18:09	16:59 (WEA 12) 20:04	05:11 20:56
16	08:11 16:22	14:52 (WEA 05) 15:03 (WEA 05)	07:23 17:19	15:57 (WEA 13) 18:11	16:59 (WEA 12) 20:06	05:09 20:58
17	08:10 16:23	14:54 (WEA 05) 15:02 (WEA 05)	07:21 17:21	15:58 (WEA 13) 18:13	16:59 (WEA 12) 20:08	05:08 20:59
18	08:09 16:25	14:55 (WEA 05) 15:00 (WEA 05)	07:19 17:23	16:00 (WEA 13) 18:15	16:59 (WEA 12) 20:10	05:06 21:01
19	08:08 16:27	14:56 (WEA 05) 17:25	07:17 17:25	16:02 (WEA 13) 18:17	16:59 (WEA 12) 20:12	05:05 21:02
20	08:07 16:28	17:25 17:27	07:15 17:27	16:12 (WEA 13) 18:18	16:59 (WEA 12) 20:13	05:03 21:04
21	08:06 16:30	17:27 17:29	07:13 17:29	16:55 (WEA 11) 18:20	16:59 (WEA 12) 20:15	05:02 21:05
22	08:05 16:32	17:29 17:31	07:11 17:31	16:52 (WEA 11) 18:22	16:59 (WEA 12) 20:17	05:00 21:07
23	08:04 16:34	15:59 (WEA 14) 16:01 (WEA 14)	07:09 17:32	16:51 (WEA 11) 18:24	16:59 (WEA 12) 20:19	04:59 21:08
24	08:02 16:35	15:57 (WEA 14) 16:03 (WEA 14)	07:07 17:34	16:50 (WEA 11) 18:25	16:59 (WEA 12) 20:20	04:58 21:10
25	08:01 16:37	15:55 (WEA 14) 16:05 (WEA 14)	07:04 17:36	16:50 (WEA 11) 18:27	16:59 (WEA 12) 20:22	04:57 21:11
26	08:00 16:39	15:55 (WEA 14) 16:07 (WEA 14)	07:02 17:38	16:49 (WEA 11) 18:29	16:59 (WEA 12) 20:24	04:55 21:13
27	07:58 16:41	15:54 (WEA 14) 16:09 (WEA 14)	07:00 17:40	16:49 (WEA 11) 18:31	16:59 (WEA 12) 20:26	04:54 21:14
28	07:57 16:43	15:53 (WEA 14) 16:11 (WEA 14)	06:58 17:42	16:50 (WEA 11) 18:33	16:59 (WEA 12) 20:27	04:53 21:15
29	07:55 16:45	15:53 (WEA 14) 16:13 (WEA 14)	06:56 17:44	17:06 (WEA 12) 18:33	16:59 (WEA 12) 20:29	04:52 21:17
30	07:54 16:46	15:53 (WEA 14) 16:15 (WEA 14)	06:54 17:46	17:06 (WEA 12) 18:34	16:59 (WEA 12) 20:31	04:51 21:18
31	07:52 16:48	15:53 (WEA 14) 16:15 (WEA 14)	06:52 17:48	17:06 (WEA 12) 18:35	16:59 (WEA 12) 20:33	04:50 21:19
	Sonnenscheinstunden astr.max.mögl.Beschattung	255 395	276 482	367 110	418	489 504

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Schattende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt:

Klosterfelde

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** B - Klosterfelde, Gartenstraße 12f

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	July	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	04:46 21:35	05:24 21:01	06:15 19:57	07:06 18:46	07:02 16:38	15:26 (WEA 13) 07:55 14:30 (WEA 05)	
2	04:46 21:34	05:25 21:00	06:17 19:55	07:08 18:44	16:36 07:06	21 15:47 (WEA 13) 15:56 14:30 (WEA 05)	
3	04:47 21:34	05:27 20:58	06:19 19:53	07:10 18:41	16:34 07:06	19 15:46 (WEA 13) 15:55 14:30 (WEA 05)	
4	04:48 21:33	05:28 20:56	06:20 19:50	07:11 18:39	16:32 07:08	19 15:45 (WEA 13) 15:54 14:30 (WEA 05)	
5	04:49 21:33	05:30 20:54	06:22 19:48	07:13 18:36	16:30 07:09	20 15:45 (WEA 14) 15:53 14:31 (WEA 05)	
6	04:50 21:32	05:32 20:52	06:24 19:46	07:15 18:34	16:28 07:11	21 15:46 (WEA 14) 15:53 14:32 (WEA 05)	
7	04:50 21:32	05:33 20:51	06:25 19:43	07:17 18:32	16:27 07:13	22 15:46 (WEA 14) 15:52 14:32 (WEA 05)	
8	04:51 21:31	05:35 20:49	06:27 19:41	07:18 18:29	16:25 07:15	23 15:47 (WEA 14) 15:52 14:33 (WEA 05)	
9	04:52 21:30	05:37 20:47	06:29 19:39	07:20 18:27	16:23 07:17	23 15:47 (WEA 14) 15:51 14:33 (WEA 05)	
10	04:53 21:30	05:38 20:45	06:31 19:36	07:22 18:25	16:22 07:19	23 15:47 (WEA 14) 15:51 14:33 (WEA 05)	
11	04:55 21:29	05:40 20:43	06:32 19:34	07:24 18:23	16:20 07:21	23 15:47 (WEA 14) 15:51 14:34 (WEA 05)	
12	04:56 21:28	05:42 20:41	06:34 19:31	07:25 18:20	16:18 07:22	23 15:47 (WEA 14) 15:51 14:34 (WEA 05)	
13	04:57 21:27	05:43 20:39	06:36 19:29	07:27 18:18	16:17 07:24	22 15:47 (WEA 14) 15:51 14:34 (WEA 05)	
14	04:58 21:26	05:45 20:37	06:37 19:27	07:29 18:16	16:15 07:26	20 15:45 (WEA 14) 15:51 14:35 (WEA 05)	
15	04:59 21:25	05:47 20:35	06:39 19:24	07:31 18:13	16:14 07:28	17 15:43 (WEA 14) 15:51 14:35 (WEA 05)	
16	05:00 21:24	05:48 20:33	06:41 19:22	07:33 18:11	16:12 07:30	15 15:42 (WEA 14) 15:51 14:36 (WEA 05)	
17	05:02 21:23	05:50 20:31	06:42 19:19	07:34 18:09	16:11 07:31	12 15:40 (WEA 14) 15:51 14:37 (WEA 05)	
18	05:03 21:22	05:52 20:28	06:44 19:17	07:36 18:07	16:09 07:33	10 15:39 (WEA 14) 15:51 14:37 (WEA 05)	
19	05:04 21:20	05:53 20:26	06:46 19:15	07:38 18:05	16:08 07:35	6 15:37 (WEA 14) 15:51 14:38 (WEA 05)	
20	05:06 21:19	05:55 20:24	06:47 19:12	07:40 18:02	16:07 07:37	2 15:36 (WEA 14) 15:52 14:38 (WEA 05)	
21	05:07 21:18	05:57 20:22	06:49 19:10	07:42 18:00	16:06 07:40	16 14:52 (WEA 05) 15:52 14:38 (WEA 05)	
22	05:08 21:17	05:58 20:20	06:51 19:07	07:44 17:58	16:04 07:42	15 15:52 (WEA 14) 15:52 14:39 (WEA 05)	
23	05:10 21:15	06:00 20:18	06:53 19:05	07:45 17:56	16:03 07:44	14 15:53 (WEA 14) 15:53 14:39 (WEA 05)	
24	05:11 21:14	06:02 20:15	06:54 19:03	07:47 17:54	16:02 07:46	13 14:35 (WEA 05) 15:53 14:40 (WEA 05)	
25	05:13 21:12	06:03 20:13	06:56 19:00	07:49 17:52	16:01 07:48	1 14:36 (WEA 05) 15:54 14:41 (WEA 05)	
26	05:14 21:11	06:05 20:11	06:58 18:58	07:50 17:50	16:00 07:50	7 14:40 (WEA 05) 15:55 14:41 (WEA 05)	
27	05:16 21:09	06:07 20:09	06:59 18:55	07:52 17:48	15:59 07:52	10 14:42 (WEA 05) 15:55 14:41 (WEA 05)	
28	05:17 21:08	06:09 20:06	07:01 18:53	07:54 17:46	15:58 07:54	13 14:43 (WEA 05) 15:56 14:41 (WEA 05)	
29	05:19 21:06	06:10 20:04	07:03 18:51	07:56 17:44	15:57 07:56	14 14:44 (WEA 05) 15:57 14:42 (WEA 05)	
30	05:20 21:05	06:12 20:02	07:05 18:48	07:58 17:42	15:56 07:58	15 14:45 (WEA 05) 15:58 14:42 (WEA 05)	
31	05:22 21:03	06:14 20:00	07:07 18:46	08:00 17:40	15:55 08:00	16 14:45 (WEA 05) 15:59 14:43 (WEA 05)	
	Sonnenscheinstunden	507	456	382	330	263	239
	astr.max.mögl.Beschattung				399	413	514

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Schattenende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt:

Klosterfelde

Lizenziertes Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** C - Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	July	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	04:46 21:35	05:24 21:01	06:15 19:57	07:06 18:46	17:55 (WEA 13) 07:02	15:38 (WEA 05) 07:55	
2	04:46 21:34	05:25 21:00	06:17 19:55	07:08 18:44	16:38 07:04	15:56 (WEA 05) 07:56	
3	04:47 21:34	05:27 20:58	06:19 19:53	07:10 18:41	16:36 07:06	15:55 (WEA 05) 07:58	
4	04:48 21:33	05:28 20:56	06:20 19:50	07:11 18:39	16:34 07:08	15:54 07:59	
5	04:49 21:33	05:30 20:54	06:22 19:48	07:13 18:36	16:32 07:09	15:54 08:00	
6	04:50 21:32	05:32 20:52	06:24 19:46	07:15 18:34	16:30 07:11	15:53 08:02	
7	04:50 21:32	05:33 20:51	06:25 19:43	07:17 18:32	17:31 (WEA 14) 07:13	15:52 08:03	
8	04:51 21:31	05:35 20:49	06:27 19:41	07:18 18:29	17:36 (WEA 14) 07:15	15:52 08:04	
9	04:52 21:30	05:37 20:47	06:29 19:38	07:20 18:27	17:38 (WEA 14) 07:17	15:52 08:06	
10	04:53 21:30	05:38 20:45	06:31 19:36	18:37 (WEA 12) 18:44 (WEA 12)	07:22 18:25	16:27 16:22	
11	04:55 21:29	05:40 20:43	06:32 19:34	18:34 (WEA 12) 18:45 (WEA 12)	07:24 18:23	16:25 16:20	
12	04:56 21:28	05:42 20:41	06:34 19:31	18:33 (WEA 12) 18:47 (WEA 12)	07:25 18:20	16:24 16:18	
13	04:57 21:27	05:43 20:39	06:36 19:29	18:32 (WEA 12) 18:47 (WEA 12)	07:27 18:18	16:24 16:17	
14	04:58 21:26	05:45 20:37	06:37 19:27	18:31 (WEA 12) 18:47 (WEA 12)	07:29 18:16	16:17 16:15	
15	04:59 21:25	05:47 20:35	06:39 19:24	18:30 (WEA 12) 18:47 (WEA 12)	07:31 18:13	16:15 16:14	
16	05:00 21:24	05:48 20:33	06:41 19:22	18:30 (WEA 12) 18:45 (WEA 12)	07:33 18:11	16:14 16:12	
17	05:02 21:23	05:50 20:31	06:42 19:19	18:30 (WEA 12) 18:45 (WEA 12)	07:34 18:09	16:12 16:11	
18	05:03 21:22	05:52 20:28	06:44 19:17	18:02 (WEA 13) 18:44 (WEA 12)	07:36 18:07	16:11 16:09	
19	05:04 21:20	05:53 20:26	06:46 19:15	17:57 (WEA 13) 18:41 (WEA 12)	07:38 18:05	16:09 16:08	
20	05:06 21:19	05:55 20:24	06:47 19:12	17:55 (WEA 13) 18:28 (WEA 11)	07:40 18:02	16:08 16:07	
21	05:07 21:18	05:57 20:22	06:49 19:10	17:54 (WEA 13) 18:30 (WEA 11)	07:42 18:00	16:07 16:06	
22	05:08 21:17	05:58 20:20	06:51 19:07	17:52 (WEA 13) 18:30 (WEA 11)	07:43 17:58	16:06 16:04	
23	05:10 21:15	06:00 20:18	06:52 19:05	17:52 (WEA 13) 18:31 (WEA 11)	07:45 17:56	16:04 16:03	
24	05:11 21:14	06:02 20:15	06:54 19:03	17:51 (WEA 13) 18:31 (WEA 11)	07:47 17:54	16:03 16:02	
25	05:13 21:12	06:03 20:13	06:56 19:00	17:51 (WEA 13) 18:31 (WEA 11)	06:49 16:52	16:02 16:01	
26	05:14 21:11	06:05 20:11	06:58 18:58	17:50 (WEA 13) 18:29 (WEA 11)	06:51 16:50	16:01 16:00	
27	05:16 21:09	06:07 20:09	06:59 18:55	17:51 (WEA 13) 18:28 (WEA 11)	06:53 16:48	16:00 15:59	
28	05:17 21:08	06:09 20:06	07:01 18:53	17:51 (WEA 13) 18:26 (WEA 11)	06:55 16:46	15:59 15:58	
29	05:19 21:06	06:10 20:04	07:03 18:51	17:51 (WEA 13) 18:08 (WEA 13)	06:56 16:44	15:58 15:57	
30	05:20 21:05	06:12 20:02	07:04 18:48	17:53 (WEA 13) 18:06 (WEA 13)	06:58 16:42	15:57 15:56	
31	05:22 21:03	06:14 20:00		07:00 16:40	07:00 15:51 (WEA 05)	15:56 15:55	
	Sonnenscheinstunden	507	456	382	330	263	239
	astr.max.mögl.Beschattung			465	447	20	

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)		Zeitpunkt (SS:MM) Schattende	Schattende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt: **Klosterfelde**

Lizenziertes Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:
 26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Kalender
Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** K - Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs
 Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
 Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
 Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:19 16:01	07:51 16:50	06:56 17:44	16:32 (WEA 05) 06:43	18:54 (WEA 11) 05:36	04:49 21:20
2	08:19 16:02	07:49 16:52	06:53 17:46	16:30 (WEA 05) 06:41	18:54 (WEA 11) 05:34	04:48 21:21
3	08:19 16:03	07:48 16:54	06:51 17:47	16:30 (WEA 05) 06:38	18:53 (WEA 11) 05:32	04:47 21:22
4	08:19 16:04	07:46 16:56	06:49 17:49	16:29 (WEA 05) 06:36	18:53 (WEA 13) 05:30	04:47 21:24
5	08:18 16:06	07:44 16:58	06:47 17:51	16:28 (WEA 05) 06:34	18:49 (WEA 13) 05:28	04:46 21:25
6	08:18 16:07	07:42 17:00	06:44 17:53	16:28 (WEA 05) 06:31	18:46 (WEA 13) 05:27	04:45 21:26
7	08:18 16:08	07:41 17:02	06:42 17:55	16:27 (WEA 05) 06:29	18:44 (WEA 13) 05:25	04:45 21:27
8	08:17 16:09	07:39 17:04	06:40 17:57	16:28 (WEA 05) 06:27	18:43 (WEA 13) 05:23	04:44 21:27
9	08:17 16:11	07:37 17:06	06:37 17:58	16:29 (WEA 05) 06:24	18:41 (WEA 13) 05:21	04:43 21:28
10	08:16 16:12	07:35 17:08	06:35 18:00	16:29 (WEA 05) 06:22	18:41 (WEA 13) 05:19	04:43 21:29
11	08:15 16:14	07:33 17:09	06:33 18:02	16:31 (WEA 05) 06:20	18:40 (WEA 13) 05:18	04:43 21:30
12	08:15 16:15	07:31 17:11	06:30 18:04	16:33 (WEA 05) 06:17	18:40 (WEA 13) 05:16	04:42 21:31
13	08:14 16:17	07:29 17:13	06:28 18:06	16:35 (WEA 05) 06:15	18:39 (WEA 13) 05:14	04:42 21:31
14	08:13 16:18	07:27 17:15	06:26 18:08	17:33 (WEA 14) 06:13	18:40 (WEA 13) 05:12	04:42 21:32
15	08:12 16:20	07:25 17:17	06:23 18:09	17:33 (WEA 14) 06:11	18:40 (WEA 13) 05:11	04:41 21:33
16	08:11 16:22	07:23 17:19	06:21 18:11	17:33 (WEA 14) 06:08	18:40 (WEA 13) 05:09	04:41 21:33
17	08:10 16:23	07:21 17:21	06:19 18:13	17:32 (WEA 14) 06:06	18:41 (WEA 13) 05:08	04:41 21:34
18	08:09 16:25	07:19 17:23	06:16 18:15	17:31 (WEA 14) 06:04	18:41 (WEA 13) 05:06	04:41 21:34
19	08:08 16:27	07:17 17:25	06:14 18:17	17:29 (WEA 14) 06:02	18:42 (WEA 13) 05:05	04:41 21:34
20	08:07 16:28	07:15 17:27	06:12 18:18	17:10 (WEA 14) 05:59	18:43 (WEA 13) 05:03	04:41 21:35
21	08:06 16:30	07:13 17:29	06:09 18:20	17:12 (WEA 14) 05:57	18:45 (WEA 13) 05:02	04:41 21:35
22	08:05 16:32	07:11 17:31	06:07 18:22	17:07 (WEA 14) 05:55	18:45 (WEA 13) 05:00	04:42 21:35
23	08:04 16:34	07:09 17:32	06:04 18:24	20:17 05:53	19:20 (WEA 12) 04:59	21:07 21:35
24	08:02 16:35	07:07 17:34	06:02 18:25	20:19 05:51	21:08 04:58	21:35 21:35
25	08:01 16:37	07:04 17:36	06:00 18:27	20:20 05:49	21:10 04:57	21:35 21:35
26	08:00 16:39	07:02 17:38	05:57 18:29	20:22 05:46	21:11 04:55	21:35 21:35
27	07:58 16:41	07:00 17:40	05:55 16:36 (WEA 05) 18:31	20:24 05:44	21:13 21:14	21:35 21:35
28	07:57 16:43	06:58 17:42	05:52 16:34 (WEA 05) 18:33	05:42 20:27	04:53 21:15	04:44 21:35
29	07:55 16:45		06:50 19:34	06:50 19:07 (WEA 11)	04:52 21:17	04:44 21:35
30	07:54 16:46		06:48 19:36	06:48 18:57 (WEA 11)	04:51 21:18	04:45 21:35
31	07:52 16:48		06:45 19:38	06:45 19:09 (WEA 11)	04:50 21:19	04:45 504
	Sonnenscheinstunden astr.max.mögl.Beschattung	255 276	26 367	616 418	581 489	504

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)		Zeitpunkt (SS:MM) Schattende	Schattende (WEA mit letztem Schatten)

5.1 Vorgesehene Maßnahmen zum Schutz vor und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen, insbesondere zur Verminderung der Emissionen sowie zur Messung von Emissionen und Immissionen

Anlagen:

- 5.1_D0185200-4-Farbgebung EP1,EP2,EP3,EP4.pdf
- 5.1_D0243660-2-Verminderung von Emissionen.pdf

Technische Beschreibung

Farbgebung

ENERCON Windenergieanlagen EP1, EP2, EP3, EP4

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0185200-4		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2019-09-02	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in (). Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Dokument-ID	Dokument
DIN EN ISO 12944	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme
DIN EN ISO 2813	Beschichtungsstoffe – Bestimmung des Glanzwertes unter 20°, 60° und 85°

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	5
2	Rotorblatt.....	5
3	Gondel	5
4	Turm.....	6

1 Allgemeines

Dieses Dokument gilt für Windenergieanlagen der Plattformen EP1 bis EP4 (E-44, E-48, E-53, E-70 E4, E-82 E2, E-82 E4, E-92, E-103 EP2, E-101, E-115, E-115 E2, E-115 EP3 E3, E-126 EP3, E-138 EP3, E-138 EP3 E2, E-126 EP4 und E-141 EP4).

Die Windenergieanlagen werden anlagenspezifisch entweder mit dem Grauton EC-F2, der RAL 7038 entspricht, oder mit dem Grauton EC-F3, der RAL 7035 entspricht, beschichtet. Optional kann der Turmfuß mit einer Grünabstufung versehen werden.

2 Rotorblatt

EC-F2	RAL 7038
EC-F3	RAL 7035

Abb. 1: Farbgebung Rotorblatt

Das Rotorblatt wird mit dem Grauton EC-F2, der RAL 7038 entspricht, oder mit dem Grauton EC-F3, der RAL 7035 entspricht, beschichtet. Der Glanzgrad der Farbtöne beträgt max. 30 ± 10 Glanzeinheiten, gemessen in einem Winkel von 60° gemäß DIN EN ISO 2813.

3 Gondel

EC-F2	RAL 7038
EC-F3	RAL 7035

Abb. 2: Farbgebung Gondel

Die Verkleidung der Gondel aus glasfaserverstärktem Kunststoff wird abhängig vom Windenergieanlagentyp mit dem Grauton EC-F2, der RAL 7038 entspricht, oder dem Grauton EC-F3, der RAL 7035 entspricht, beschichtet. Der Glanzgrad der Farbtöne beträgt max. 30 ± 10 Glanzeinheiten, gemessen in einem Winkel von 60° gemäß DIN EN ISO 2813.

Die Verkleidung der Gondel aus Aluminium wird nicht beschichtet. Nur wenn die Gondel eine farbliche Kennzeichnung zur Flugsicherung erhalten soll, wird sie partiell beschichtet. Die Gondelverkleidung aus Aluminium wird mit einem speziellen und umweltfreundlichen Verfahren behandelt. Der so entstehende Farbton unterscheidet sich kaum vom Grauton EC-F2 (RAL 7038).

4 Turm

EC-F2	RAL 7038
EC-F3	RAL 7035

Abb. 3: Farbgebung Turm

Der Turm wird mit dem Grauton EC-F2, der RAL 7038 entspricht, oder mit dem Grauton EC-F3, der RAL 7035 entspricht, beschichtet. Der Glanzgrad der Farbtöne beträgt 30 ± 10 Glanzeinheiten, gemessen in einem Winkel von 60° gemäß DIN EN ISO 2813.

Beim Stahlurm erfüllt die Außenbeschichtung mindestens die Anforderungen der Korrosivitätskategorie C5 gemäß DIN EN ISO 12944. Die Innenbeschichtung erfüllt mindestens die Anforderungen der Korrosivitätskategorie C3 gemäß DIN EN ISO 12944.

Grünabstufung

Der Turmfuß kann optional mit 5 abgestuften Grüntönen versehen werden. Der unterste, kräftigste Grünton hat eine Höhe von 3,6 m bis 8 m. Die weiteren Grüntöne haben jeweils eine Höhe von 2 m bis 3 m.

Turmfuß Stahlurm

Hierbei werden Farben verwendet, die nach dem Natural Color System (NCS) definiert werden. Das NCS ist ein vom Skandinavischen Farbinstitut herausgegebenes, weltweit verwendetes System. Das System geht von den 4 Grundfarben Gelb (Y), Grün (G), Rot (R) und Blau (B) aus. Hinzu kommen die unbunten Farben Schwarz und Weiß. Alle weiteren Farbtöne werden als Übergang zwischen diesen Grundfarben gesehen und in Prozentanteilen angegeben.

Für den am Turmfuß des Stahlurms verwendeten Farbton EC-A ergibt sich folgende Zusammensetzung:

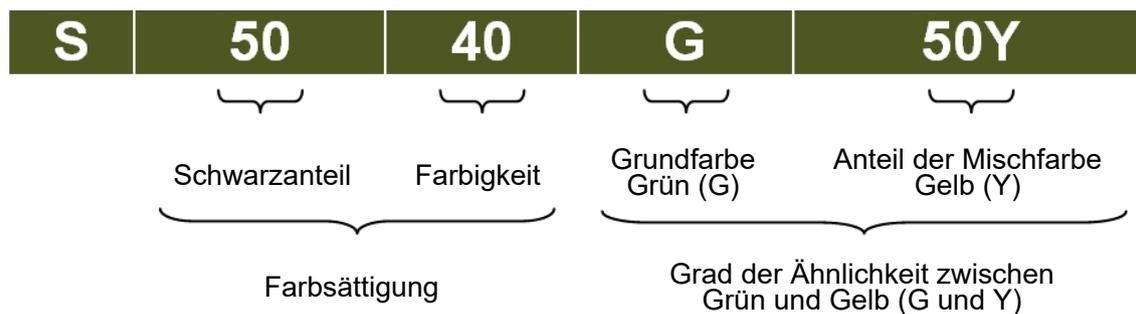


Abb. 4: Zusammensetzung Farbton NCS S 5040G50Y

Die weiteren Grüntöne am Turmfuß des Stahlurms werden durch die Mischung des Farbtons S 5040G50Y mit dem Farbton RAL 9018 in folgenden Verhältnissen erzielt:

EC-E	20 % NCS S 5040G50Y 80 % RAL 9018
EC-D	40 % NCS S 5040G50Y 60 % RAL 9018
EC-C	60 % NCS S 5040G50Y 40 % RAL 9018
EC-B	80 % NCS S 5040G50Y 20 % RAL 9018
EC-A	100 % NCS S 5040G50Y

Abb. 5: Farbgebung Turmfuß Stahlurm

Der Glanzgrad beim Stahlurm im Bereich der Grünabstufung beträgt 60 ± 10 Glanzeinheiten.

Die Farben und Farbübergänge am Stahlurm können, abhängig vom verwendeten Korrosionsschutzsystem, geringfügig abweichen.

Turmfuß Hybridturm

Hierbei entsprechen die unterschiedlichen Grüntöne RAL-Tönen. Vom untersten, kräftigsten Grünton RAL 60064 aus verlaufen sie bis zum hellsten Grünton RAL 60068.

EC-E	RAL 60068
EC-D	RAL 60067
EC-C	RAL 60066
EC-B	RAL 60065
EC-A	RAL 60064

Abb. 6: Farbgebung Turmfuß Hybridturm

Innerhalb Europas wird ein Beschichtungssystem mit einem Glanz von 20 bis 30 Glanzeinheiten, gemessen in einem Winkel von 60° gemäß DIN EN ISO 2813, eingesetzt. Diese Beschichtung verfügt über eine Oberflächenstruktur, die eine Lichtstreuung erzeugt. Dadurch werden eventuell auftretende Oberflächenstörungen kaschiert. Beim Einsatz anderer Beschichtungssysteme außerhalb Europas mit einem Glanz von 3,5 bis 6 Glanzeinheiten, gemessen in einem Winkel von 60° gemäß DIN EN ISO 2813, ist eine Oberflächenstruktur nicht erforderlich.

Dieses Dokument gilt für Windenergieanlagen der Plattformen EP1 bis EP4 (E-44, E-48, E-53, E-70 E4, E-82 E2, E-82 E4, E-92, E-103 EP2, E-101, E-115, E-115 E2, E-115 EP3 E3, E-126 EP3, E-138 EP3, E-138 EP3 E2, E-126 EP4 und E-141 EP4).

Maßnahmen zur Verminderung von Schallemissionen

Für die Windenergieanlagen stehen neben der Betriebskennlinie 0 (Betriebsmodus 0) bis zu 4 weitere Betriebskennlinien (Betriebskennlinien 1 bis 4) zur Verfügung. Diesen Betriebskennlinien können beliebige Betriebsmodi (Betriebsmodi I bis IV) zugewiesen werden, um jederzeit die am Standort geltenden Anforderungen in Bezug auf zulässige Schallemissionen zu erfüllen.

Umsetzung

Die Konfiguration der unterschiedlichen Betriebskennlinien erfolgt anlagenbezogen über das Display der jeweiligen Windenergieanlage und erfordert eine Autorisierung durch die Eingabe eines Servicecodes.

Bekommt die Systemsteuerung der Windenergieanlage den Befehl auf eine andere Betriebskennlinie zu wechseln, orientieren sich die Drehzahl und somit auch die Leistung an den von dieser Kennlinie vorgegebenen Werten. Die Windenergieanlage passt daraufhin die Drehzahl des Rotors durch die Rotorblattverstellung an die geänderten Drehzahl-zu-Windgeschwindigkeit-Verhältnisse an und hält diese für die jeweilige Windgeschwindigkeit konstant.

Der Betrieb der Windenergieanlage in der jeweiligen Betriebskennlinie wird über das Anlagendisplay angezeigt. Die Umschaltung wird in einer Log-Datei dokumentiert.

Für die Aktivierung der Betriebskennlinien können voneinander unabhängig Bedingungen festgelegt werden. Hierfür stehen die folgenden Kriterien zur Verfügung:

- Windrichtungssektor
- Windgeschwindigkeitsbereich
- Zeitraum
- Feiertage

Die Kriterien Windrichtungssektor, Windgeschwindigkeitsbereich und Zeitraum können zudem kombiniert werden. Die Parameter werden dabei durch logische Operatoren wie UND/ODER verknüpft. Das Kriterium Feiertage hat die höchste Priorität und kann nicht mit anderen Kriterien verknüpft werden.

Ist eine der definierten Bedingungen erfüllt, wechselt die Windenergieanlage zu der entsprechenden Betriebskennlinie. Sind die Bedingungen für mehr als eine Betriebskennlinie gleichzeitig erfüllt, wird die Betriebskennlinie mit der höchsten Priorität ausgewählt. Dabei hat die Betriebskennlinie 1 die höchste, die Betriebskennlinie 4 die geringste Priorität. Der Wechsel zwischen den Betriebskennlinien erfolgt gleitend im laufenden Betrieb, ein Anhalten der Windenergieanlage ist nicht erforderlich.

Weitere Informationen dazu und Dokumente zu den Schalleistungspegeln sind auf Anfrage verfügbar.

Datensicherung

Wichtige Wind- und Anlagendaten, die Rückschlüsse auf den Schalleistungspegel zulassen, werden durch die Fernüberwachung ENERCON SCADA System ständig erfasst, ausgewertet und langfristig gespeichert.

Maßnahmen zur Verminderung von Schattenemissionen

Periodischer Schattenwurf ist die wiederkehrende Verschattung des direkten Sonnenlichts durch die Bewegung der Rotorblätter einer Windenergieanlage. Das Auftreten dieses Effekts ist abhängig von der aktuellen lokalen Wetterlage, der Ausrichtung der Gondel entsprechend der Windrichtung, dem Sonnenstand und den Betriebszeiten der Windenergieanlage.

Umsetzung

Die Schattenabschaltung ist in der Steuerung der Windenergieanlage integriert und wird anlagenbezogen bei der Windenergieanlage aktiviert, für die eine Schattenabschaltung erforderlich ist. Eine Abschaltung mehrerer Windenergieanlagen über ein System ist nicht möglich.

Der Schattenabschaltung liegt ein kalendarisches System zugrunde. Die Anfangs- und Endzeiten des astronomisch möglichen Schattenwurfs für betroffene Immissionsorte werden unter Berücksichtigung der standortspezifischen Parameter wie Nabenhöhe, Rotordurchmesser und Koordinaten der Windenergieanlage sowie der Lage des Immissionsorts und dessen Topografie berechnet.

Zur Messung der Lichtintensität werden 3 Sensoren im Winkel von 120° im unteren Bereich des Turms montiert. Dadurch befindet sich mindestens 1 Sensor an der Sonnenseite und 1 Sensor an der Schattenseite des Turms. Aus den Messwerten der 3 Sensoren wird das Verhältnis aus der höchsten und der niedrigsten Lichtintensität, die Schattenintensität, ermittelt. Diese wird mit dem Referenzwert der Abschaltintensität abgeglichen.

Die Schattenabschaltung wird aktiviert und die Windenergieanlage hält an, sobald innerhalb des programmierten Zeitfensters die Schattenintensität den Referenzwert der Abschaltintensität unterschreitet.

Die Abschaltautomatik reagiert auch bei einer kurzzeitigen Unterschreitung des Referenzwertes. Eine Verzögerung für das Ansprechen der Start- bzw. Stopp-Automatik kann über Filterzeiten definiert werden.

Nach Ablauf des programmierten Zeitfensters oder nachdem sich die Lichtverhältnisse so verändert haben, dass Schattenwurf nicht mehr möglich ist, wird die Schattenabschaltung deaktiviert. Die Windenergieanlage nimmt den Betrieb wieder auf.

Datensicherung

Die Aktivierung der Schattenabschaltung wird von der Fernüberwachung ENERCON SCADA System als Statusmeldung mit Datum, Uhrzeit und Dauer protokolliert und über mehrere Jahre gespeichert.

Bei Bedarf erfolgt eine Protokollierung der gemessenen Daten der Lichtsensorik. Dabei wird das Verhältnis von Schatten- und Lichtintensität als Minutenmittelwert, sowie das Minimum und das Maximum des Minutenintervalls und die definierte Abschaltintensität protokolliert.

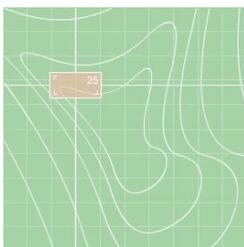
Die Daten zur Schattenabschaltung sind so auch nachträglich abrufbar, sodass der Nachweis über die Einhaltung der Abschaltzeiten erbracht werden kann.

5.5 Sonstiges

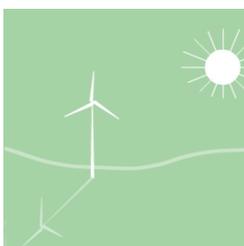
Anlagen:

- N-IBK-6560522-Rev.1_Klosterfelde.pdf
- S-IBK-6570522-Rev.1_Klosterfelde.pdf

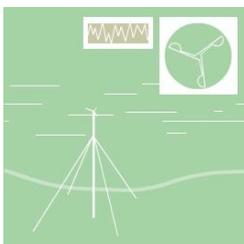
Windpotenzialstudie



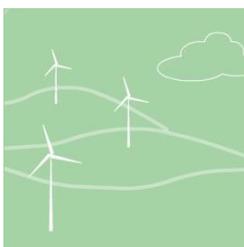
Schattenwurfprognose



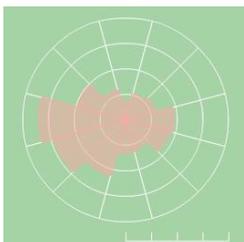
Windmessung



Visualisierung



Windgutachten



Schallimmissionsprognose

Standort: Klosterfelde – Freifläche westlich von Klosterfelde

Bundesland: Brandenburg

Auftraggeber: up umweltplan GmbH
An der Plansche 4
16321 Bernau
Tel.: 03338 / 70330

Berichtsnummer: N-IBK-6560522-Rev.1

Datum: 26.07.2022

Auftragnehmer: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
01109 Dresden
Tel./Fax: 0351/88507-1 / -409
E-Mail: gutachten@ib-kuntzsch.de
Web: www.windgutachten.de



Durch die DAkks Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Dieser Bericht besteht einschließlich des Deckblatts aus 59 Seiten. Der Bericht ist urheberrechtlich geschützt. Vervielfältigung und Weitergabe - auch auszugsweise - sind nur mit Zustimmung des Auftragnehmers gestattet.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten	5
3	Vorbemerkungen	7
4	Berechnungsgrundlagen der Schallausbreitung	8
5	Standortspezifische Berechnungsvoraussetzungen	9
5.1	Lage und Beschreibung des Standorts.....	9
5.2	Einschätzung der Immissionsorte nach Gebietskategorien.....	11
5.3	Unsicherheitsbetrachtung.....	13
5.3.1	Schallemissionswerte der betrachteten Windenergieanlagentypen.....	13
5.3.2	Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung.....	14
5.3.3	Gesamtunsicherheit des Beurteilungspegels.....	14
6	Berechnungsergebnisse	16
6.1	Beurteilungspegel an den betrachteten Immissionsorten.....	16
6.2	Beurteilung der Berechnungsergebnisse.....	17
7	Literaturhinweise	22
8	Anhang	23
8.1	Übersichtspläne mit Schalldruckpegelniveaulinien.....	23
8.2	Berechnungsberichte der Prognosesoftware.....	27
8.3	Detaillierte Berechnungsberichte der Prognosesoftware.....	34
8.4	Berechnung des mittleren Schalleistungspegels und der Standardabweichung.....	38
8.5	Begriffsdefinitionen.....	41
8.6	Angaben zu den verwendeten Oktavpegeln.....	43
8.7	Angaben zu den verwendeten Schallemissionspegeln.....	45

1 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wird im Rahmen eines Repowering-Projektes die Errichtung von einer Windenergieanlage im Windpark Klosterfelde bezüglich der Schallimmissionen betrachtet. Hierzu wurden in der Siedlung Marienwalde, den Ortschaften Klosterfelde und Stolzenhagen sowie an mehreren Gebäuden im Außenbereich, die sich im möglichen akustischen Einwirkungsbereich dieser Windenergieanlage befinden, relevante Immissionsorte definiert. Für diese Immissionsorte wurden unter Berücksichtigung der geltenden Berechnungsvorschriften im Bundesland Brandenburg die zu erwartenden Schallimmissionspegel berechnet.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es bei einem leitungsoptimierten Betrieb der geplanten WEA an den kritischen Immissionsorten C, D, I und L zu Überschreitungen des Immissionsrichtwerts für den Nachtzeitraum nach TA Lärm um mehr als 1 dB(A) kommt. Da der Schallbeitrag der geplanten Anlage als irrelevant zu betrachten ist und das Repowering-Projekt zur langfristigen Lärmsanierung an diesen Immissionsorten beiträgt, sind die Voraussetzungen für eine Genehmigung nach §16b Abs. 3 BImSchG gegeben und einer Genehmigung in Anlehnung an eine Sonderfallprüfung lt. TA Lärm Abschnitt 3.2.2c in Verbindung mit TA Lärm 3.2.1 Absatz 2 steht nichts entgegen.

geplante Windenergieanlage	WEA-Typ	Tag-/Nachtbetrieb		
		Betriebsmodus	L _{WA,m} [dB(A)]	L _{WA,90} [dB(A)]
WEA 14	E-138 EP3 E2	TES BM 0s	104,7	106,3

Tabelle 1: Betriebsmodus und Schallleistungspegel der geplanten Anlage

Der in der Prognose betrachtete Betriebsmodus, die angewendeten Unsicherheiten (σ_R und σ_P) und der daraus resultierende maximal zulässige Schallleistungspegel ($L_{e,max}$) der geplanten Anlage sowie das entsprechend angepasste Oktavspektrum sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

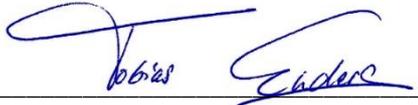
geplanter WEA-Typ	Betriebsmodus	L _{e,max} [dB(A)]	σ_R	σ_P	Oktavspektrum								
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
E-138 EP3 E2	TES BM 0s	105,6	0,5	0,4	87,8	94,5	95,8	97,7	100,8	99,6	92,2	79,3	dB(A)

Tabelle 2: Angaben zu Schallleistungspegel, Unsicherheiten und Oktavspektrum des geplanten WEA-Typs

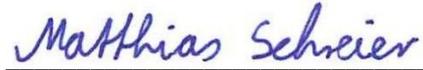
Der vorliegende Bericht entspricht der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm [1] gemäß dem Berechnungsverfahren der DIN ISO 9613-2 [3] unter Berücksichtigung der aktuellen LAI-Hinweise [2]. Der Bericht wurde vom Auftragnehmer unabhängig und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

In der hier praktizierten Anwendung der DIN ISO 9613-2 gelten Mitwindausbreitungsbedingungen nach DIN ISO 1996-2, wie sie üblicherweise nachts auftreten. Inversionsbedingungen über Wasserflächen sind hier nicht berücksichtigt. Sie können im Einzelfall zu höheren Schalldruckpegeln führen, als die hier berechneten Werte zeigen.

Die Beurteilungspegel lt. [1] beziehen sich auf den über lange Zeiträume auftretenden Dauerschall, der in der vorliegenden Immissionsprognose betrachtet wird. Für selten auftretende Einzelereignisse des o.g. Charakters sind dagegen deutlich höhere Pegelwerte zulässig.



Bearbeiter: M. Eng. Tobias Enders
Projektingenieur



überprüft: M. Sc. Matthias Schreier
Geschäftsführer



2 Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten

Der Auftraggeber beabsichtigt im Zuge eines Repowering-Projekts am Standort Klosterfelde die Errichtung von einer Windenergieanlage des Typs ENERCON E-138 EP3 E2. Im Zusammenhang mit der Errichtung der geplanten Anlage des Auftraggebers ist der Rückbau von vier vorhandenen Anlagen des Typs ENERCON E-66/18.70 vorgesehen.

Durch die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH wurde bereits am 09.05.2022 eine Schallimmissionsprognose (Berichtsnummer N-IBK-6560522) für eine am o.g. Standort geplante Windenergieanlage (WEA 14) erstellt. Neben den zehn vorhandenen Anlagen im Bereich Klosterfelde/Stolzenhagen waren gemäß vorliegenden Informationen des Landesamts für Umwelt (LfU) Brandenburg drei vorhandene Windenergieanlagen in der Gemarkung Zehlendorf als zusätzliche Vorbelastung zu berücksichtigen.

Die vorliegende Revision wurde mit Schreiben vom 08.07.2022 beauftragt, ersetzt die o.g. Schallimmissionsprognose und berücksichtigt entsprechend den Nachforderungen des LfU Brandenburg zwei weitere Immissionsorte in Klosterfelde.

Die vorliegende Schallimmissionsprognose dient der Ermittlung von Daten zur Schallimmissionssituation an den umliegenden Gebäuden im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG durch den Auftraggeber.

Zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer bestehen keine personellen, kapitalmäßigen oder verwandtschaftlichen Verflechtungen.

Für die Erstellung des vorliegenden Berichts wurden folgende Daten und Unterlagen verwendet:

- Topografische Karten der Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg im Maßstab 1:25.000,
- Nachforderungen des LfU Brandenburg – Frau Böhlke – bzgl. der Berücksichtigung weiterer Immissionsorte in der Ortslage Klosterfelde (Quelle: Schreiben von Frau Böhlke vom 04.07.2022; weitergeleitet vom Auftraggeber am 05.07.2022),
- Angaben zu Standortkoordinaten und -bezeichnung sowie zum Typ und zur Nabenhöhe der vorhandenen und geplanten Windenergieanlagen (Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 21.04.2021),
- Lageplan 1 : 1.500 mit Markierung der Anlagenstandorte (Stand: 22.03.2021; Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 21.04.2022),
- Angaben zu Schallemissionspegeln der vorhandenen Windenergieanlagen inklusive zu berücksichtigender Unsicherheit (Quelle: E-Mail des LfU Brandenburg – Frau Riedel – vom 28.05.2021),
- Angaben zu möglichen Schallimmissionsorten inklusive deren Gebietseinstufungen (Quellen: E-Mails des LfU Brandenburg – Frau Börner – vom 23.06.2021 und 23.07.2021),
- Flächennutzungsplan der Gemeinde Wandlitz für den Ortsteil Klosterfelde (Quelle: Download von www.geoportal-wandlitz.de am 01.06.2021, Bearbeitungsstand: 31.01.1999),
- Bebauungsplan „Wohnungsbau Gartenstraße“ der Gemeinde Wandlitz für den OT Klosterfelde (Quelle: Download von www.geoportal-wandlitz.de am 01.06.2021, Bearbeitungsstand: 14.04.2016),

- Bebauungsplan „Dorfgebiet Stolzenhagen 2. Planabschnitt“ der Gemeinde Wandlitz für den OT Stolzenhagen (Quelle: Download von www.geoportal-wandlitz.de am 01.06.2021, Bearbeitungsstand: Juni 2003),
- Bebauungsplan „Am Wäldchen“ der Gemeinde Wandlitz für den OT Klosterfelde (Quelle: Download von www.geoportal-wandlitz.de am 01.06.2021, Bearbeitungsstand: 31.01.2005),
- Bebauungsplan „Wohnbaufläche am Ahrendseer Weg“ der Gemeinde Wandlitz für den OT Klosterfelde (Quelle: Download von www.geoportal-wandlitz.de am 01.06.2021, Bearbeitungsstand: 01.01.2017),
- Entwurf des Bebauungsplans „Klosterfelder Hauptstraße 37“ mit Stand 12.07.2022 (Bearbeiter: Machleidt GmbH, Mahlower Straße 23/24, 12049 Berlin; Quelle: E-Mail der Gemeinde Wandlitz, Sachgebiet Bauleitplanung – Herr Ossenkop – vom 22.07.2022),
- Daten der Standortbesichtigung durch den Auftragnehmer am 27.04.2021 (mit GPS aufgenommene Standortkoordinaten der vorhandenen WEA, Fotos der vorhandenen WEA und Immissionsorte, Feldprotokoll).

Die für die Schallberechnung notwendigen Emissionspegel der einzelnen Windenergieanlagentypen wurden vorliegenden Vermessungsberichten entnommen oder entsprechen den Vorgaben der zuständigen Genehmigungsbehörden. Nähere Angaben zu Quelle und Aktualität der Werte sind im Anhang unter Punkt 8.7 zu finden.

3 Vorbemerkungen

Mit modernen Windenergieanlagen wird auf umweltfreundliche Art Strom produziert. Um diese Art der Energiegewinnung auch hinsichtlich des Lärmschutzes umweltfreundlich zu gestalten, muss durch Einhaltung von Mindestabständen oder andere technische Maßnahmen sichergestellt werden, dass Nachbarn nicht erheblich benachteiligt oder belästigt werden. Je nach Nutzungsart der benachbarten Flächen werden dazu in der TA Lärm [1] bestimmte Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel vorgegeben, und zwar für

a. Industriegebiete		70 dB(A)
b. Gewerbegebiete	tags	65 dB(A)
	nachts	50 dB(A)
c. urbane Gebiete	tags	63 dB(A)
	nachts	45 dB(A)
d. Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	tags	60 dB(A)
	nachts	45 dB(A)
e. allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	tags	55 dB(A)
	nachts	40 dB(A)
f. reine Wohngebiete	tags	50 dB(A)
	nachts	35 dB(A)
g. Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tags	45 dB(A)
	nachts	35 dB(A)

Der Tagzeitraum umfasst hierbei die Zeitspanne von 6.00 bis 22.00 Uhr, der Nachtzeitraum beginnt 22.00 Uhr und endet 6.00 Uhr. Zur Beurteilung der Immissionssituation werden in der Regel die Richtwerte für den kritischeren Nachtzeitraum verwendet.

Nach Nr. 6.7 „Gemengelage“ der TA Lärm können die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionsrichtwerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinandergrenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden, soweit dies nach der gegenseitigen Pflicht zur Rücksichtnahme erforderlich ist.

Zur Prognose der Geräuschimmission von Schallquellen auch über größere Entfernungen bietet die DIN-Richtlinie DIN ISO 9613-2 [3] ein einheitliches Rechenverfahren an. In dieser Richtlinie werden die Zusammenhänge zwischen der Schallemission und der Schallimmission im interessierenden Einwirkungsbereich dargestellt, und es wird gezeigt, wie bei vorgegebenen Ausbreitungsbedingungen die Schallimmission für bodennahe Schallquellen mit einer mittleren Höhe bis zu 30 m berechnet werden kann. Eine Anpassung des Rechenverfahrens auf hohe Schallquellen erfolgte mit dem Interimsverfahren [6] und den LAI-Hinweisen [2]. Die dem vorliegenden Bericht zugrundeliegenden Berechnungen A-bewerteter Schalldruckpegel erfolgen entsprechend der LAI-Hinweise unter Anwendung von Oktavspektren.

Entsprechend der TA Lärm sind bei Geräuschimmissionsprognosen auch Aussagen über die Qualität der Prognose zu treffen. Dies erfolgt mit Hilfe von Unsicherheitsbetrachtungen in Anlehnung an [2] und [8].

4 Berechnungsgrundlagen der Schallausbreitung

Der von einer Schallquelle im Freien in ihrem Einwirkungsbereich (Umgebung) erzeugte Schalldruckpegel hängt von den Eigenschaften der Schallquelle (Schalleistung, Richtcharakteristik, Schallspektrum), der Geometrie des Schallfeldes (Lage von Aufpunkt und Schallquelle zueinander, zum Boden und zu Hindernissen im Schallfeld) sowie von den durch Topographie, Bewuchs und Bebauung bestimmten örtlichen Ausbreitungsbedingungen und von der Witterung ab.

Für die Rechnung wird in der Richtlinie DIN ISO 9613-2 von einer Wetterlage ausgegangen, die die Schallausbreitung begünstigt. Entsprechende Messwerte sind gut reproduzierbar. Zu einer solchen Wetterlage gehört insbesondere die „Mitwindwetterlage“. Erfahrungsgemäß liegt die Methode mit dem Langzeitmittlungspegel (der über längere Zeit und verschiedene Witterungsbedingungen gemittelte Schalldruckpegel) unterhalb der Rechenwerte für die Mitwindwetterlage und wird deshalb nicht angewendet. Auch eine Schallpegelminderung durch Gehölz, Hecken und lockere Bebauung über das in dieser Richtlinie angegebene Maß kann in der Regel nicht nachgewiesen werden.

Die DIN ISO 9613-2 [3] berücksichtigt bei der Berechnung der Schallausbreitung bei bodennahen Quellen die Dämpfung des Bodeneinflusses. Für Windenergieanlagen als hochliegende Schallquellen wird die Bodendämpfung entsprechend den LAI-Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen [2] nicht mehr berücksichtigt.

Der Schalldruckpegel L_{AT} , den eine einzelne Schallquelle an einem Punkt erzeugt, wird in dieser Richtlinie nach folgendem Schema berechnet:

$$L_{AT} = L_{WA} + D_C - A$$

Darin sind:

- L_{WA} der Schalleistungspegel. Er ist die entscheidende kennzeichnende Größe für die Emission einer einzelnen Schallquelle.
- D_C die Richtwirkungskorrektur für die Punktschallquelle unter Einbeziehung des Effekts der Schallreflexion am Boden,
- A die Schalldämpfung zwischen der Schallquelle und dem Immissionsort, insbesondere durch die geometrische Ausbreitung des Schalls und die Luftabsorption.

Auf die Modellierung weiterer pegelmindernder Einflüsse wie Bodenbewuchs, Bebauung oder andere Ausbreitungshindernisse wird in der Richtlinie zwar eingegangen, in der vorliegenden Berechnung finden sie jedoch keine Berücksichtigung.

Des Weiteren wird die Möglichkeit der Pegelerhöhung am Immissionsort durch Reflexion beschrieben, die im Fall der vorliegenden Betrachtung unter bestimmten Bedingungen zu berücksichtigen ist. Das Phänomen kann bei Vorhandensein hoher, ebener und nahezu senkrechter Gebäudefronten bzw. Geländestrukturen in unmittelbarer Nähe eines Immissionsortes oder der Lage eines Immissionsortes zwischen mehreren, aufeinander zulaufenden Gebäuden für die Beurteilung der Situation relevant sein¹.

Bei mehreren Schallquellen werden die Schallpegel am Immissionsort für jede Quelle getrennt ermittelt und energetisch addiert.

¹ Schallreflexion fügt der sich bereits ausbreitenden Schallenergie keine weitere Energie hinzu; die daraus resultierende Steigerung des Schallimmissionspegels kann daher nicht mehr als 3 dB(A) betragen.

5 Standortspezifische Berechnungsvoraussetzungen

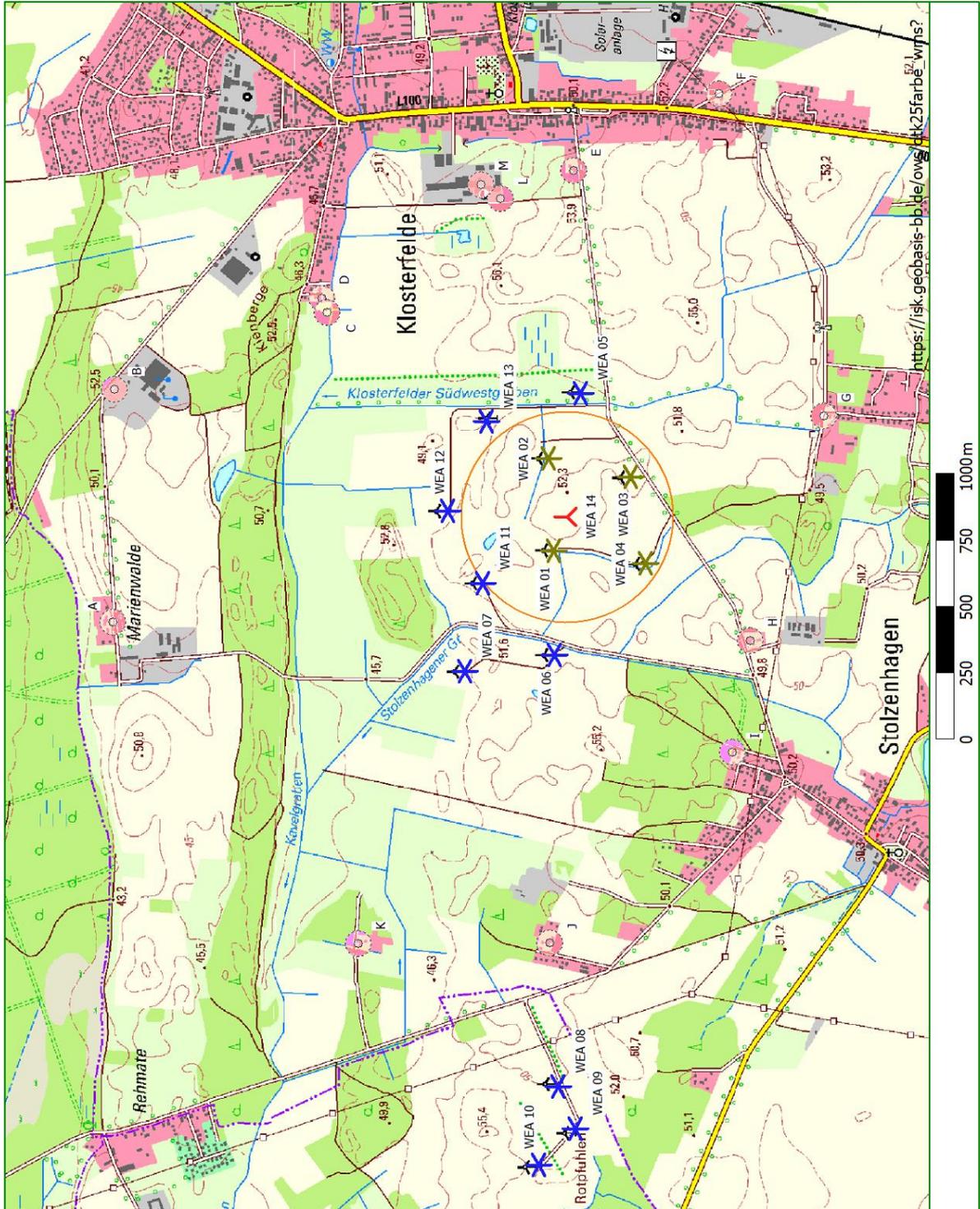
5.1 Lage und Beschreibung des Standorts

Die Standorte der bestehenden und geplanten Windenergieanlagen befinden sich auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche westlich der Ortschaft Klosterfelde im Landkreis Barnim in Brandenburg. Zudem befinden sich nordwestlich von Stolzenhagen drei weitere Windenergieanlagen auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche.

Im möglichen akustischen Einwirkungsbereich der geplanten Windenergieanlage befinden sich die Ortschaften Klosterfelde und Stolzenhagen, die Siedlung Marienwalde sowie mehrere Gebäude im Außenbereich. Die Auswahl der Immissionsorte erfolgte anhand der Ergebnisse einer Standortbesichtigung am 27.04.2021.

Die den Berechnungen zugrundeliegenden Schallemissionswerte werden im Abschnitt 5.3 näher erläutert.

Die Positionen der Windenergieanlagen und der Immissionsorte sind im nachfolgenden Lageplan dargestellt. Die Bezeichnungen und Positionen der vorhandenen, zum Rückbau vorgesehenen und geplanten Windenergieanlagen entsprechen den Vorgaben des Auftraggebers.



Lageplan mit Positionen der vorhandenen Windenergieanlagen (blaue Symbole), der für den Rückbau vorgesehenen WEA (ocker Symbole), der geplanten WEA (rotes Symbol), dem möglichen Abstandsbereich - zweifache Gesamthöhe der geplanten Anlage - lt. §16b Abs. 2 BImSchG (orangefarbener Kreis) und der Immissionsorte (A...M)

5.2 Einschätzung der Immissionsorte nach Gebietskategorien

Das Vorhaben entspricht den immissionsschutzrechtlichen Anforderungen in Bezug auf Schallimmissionen, wenn an den relevanten Immissionsorten die Immissionsrichtwerte der Gebietskategorien eingehalten werden.

Die konkrete Zuordnung der maßgeblichen Immissionsrichtwerte der unterschiedlichen Gebietskategorien erfolgte nach Nr. 6.6 der TA Lärm und ergibt sich aus der bestehenden Bauleitplanung und aus der tatsächlichen Nutzung der Immissionsorte und ihrer Umgebung. Für Einzelgehöfte im Außenbereich oder Wohngebäude, die an den industriell bzw. gewerblich genutzten Außenbereich angrenzen, gelten üblicherweise die Richtwerte des Mischgebiets.

Die Einstufung der Gebietskategorien erfolgte aus gutachterlichen Gesichtspunkten auf Basis der vorhandenen Unterlagen, anhand einer Standortbesichtigungen am 27.04.2021 sowie der gesetzlichen Vorgaben (BauGB, BauNVO und TA Lärm) und gemäß den Vorgaben des LfU Brandenburg. Für den Ortsteil Klosterfelde wurden anhand von einem genehmigten Flächennutzungsplans sowie zwei rechtskräftigen Bebauungsplänen die Gebietskategorien festgelegt. Für den Ortsteil Stolzenhagen stand ein rechtskräftiger Bebauungsplan für die Festlegung der Gebietskategorien zur Verfügung. Zusätzlich standen für die Immissionsorte C...E, G und I per E-Mail am 23.06.2021 und 23.07.2021 vom LfU Brandenburg – Frau Börner – übermittelte Schreiben zu den o.g. zu berücksichtigenden Immissionsorte inklusive deren Gebietseinstufung zur Verfügung.

Für die Randlage der Ortschaft Klosterfelde liegt der Entwurf eines B-Plans („Klosterfelder Hauptstraße 37“) für ein allgemeines Wohngebiet (Immissionsort L) sowie ein urbanes Gebiet (Immissionsort M) vor. Diese Immissionsorte wurden im vorliegenden Bericht prophylaktisch berücksichtigt. An der jeweils der geplanten WEA nächstgelegenen Grenze der Bebauungsplanflächen wurden prophylaktisch die o.g. Immissionsorte definiert. Sollte der B-Plan nicht rechtskräftig werden, sind diese Immissionsorte für die Beurteilung des im vorliegenden Bericht betrachteten Vorhabens nicht relevant. In den folgenden Tabellen sind alle Angaben zu diesen Immissionsorten kursiv dargestellt.

Immissionsort		Gebiets- einstufung	zulässiger Immissions- richtwert (Nacht)	Grundlage der Einstufung
A	Marienwalde, Liebewalder Damm 20/20a	Außenbereich	45	FNP der Gemeinde Wandlitz OT Klosterfelde und tatsächlich vorgefundene Nutzung
B	Marienwalde, Liebewalder Damm 18a	Außenbereich	45	
C	Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche	Gemengelage	42	Vorgabe LfU Brandenburg
D	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	Gemengelage	41	
E	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	Gemengelage	42	
F	Klosterfelde, Ahrendseer Weg (Wohnbaufläche)	WA	40	B-Plan „Wohnungsbau Ahrendseer Weg“ und tatsächlich vorgefundene Nutzung
G	Klosterfelde, Evaweg 31	Gemengelage	42	Vorgabe LfU Brandenburg
H	Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8	Außenbereich	45	tatsächlich vorgefundene Nutzung
I	Stolzenhagen, Feldstraße 9	Gemengelage	42	Vorgabe LfU Brandenburg
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 19	Außenbereich	45	tatsächlich vorgefundene Nutzung
K	Stolzenhagen, Am Gierbusch 1	Außenbereich	45	
L	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	WA	40	Vorgabe LfU Brandenburg (B-Plan-Entwurf „Klosterfelder Hauptstraße 37“)
M	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze urbanes Gebiet)	MU	45	

Tabelle 3: Immissionsorte und ihre Gebietseinstufung (WA – allgemeines Wohngebiet, MU – urbanes Gebiet)

5.3 Unsicherheitsbetrachtung

Entsprechend der TA Lärm sind bei Geräuschimmissionsprognosen auch Aussagen über die Qualität der Prognose zu treffen. Dies erfolgt mit den folgenden Betrachtungen zur Unsicherheit. Dabei wird zwischen der Unsicherheit der Ausgangsdaten – in der Regel die Schallleistungspegel der Geräuschquellen und der Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung unterschieden.

5.3.1 Schallemissionswerte der betrachteten Windenergieanlagentypen

Maßgeblich für die Schallimmissionspegelberechnung ist nach der Richtlinie des *Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“* [2] der Schallemissionswert bei einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe ü. Grund, bzw. bis maximal zu der Windgeschwindigkeit, die dem 95%-Wert der Nennleistung der zu untersuchenden Windenergieanlage entspricht.

Der Schallleistungspegel für eine Serie von Windenergieanlagen wird nach [5] in Form zweier Geräuschemissionswerte $L_{WA,m}$ und K_{WA} angegeben.

$$L_{WD} = L_{WA,m} + K_{WA}$$

$L_{WA,m}$ ist der aus n Messungen resultierende mittlere Schallleistungspegel eines Anlagentyps. Dieser ist nach [2] auf Basis der zugehörigen Oktavspektren zu bestimmen. Sofern für betrachtete WEA-Typen keine Oktavspektren vorliegen, sind die entsprechenden Werte mit Hilfe des in [2] unter Punkt 6 aufgeführten Referenzspektrums zu ermitteln.

Die Unsicherheit K_{WA} beschreibt für ein Vertrauensniveau mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit, mit der das Ergebnis einer durchgeführten Messung des Schallleistungspegels an einer Windenergieanlage aus der Serie den hier angegebenen Wert überschreitet, die mögliche Streubreite der tatsächlich zu erwartenden Schallemissionspegel.

Dieses Vertrauensniveau kann für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10% (obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90%) mit

$$K_{WA,10\%} = 1,28 \cdot \sigma_{ges} = 1,28 \cdot \sqrt{\sigma_{LWA}^2 + \sigma_{prog}^2}$$

berechnet werden.

Die darin enthaltene Prognoseunsicherheit σ_{prog} und die Gesamtunsicherheit σ_{ges} werden in den Abschnitten 5.3.2 und 5.3.3 näher erläutert.

Die Standardabweichung σ_{LWA} , die für die Angabe des Schallleistungspegels zugrunde gelegt wird, ergibt sich nach [13] mit

$$\sigma_{LWA} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

Darin sind:

σ_R die Wiederholstandardabweichung – die Standardabweichung der unter Wiederholbedingungen ermittelten Geräuschemissionswerte, d.h. bei wiederholter Anwendung des selben Geräuschemissionsverfahrens an derselben Windenergieanlage zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Bedingungen. Eine typische Wiederholstandardabweichung ist $\sigma_R = 0,5$ dB [8].

σ_P die Produktionsstandardabweichung – die Standardabweichung der an verschiedenen Windenergieanlagen einer Serie gemessenen Geräuschemissionswerte, wobei dasselbe Geräuschemessverfahren unter Wiederholbedingungen angewendet wurde. Als Näherung gilt $\sigma_P = s$. Liegt nur eine Vermessung des Schalleistungspegels vor, beträgt die Produktionsstandardabweichung $\sigma_P = 1,2$ dB [13][5].

s die Standardabweichung des Schalleistungspegels. Diese berechnet sich wie folgt:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_{WA,i} - L_{WA,m})^2}$$

Darin ist $L_{WA,i}$ der Schalleistungspegel eines Windenergieanlagentyps einer Messung $\{L_{WA}\}$ $i = 1 \dots n$.

Für alle berechnungsrelevanten Typen vorhandener und geplanter Windenergieanlagen liegen jeweils Ergebnisse von einer bzw. von mehreren akustischen Vermessungen des Schalleistungspegels vor. Informationen zu Quelle und Aktualität der Angaben sind in den Abschnitten 8.4 und 8.7 des Anhangs zusammengestellt.

Auf Basis dieser Schalleistungspegel werden für jeden Anlagentyp die Produktionsstandardabweichung σ_P , die Wiederholstandardabweichung σ_R , die Standardabweichung σ_{LWA} und die Unsicherheit $K_{WA,10\%}$ nach oben dargestellter Methode berechnet. Die einzelnen Werte sind für jeden Windenergieanlagentyp im Anhang unter Punkt 8.4 dargestellt.

Bei den im vorliegenden Bericht betrachteten WEA-Typen waren keine Zuschläge für Ton- und Impulshaltigkeit zu beachten.

5.3.2 Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung

Laut den Empfehlungen nach [2] wird für die Unsicherheit des Prognosemodells der Ausbreitungsberechnungen $\sigma_{prog} = 1,0$ dB(A) angesetzt.

Es erfolgt keine Modellierung der Abschirmung durch etwa im Ausbreitungsweg liegende Hindernisse, weshalb der Unsicherheitswert σ_{Schirm} nicht in die Berechnung eingeht.

Hohe Gebäude oder andere der im Abschnitt 4 genannten Rahmenbedingungen, die durch Reflexion zu einer Erhöhung der Schallimmissionen an den gewählten Immissionsorten beitragen könnten, wurden bei der Standortbesichtigung nicht festgestellt. Deshalb erfolgt im vorliegenden Bericht keine Betrachtung der Reflexion.

5.3.3 Gesamtunsicherheit des Beurteilungspegels

Die Prognoseunsicherheit des Beurteilungspegels kann unter Berücksichtigung der Unsicherheiten der Schalleistungspegel L_{WA} (σ_R und σ_P) und der Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung σ_{prog} der einzelnen Windenergieanlagen und der jeweiligen Beiträge der Teilimmissionspegel L_p an den einzelnen Immissionsorten angegeben werden. Da nicht für alle Unsicherheitsfaktoren eine statistische Unabhängigkeit angenommen werden kann, wird die Gesamtunsicherheit in Anlehnung an [13] ermittelt.

Es wird zunächst davon ausgegangen, dass die Beiträge der Serienstreuungen σ_P , der Messunsicherheit σ_R und die Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung σ_{prog} statistisch unabhängig voneinander sind. Die Unabhängigkeit der erstgenannten zwei Unsicherheitsfaktoren manifestiert sich bereits in der Formel zur

Berechnung der Standardabweichung des Schallemissionspegels σ_{LWA} , der in die Berechnung der Gesamtunsicherheit wie folgt eingeht:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_{LWA}^2 + \sigma_{prog}^2}$$

Davon ausgehend wird die Unsicherheit der Schallimmissionspegel in vorliegendem Bericht modelliert, indem bereits auf der Emissionsseite ein um einen Pegelzuschlag erhöhter Schalleistungspegel $L_{WA,90}$ mit einer Unterschreitungswahrscheinlichkeit von 90% als Eingangsgröße der Ausbreitungsrechnung verwendet wird.

$$L_{WA,90} = L_{WA,m} + 1,28 \cdot \sigma_{ges}$$

Ergebnis dieser Ausbreitungsrechnung sind Schallimmissionspegel $L_{r,90}$ mit einer Unterschreitungswahrscheinlichkeit von ebenfalls 90%.

Der für den Genehmigungsbescheid relevante maximal zulässigen Schalleistungspegel ($L_{e,max}$) der geplanten Anlage berücksichtigt nur die Unsicherheiten der Anlage (σ_P und σ_R) sowie die Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10%, nicht jedoch die Ausbreitungsunsicherheit.

Der Pegel $L_{e,max}$ wird damit wie folgt bestimmt:

$$L_{e,max} = L_{WA} + 1,28 \cdot \sqrt{(\sigma_R^2 + \sigma_P^2)}$$

Die den Berechnungen zugrundeliegenden Schallemissionswerte können nachfolgender Tabelle entnommen werden.

Status	Anlagenbezeichnung	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	$L_{WA,m}$ [dB(A)]	$L_{WA,90}$ [dB(A)]	Quelle	
Vorbelastung	vorhanden	WEA 05	ENERCON E-82 E2	138,4	103,8	105,4	B/M
		WEA 06, WEA 07	ENERCON E-66/18.70	98	102,9	104,4	B/M
		WEA 08...10	Vestas V47/660 kW	76	100,7	102,8	B/M
		WEA 11	ENERCON E-101	135,4	106,0	108,1	B/M
		WEA 12, WEA 13	ENERCON E-92	138,4	105,0	107,1	B/M
	Rückbau beabsichtigt	WEA 01...04	ENERCON E-66/18.70	98	102,9	104,4	B/M
Zusatzbelastung	geplant	WEA 14	ENERCON E-138 EP3 E2 TES BM 0s	130,3	104,7	106,3	M

Tabelle 4: Schallemissionswerte der Windenergieanlagen mit Angabe der Quelle (B – Behördenvorgabe, M – Messbericht(e)) – Die Farbgebung der Status-Angaben korrespondiert mit der entsprechenden Einfärbung der Symbole im Lageplan (Abschnitt 5.1). Detaillierte Quellenangaben sind im Anhang 8.4 und 8.7 dargestellt.

6 Berechnungsergebnisse

6.1 Beurteilungspegel an den betrachteten Immissionsorten

Zunächst wurde für den Standort eine Betrachtung der gesamten Vorbelastung durchgeführt. Anschließend wurde die geplante Reduzierung der Vorbelastung betrachtet. Es ist vorgesehen, vier der vorhandenen Anlagen zurückzubauen. Aus der Berechnung wurden demnach die rückzubauenden Anlagen entfernt. Daraus ergibt sich eine reduzierte Vorbelastung von neun vorhandenen WEA.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Schallimmissionswerte der gesamten und reduzierten Vorbelastung jeweils mit Angabe der Prognosequalität (obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90% ($L_{r,90}$)) dargestellt. Die Qualität der Prognose beinhaltet die Unsicherheit des Schallleistungspegels sowie die Unsicherheit der Prognose nach [2] und [8]. Entsprechend [8] werden sämtliche Beurteilungspegel auf ganze dB(A) gerundet. Gemäß [8], Punkt 3 – Qualität der Prognose – ist die Sicherstellung der Nichtüberschreitung dann anzunehmen, wenn die unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Emissionsdaten und der Unsicherheit des Prognosemodells bestimmte obere Vertrauensbereichsgrenze des prognostizierten Beurteilungspegels den maßgeblichen Immissionsrichtwert nicht überschreitet. Folglich wurde auf eine Mittelwertbestimmung im klassischen Sinne nach [1] verzichtet, da die Beurteilung des rechtmäßigen Betriebs gemäß [8] auf Basis des Beurteilungspegels $L_{r,90}$ erfolgt. Auftretende Überschreitungen der Immissionsrichtwerte sind in den Tabellen grau hinterlegt.

Immissionsort		nächtlicher Immissionsrichtwert [dB(A)]	gesamte Vorbelastung $L_{r,90}$ [dB(A)]	reduzierte Vorbelastung $L_{r,90}$ [dB(A)]
A	Marienwalde, Liebewalder Damm 20/20a	45	40	39
B	Marienwalde, Liebewalder Damm 18a	45	40	39
C	Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche	42	45	44
D	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	41	44	43
E	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	42	43	41
F	Klosterfelde, Ahrendseer Weg (Wohnbaufläche)	40	39	37
G	Klosterfelde, Evaweg 31	42	44	41
H	Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8	45	46	43
I	Stolzenhagen, Feldstraße 9	42	44	42
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 19	45	44	43
K	Stolzenhagen, Am Gierbusch 1	45	41	41
L	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	40	44	42
M	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze urbanes Gebiet)	45	43	42

Tabelle 5: Berechnungsergebnisse der Schallausbreitungsrechnung bei Betrachtung der gesamten und reduzierten Vorbelastung

Auf Basis dieser reduzierten Vorbelastung wurde abschließend unter Berücksichtigung der Zusatzbelastung durch die geplanten WEA die zu erwartende Gesamtbelastung berechnet. In der nachfolgenden Tabelle sind die Schallimmissionswerte der Zusatzbelastung sowie der Gesamtbelastung jeweils mit Angabe der Prognosequalität ($L_{r,90}$) dargestellt.

Immissionsort		nächtlicher Immissionsrichtwert [dB(A)]	Zusatzbelastung $L_{r,90}$ [dB(A)]	Gesamtbelastung $L_{r,90}$ [dB(A)]
A	Marienwalde, Liebewalder Damm 20/20a	45	28	40
B	Marienwalde, Liebewalder Damm 18a	45	28	39
C	Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche	42	33	44
D	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	41	32	43
E	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	42	32	42
F	Klosterfelde, Ahrendseer Weg (Wohnbaufläche)	40	29	38
G	Klosterfelde, Evaweg 31	42	34	42
H	Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8	45	37	44
I	Stolzenhagen, Feldstraße 9	42	34	43
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 19	45	29	43
K	Stolzenhagen, Am Gierbusch 1	45	28	41
L	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	40	32	43
M	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze urbanes Gebiet)	45	32	42

Tabelle 6: Berechnungsergebnisse der Zusatz- und Gesamtbelastung

Nähere Angaben sind den Berechnungsberichten der Prognosesoftware im Anhang zu entnehmen.

6.2 Beurteilung der Berechnungsergebnisse

Zur Beurteilung der immissionsrechtlichen Zulässigkeit des Betriebs der Anlagen in der gewählten Anordnung sind die auf ganze dB(A) gerundeten Schallimmissionspegel mit den eingangs genannten Immissionsrichtwerten zu vergleichen.

Bei Betrachtung der **gesamten Vorbelastung** ist festzustellen, dass der Beurteilungspegel unter Berücksichtigung der ermittelten Prognoseunsicherheit (obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90% ($L_{r,90}$)) den jeweils anzuwendenden Immissionsrichtwert an den Immissionsorten A, B, F, J, K und M unterschreitet. An den Immissionsorten E und H wird die Richtwertempfehlung um 1 dB(A) überschritten. An den Immissionsorten C, D, G, I und L kommt es zur Überschreitung des anzuwendenden Immissionsrichtwerts um mehr als 1 dB(A).

Der geplante Rückbau von vier vorhandenen WEA führt dazu, dass der Beurteilungspegel ($L_{r,90}$) der **reduzierten Vorbelastung** unter Berücksichtigung der ermittelten Prognoseunsicherheit am Immissionsort K demjenigen der gesamten Vorbelastung entspricht. An den weiteren betrachteten Immissionsorten nimmt der Beurteilungspegel um 1 bis 3 dB(A) ab, wobei es an den Immissionsorten E und G...I nicht mehr zur Überschreitung der Richtwertempfehlung kommt.

Der Beurteilungspegel $L_{r,90}$ der **Zusatzbelastung** unterschreiten an allen Immissionsorten die jeweils anzuwendenden Immissionsrichtwerte um mehr als 6 dB(A). Nach Abschnitt 3.2.1 Absatz 2 der TA Lärm [1] ist der Immissionsbeitrag der geplanten Anlage an diesen Immissionsorten als nicht relevant einzuschätzen. Zudem beträgt an den Immissionsorten A, B, E, F, J, K und M die Differenz zwischen dem

jeweils anzuwendenden Immissionsrichtwert und dem Beurteilungspegel mindestens 10 dB(A). Gemäß Abschnitt 2.2 der TA Lärm [1] befinden sich diese Immissionsorte nicht im Wirkungsbereich der geplanten Windenergieanlage und hätten bei der Schallimmissionsberechnung nicht berücksichtigt werden müssen. Ihre Einbeziehung erfolgte im Interesse einer umfassenden Darstellung der Immissionssituation. An den Immissionsorten A, B, J und K unterschreitet der Pegelbeitrag der geplanten WEA zudem den jeweils anzuwendenden Immissionsrichtwert um mindestens 15 dB(A). Damit sind lt. Information des LfU Brandenburg geplante Windenergieanlagen auch dann genehmigungsfähig, wenn an diesen Immissionsorten eine Überschreitung des Immissionsrichtwertes durch den Beurteilungspegel der Gesamtbelastung um mehr als 1 dB(A) auftritt.

Vergleicht man den Schallbeitrag $L_{r,90}$ der für den Rückbau vorgesehenen vier WEA mit dem Schallbeitrag $L_{r,90}$ der geplanten Anlage, ergibt sich die Differenz ($D = L_{r,90,Zubau} - L_{r,90,Rückbau}$) durch das geplante Repowering an jedem Immissionsort wie in Tabelle 7 dargestellt.

Immissionsort	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Differenz Schalldruckpegel Zubau - Rückbau in dB(A)	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-6	-6	-5	-5	-4	-5	-5

Tabelle 7: Schalldruckdifferenz (Zubau – Rückbau) des geplanten Repowering-Projektes gemäß Berechnungsvariante BV2

Nähere Angaben sind auch den Berechnungsberichten „Zusatzbelastung“ und „Schallbeitrag WEA Rückbau“ im Anhang 8.2 zu entnehmen. Folglich ist die Voraussetzung für eine Sonderfallprüfung gemäß TA Lärm 3.2.2c gegeben. Unter der Annahme, dass der gesamte Windpark im Rahmen eines Repoweringprojektes zurückgebaut und die Zusatzbelastung immer – wie im vorliegenden Beispiel – mindestens 4 dB(A) geringer ist als der Schalldruckpegel, welcher durch die rückzubauenden WEA verursacht wird, würde langfristig der jeweilige Immissionsrichtwert an den kritischen Immissionsorten C, D, I und L wieder eingehalten werden.

Der jeweils anzuwendende Immissionsrichtwert wird durch die Beurteilungspegel ($L_{r,90}$) der **Gesamtbelastung** an den Immissionsorten A, B, F, H, J, K und M unterschritten, während dieser an den Immissionsorten E und G genau erreicht wird. Dabei ist festzustellen, dass an den Immissionsorten B...J, L und M durch das geplante Repowering-Projekt der Immissionspegel um mindestens 1 dB(A) reduziert wird, so dass es an den Immissionsorten E, G und H nicht mehr zur Überschreitung des jeweils anzuwendenden Immissionsrichtwertes kommt. Am Immissionsort I kommt es zur Überschreitung des anzuwendenden Immissionsrichtwertes um 1 dB(A), an den Immissionsorten C, D und L beträgt die Überschreitung mehr als 1 dB(A). Jedoch nehmen an diesen kritischen Immissionsorten die Beurteilungspegel der Gesamtbelastung gegenüber dem $L_{r,90}$ der gesamten Vorbelastung um 1 dB(A) ab. Eine detaillierte Übersicht über die Schallreduktion ($S = L_{r,90 VBges.} - L_{r,90 GB}$) durch das geplante Repowering an jedem Immissionsort liefert Tabelle 8.

Immissionsort	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Schallreduktion durch Repowering in dB(A)	0	1	1	1	1	1	2	2	1	1	0	1	1

Tabelle 8: Schallreduktion bezogen auf Beurteilungspegel $L_{r,90}$ an den betrachteten Immissionsorten durch das geplante Repowering-Projekt

In der vorliegenden Berechnung werden zunächst nur die von den Windenergieanlagen ausgehenden Schallemissionen berücksichtigt. Der Schalldruckpegel am jeweiligen Immissionsort wird zusätzlich durch die Emissionen anderer Geräuschquellen (Straßen, Umgebung etc.) beeinflusst. Unter bestimmten Bedingungen müssen schon vorhandene Quellen von Gewerbelärm gemäß TA Lärm als Vorbelastung in die Schallimmissionsberechnung einbezogen werden. Wie eine Ortsbegehung der Umgebung des Standortes am 27.04.2021 ergab, existieren eine Biogasanlage sowie ein DPD-Depot nordwestlich bzw. westlich der Ortslage Klosterfelde mit möglicherweise auftretenden nächtlichen Lärmemissionen. Es konnten bei der durchgeführten Standortbesichtigung keine weiteren Gewerbegebiete o.ä. mit nächtlichen Lärmemissionen festgestellt werden. Da der Schallbeitrag der geplanten WEA an allen Immissionsorten zumindest als irrelevant einzuschätzen ist, konnte somit im vorliegenden Bericht auf die Betrachtung der Vorbelastung aus Gewerbe entsprechend TA Lärm 3.2.1 Absatz 6 verzichtet werden. Wegen des weitgehend ländlichen Charakters der Region (mit einer im Allgemeinen geringen Vorbelastung, insbesondere während der Nacht) kann also davon ausgegangen werden, dass die Gesamtbelastung nach TA Lärm nicht über den o. g. Pegelwerten liegt.

Der Bundestag hat am 24./25.06.2021 die Einführung des §16b BImSchG [17] beschlossen. Dieser Paragraf sieht eine Vereinfachung von Genehmigungsverfahren bei Repowering-Projekten vor. Gemäß §16b Abs. 2 BImSchG ist eine Modernisierung gegeben, wenn die geplante Anlage innerhalb von 24 Monaten nach dem Rückbau der Bestandsanlage errichtet wird und der Abstand zwischen Bestandsanlage/n und geplanter Anlage höchstens das Zweifache der Gesamthöhe der geplanten Anlage entspricht. Die zweifache Gesamthöhe der geplanten Anlage entspricht 400 m und folgende Abstände ergeben sich im Rahmen des Repoweringprojekts:

WEA 14 zu WEA 01: ~ 136 m,

WEA 14 zu WEA 02: ~ 233 m,

WEA 14 zu WEA 03: ~ 282 m,

WEA 14 zu WEA 04: ~ 343 m.

Zudem ist im Lageplan der zweifache Radius der Gesamthöhe der geplanten Anlage als orangefarbene Linie abgebildet, um die Einhaltung des Kriteriums aufzuzeigen.

Lt. §16b Abs. 3 BImSchG darf eine Genehmigung einer Windenergieanlage im Rahmen einer Modernisierung nach §16b Abs. 2 BImSchG „nicht versagt werden, wenn nach der Modernisierung nicht alle Immissionsrichtwerte der technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm eingehalten werden, wenn aber

1. der Immissionsbeitrag der Windenergieanlage nach der Modernisierung niedriger ist als der Immissionsbeitrag der durch sie ersetzten Windenergieanlage und
2. die Windenergieanlage dem Stand der Technik entspricht.“ ([17], S. 4)

Wie Tabelle 7 zu entnehmen ist, ist der Immissionsbeitrag der geplanten Anlage WEA 14 an den kritischen Immissionsorten 4 dB(A) (Immissionsort C) bzw. 5 dB(A) (Immissionsort D, I und L) geringer als der Immissionsbeitrag der zum Rückbau vorgesehenen vier Anlagen. Zudem wird, wie in Tabelle 8 aufgeführt, für diese kritischen Immissionsorte durch das Repowering eine Schallreduktion um 1 dB(A) für die

Gesamtbelastung gegenüber der gesamten Vorbelastung erreicht, womit die Bedingungen gemäß §16b Abs. 3 BImSchG Punkt 1 erfüllt sind. Zudem entspricht der betrachtete Anlagentyp ENERCON E-138 EP3 E2 dem Stand der Technik, da dieser keine zuschlagspflichtige Impuls- und/oder Tonhaltigkeit aufweist.

Das vorliegende Repowering-Projekt hält somit die o.g. Kriterien *Abstand zur Bestandsanlage*, *geringerer Immissionsbeitrag* und *Stand der Technik* gemäß [17] ein.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass an den kritischen Immissionsort C und D im Nachtzeitraum bereits durch die gesamte Vorbelastung der anzuwendende Immissionsrichtwert um 3 dB(A) überschritten wird. Jedoch wird an diesen Immissionsorten durch den geplanten Rückbau der bestehenden Anlagen WEA 01...04 und einem Betrieb der geplanten WEA im Betriebsmodus entsprechend Tabelle 1 der Beurteilungspegel der Gesamtbelastung im Vergleich zum Beurteilungspegel der gesamten Vorbelastung um 1 dB(A) reduziert. Da der Schallbeitrag der geplanten Anlage als irrelevant zu betrachten ist und zur langfristigen Lärmsanierung an den kritischen Immissionsorten beiträgt, sind die Voraussetzungen für eine Genehmigung nach §16b Abs. 3 BImSchG gegeben und einer Genehmigung in Anlehnung an eine Sonderfallprüfung lt. TA Lärm Abschnitt 3.2.2c in Verbindung mit TA Lärm 3.2.1 Absatz 2 steht nichts entgegen.

An dem ebenfalls kritischen Immissionsort I wird der anzuwendende Immissionsrichtwert bereits durch die gesamte Vorbelastung um mehr als 1 dB(A) überschritten. Da jedoch der Immissionsbeitrag der geplanten Anlage an diesen Immissionsorten zumindest als nicht relevant einzuschätzen ist, der Beurteilungspegel der Gesamtbelastung gegenüber demjenigen der gesamten Vorbelastung um 1 dB(A) abnimmt und somit die Überschreitung durch das geplante Repowering nicht mehr als 1 dB(A) beträgt, ist eine Genehmigung der geplanten Anlage im Nachtzeitraum entsprechend [1] gemäß TA Lärm 3.2.1 Absatz 2 und 3 möglich.

An den Immissionsorten A, B, E...H, J und K steht einer Genehmigung entsprechend TA Lärm 3.2.1 Absatz 1 nichts entgegen.

Gesondert zu betrachten sind die Immissionsorte L und M, welche auf Grundlage eines B-Plans in Aufstellung mit der Einstufung als Wohngebiet bzw. urbanes Gebiet definiert wurden. Der Immissionsrichtwert von 40 dB(A) am Immissionsort L wird bereits durch den Beurteilungspegel der gesamten Vorbelastung um 4 dB(A) überschritten. Da die Planung des Wohngebietes den Bestandsschutz der vorhandenen nach BImSchG genehmigungsbedürftigen Anlagen berücksichtigen muss, kann somit den Erwartungen zum Schutzanspruch eines Wohngebietes nicht entsprochen werden und es müsste ein erhöhter Immissionsrichtwert zur Anwendung kommen. Daher sollte dieser Immissionsort nicht ausschlaggebend für die Genehmigungsfähigkeit der geplanten Windenergieanlage sein. Im vorliegenden Bericht nimmt der Beurteilungspegel der Gesamtbelastung am Immissionsort L gegenüber dem entsprechenden Wert der gesamten Vorbelastung um 1 dB(A) ab. Da ebenfalls am prophylaktischen Immissionsort L der Schallbeitrag der geplanten Anlage als irrelevant zu betrachten ist und – im Fall einer eintretenden Rechtswirksamkeit des B-Plan-Entwurfs – zur langfristigen Lärmsanierung beiträgt, sind die Voraussetzungen für eine Genehmigung nach §16b Abs. 3 BImSchG gegeben und einer Genehmigung in Anlehnung an eine Sonderfallprüfung lt. TA Lärm Abschnitt 3.2.2c in Verbindung mit TA Lärm 3.2.1 Absatz 2 steht nichts entgegen. Für den Immissionsort M und die damit verbundene Gebietseinstufung als urbanes Gebiet ergeben sich keine Widersprüche, da unter

Berücksichtigung der aktuellen Vorbelastung sowie nach Umsetzung des geplanten Vorhabens der Immissionsrichtwert unterschritten wird. Folglich steht am Immissionsort M einer Genehmigung entsprechend TA Lärm 3.2.1 Absatz 1 nichts entgegen.

Für den geplanten WEA-Typ ENERCON E-138 EP3 E2 lagen die Ergebnisse von drei Vermessungen des Schallleistungspegels für Anlagen mit einer Sonderausstattung der Rotorblätter (Trailing Edge Serrations – TES) vor. Durch Vorlage entsprechender Unterlagen sollte nachgewiesen werden, dass die Spezifikation und Ausstattung der vor Ort errichteten Anlagen mit derjenigen der vermessenen WEA übereinstimmt.

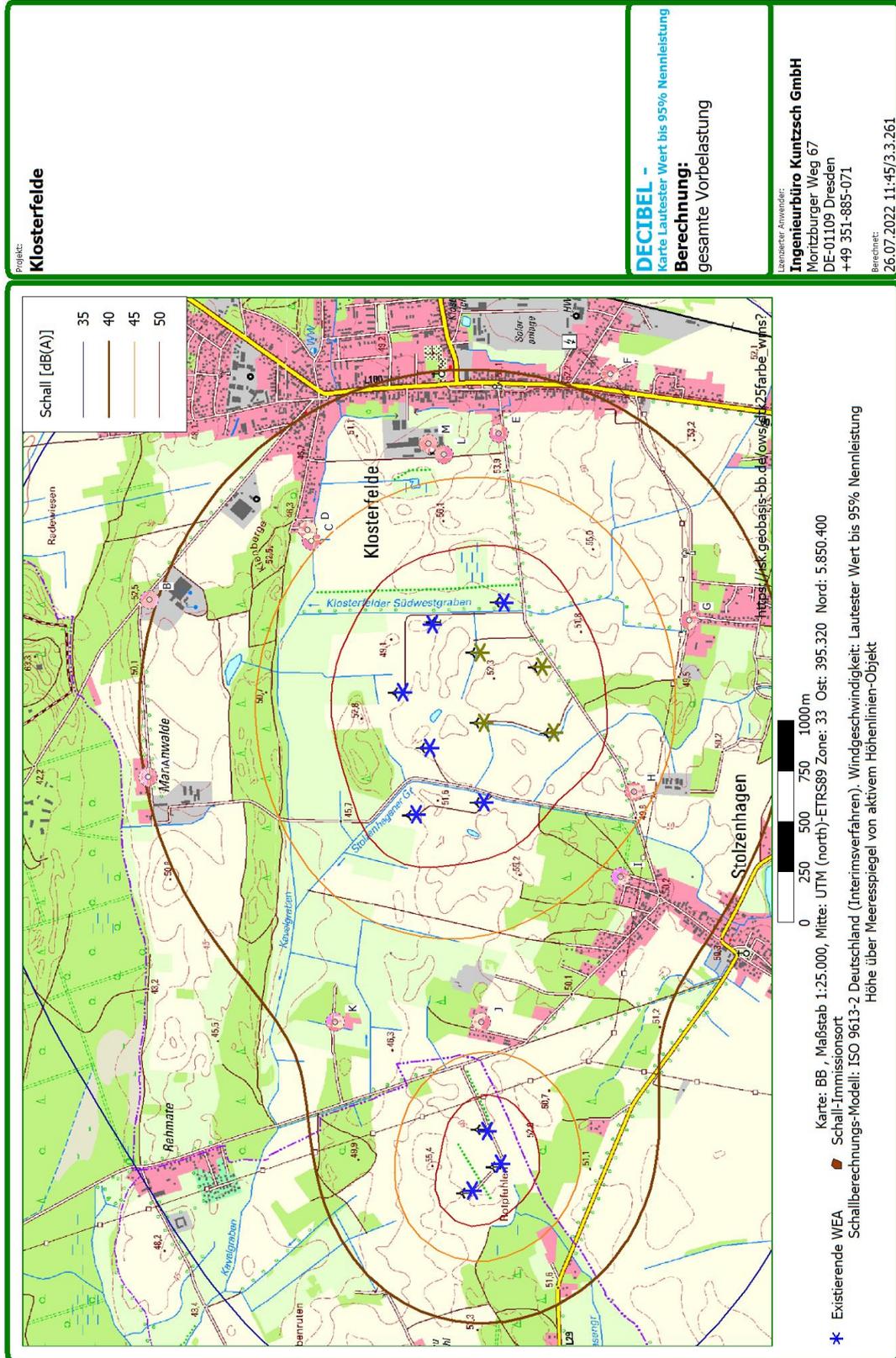
7 Literaturhinweise

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1998): Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm). - Bonn, 26. August 1998, GMBI 1998, S. 503 ff.; Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAAnz AT 08.06.2017 B5)
- [2] Länderausschuss für Immissionsschutz LAI (2017): Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA). - Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Stand 30. Juni 2016.
- [3] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (1999): Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien. – DIN ISO 9613-2, 1999-10, Berlin.
- [4] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (2001): Angabe des Schalleistungspegels und der Tonhaltigkeitswerte bei Windenergieanlagen - DIN EN 50376, Entwurf, Berlin, Frankfurt a. M., November 2001.
- [5] IEC International Electrotechnical Commission (2005): Wind Turbines – Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values. - IEC TS 61400-14, First edition 2005-03, Genf.
- [6] DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik NALS (2015): Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen. Fassung 2015-05.1. - veröffentlicht vom Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien".
- [7] Probst, W. & U. Donner (2002): Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose. - Zeitschrift für Lärmbekämpfung 49 (2002), Nr.3, S. 86-90.
- [8] Erlass des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg zu Anforderungen an die Geräuschimmissionsprognose und die Nachweismessung bei Windkraftanlagen (WKA) – WKA-Geräuschemissionserlass. - Potsdam, 16. Januar 2019.
- [9] Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (2005): Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen.
- [10] VDI Verein Deutscher Ingenieure (1988): Schallausbreitung im Freien. - VDI 2714, Januar 1988, Düsseldorf.
- [11] Gemeinsame Handlungsempfehlung des Sächsischen Staatsministeriums des Innern und des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Zulassung von Windenergieanlagen. - Dresden, 07.09.2011.
- [12] Piorr, D. (2001): Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschimmissionswerten mittels Prognose. - Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48 (2001), Nr. 5, S. 172-175.
- [13] Agatz, Monika (2021): Windenergie-Handbuch - 18. Ausgabe, Dezember 2021.
- [14] Fördergesellschaft für Windenergie e.V. (2008): Technische Richtlinien für Windenergieanlagen – Teil 1: Bestimmung der Schallimmissionswerte. - Revision 18, Stand 01.02.2008.
- [15] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (1987): Schallschutz im Städtebau, Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung. - DIN 18005, Beiblatt 1, 1987-05, Berlin.
- [16] Länderausschuss für Immissionsschutz LAI (2005): Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen. - Empfehlungen des LAI Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“, März 2005.
- [17] Deutscher Bundestag (2021): Gesetz zur Umsetzung von Vorgaben der Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung) für Zulassungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz, dem Wasserhaushaltsgesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz – Drucksache 19/27672 – §16b BImSchG – Stand 22.06.2021, Berlin.

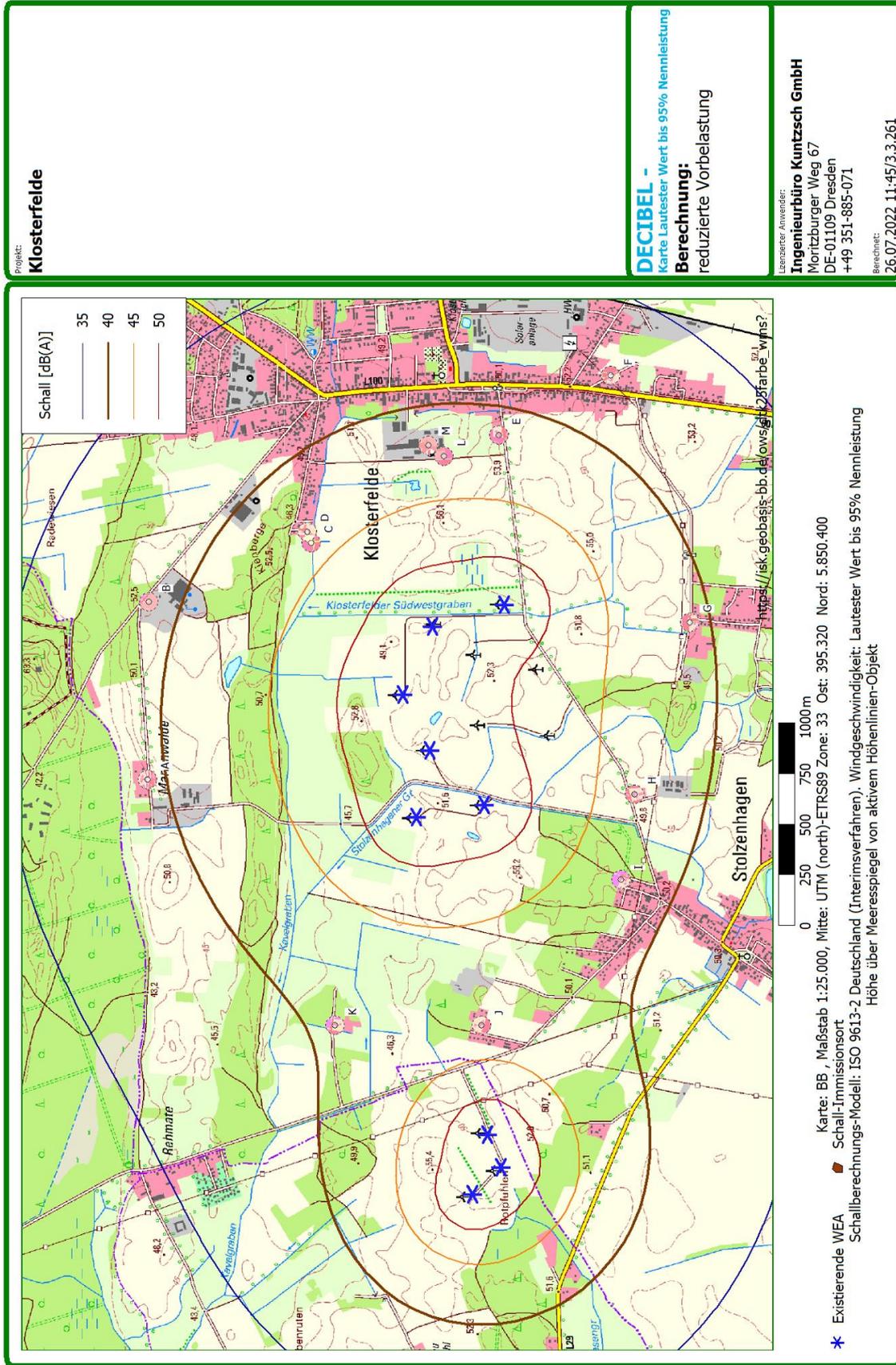
8 Anhang

8.1 Übersichtspläne mit Schalldruckpegelniveaulinien

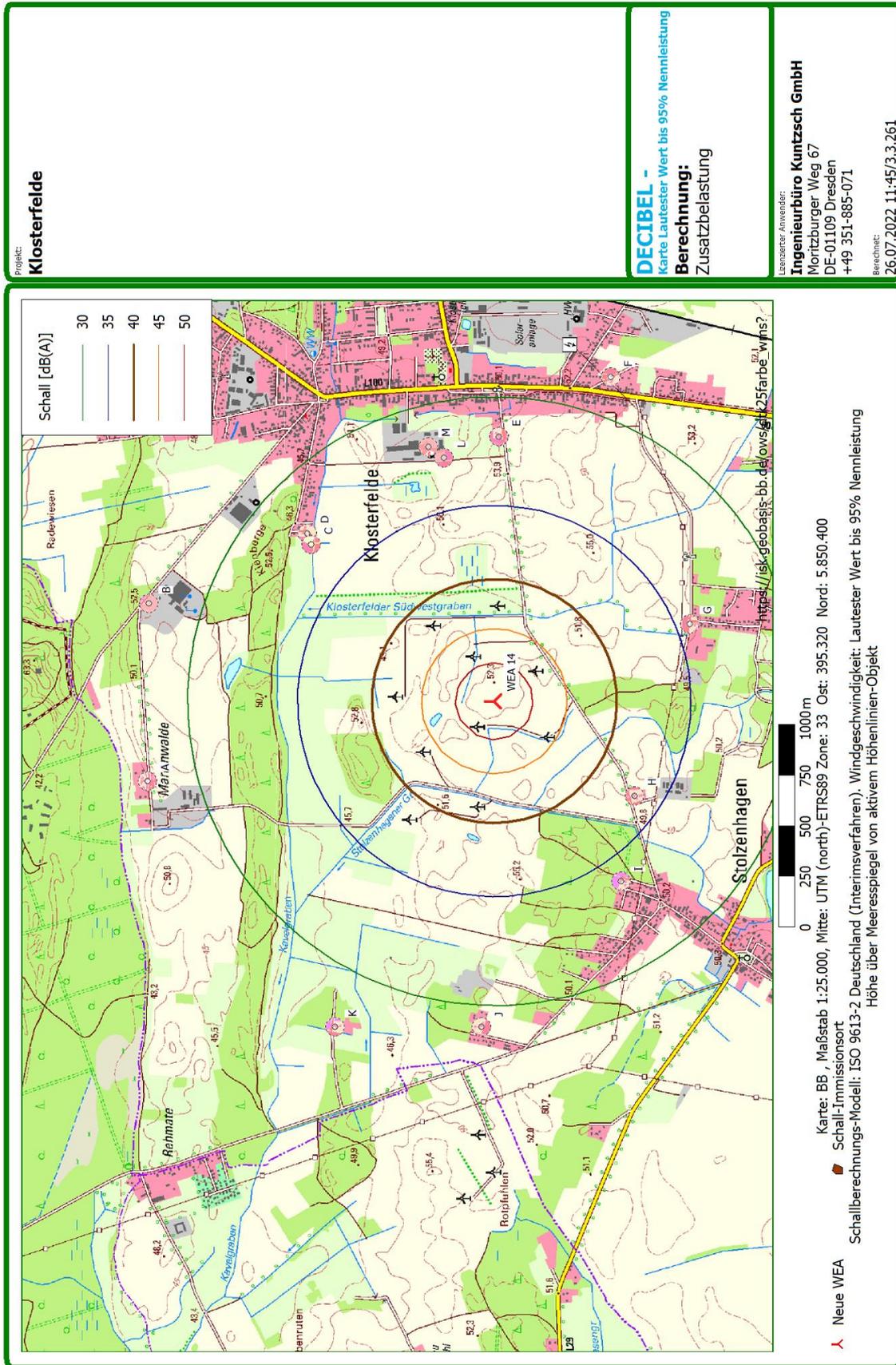
gesamte Vorbelastung:



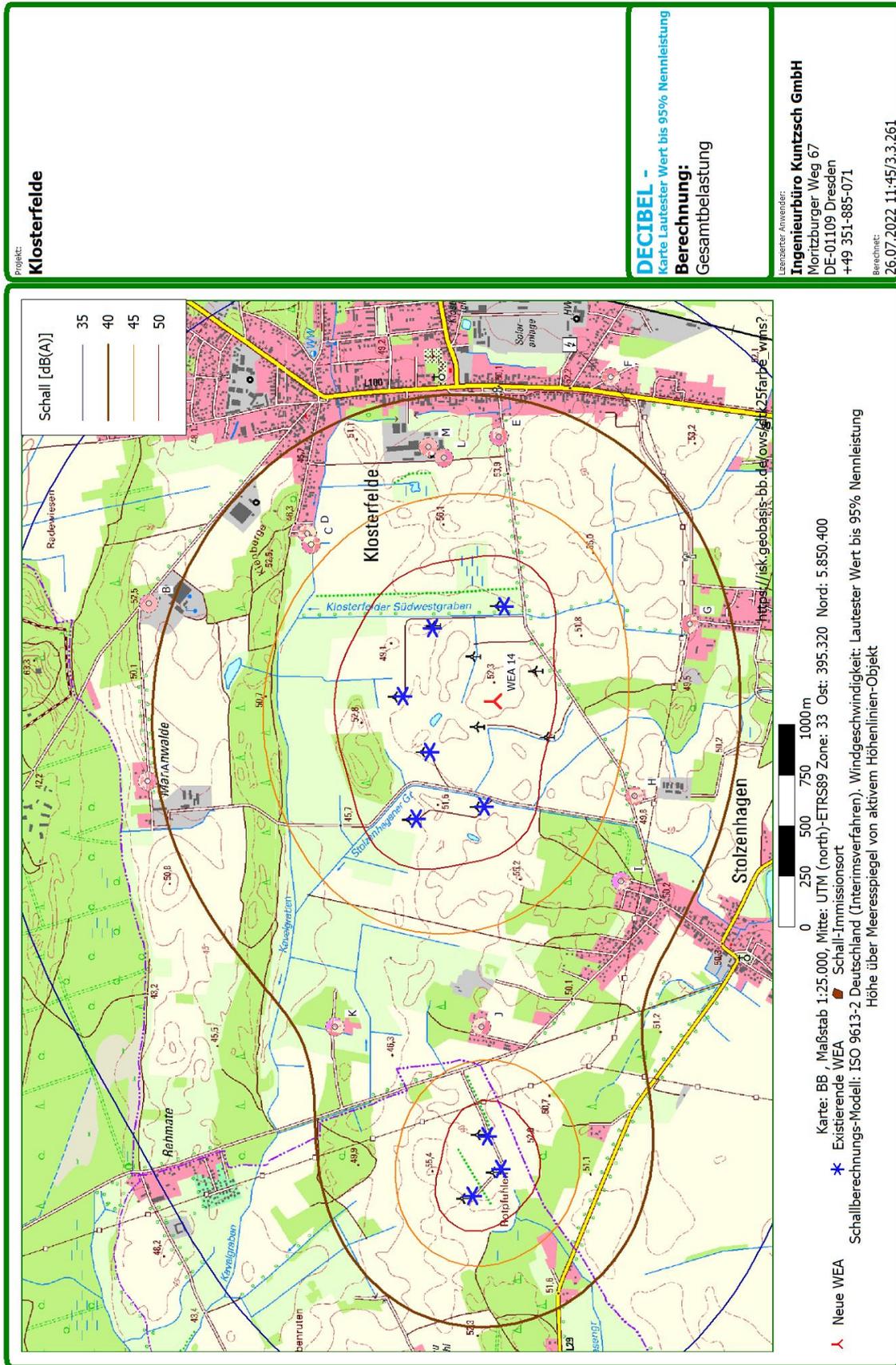
reduzierte Vorbelastung:



Zusatzbelastung:



Gesamtbelastung:



8.2 Berechnungsberichte der Prognosesoftware

gesamte Vorbelastung:

Projekt:
Klosterfelde

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:
26.07.2022 11:45/3.3.261

DECIBEL - Hauptergebnis
Berechnung: gesamte Vorbelastung

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

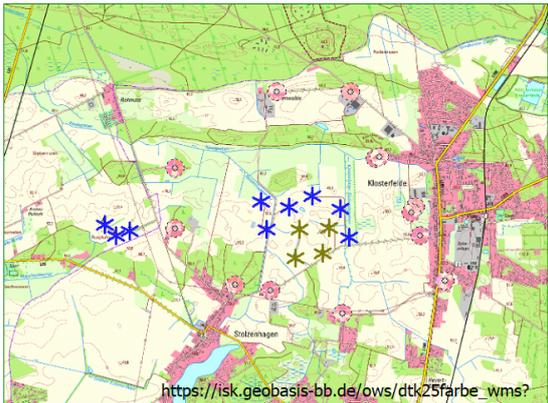
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

Industriegebiet: 70 dB(A)
Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
Reines Wohngebiet / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)
Gewerbegebiet: 50 dB(A)
Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:75.000

* Existierende WEA ■ Schall-Immissionsort

https://isk.geobasis-bb.de/ows/dtk25farbe_wms?

WEA	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name				
WEA 01	395.824	5.849.965	50,0	KF 01	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	104,4 dB(A)	Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 02	396.174	5.849.984	50,0	KF 02	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	104,4 dB(A)	Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 03	396.103	5.849.677	50,0	KF 03	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	104,4 dB(A)	Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 04	395.774	5.849.621	50,0	KF 04	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	104,4 dB(A)	Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 05	396.421	5.849.865	47,5	KF 06	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	USER	105,4 dB(A)	Lwa,90 Okt. D	(95%)	105,4	Nein
WEA 06	395.428	5.849.963	49,6	SH 01	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	104,4 dB(A)	Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 07	395.366	5.850.298	47,5	SH 02	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	104,4 dB(A)	Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 08	393.788	5.849.949	50,6	NR 01	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	USER	102,8 dB(A)	Lwa,90 Okt. R	(95%)	102,8	Nein
WEA 09	393.627	5.849.883	51,8	NR 02	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	USER	102,8 dB(A)	Lwa,90 Okt. R	(95%)	102,8	Nein
WEA 10	393.491	5.850.022	52,5	NR 03	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	USER	102,8 dB(A)	Lwa,90 Okt. R	(95%)	102,8	Nein
WEA 11	395.700	5.850.231	47,5	KF 05	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	135,0	USER	108,1 dB(A)	Lwa,90 Okt. D	(95%)	108,1	Nein
WEA 12	395.975	5.850.365	47,5	KF 07	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	USER	107,1 dB(A)	Lwa,90 Okt. R	(95%)	107,1	Nein
WEA 13	396.314	5.850.218	47,5	KF 08	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	USER	107,1 dB(A)	Lwa,90 Okt. R	(95%)	107,1	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort	Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkt-höhe [m]	Anforderung Beurteilungspegel		Anforderung erfüllt?
							Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	
A	Marienwalde, Liebewalder Damm 20/20a	395.554	5.851.625	45,7	5,0	45	40	Ja	
B	Marienwalde, Liebewalder Damm 18a	396.439	5.851.619	50,0	5,0	45	40	Ja	
C	Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche	396.730	5.850.818	47,5	5,0	42	45	Nein	
D	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	396.784	5.850.838	47,5	5,0	41	44	Nein	
E	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	397.268	5.849.890	52,0	5,0	42	43	Nein	
F	Klosterfelde, Ahrendseer Weg (Wohnbaufläche)	397.562	5.849.341	50,2	5,0	40	39	Ja	
G	Klosterfelde, Evaweg 31	396.337	5.848.946	50,0	5,0	42	44	Nein	
H	Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8	395.482	5.849.223	50,0	5,0	45	46	Nein	
I	Stolzenhagen, Feldstraße 9	395.058	5.849.290	50,0	5,0	42	44	Nein	
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 19	394.334	5.849.978	50,0	5,0	45	44	Ja	
K	Stolzenhagen, Am Gierbusch 1	394.333	5.850.702	46,7	5,0	45	41	Ja	
L	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	397.161	5.850.163	48,1	5,0	40	44	Nein	
M	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze urbanes Gebiet)	397.216	5.850.237	47,5	5,0	45	43	Ja	

Projekt: **Klosterfelde**

Lizenziertes Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:
 26.07.2022 11:45/3.3.261

DECIBEL - Hauptergebnis
 Berechnung: gesamte Vorbelastung

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA 01	WEA 02	WEA 03	WEA 04	WEA 05	WEA 06	WEA 07	WEA 08	WEA 09	WEA 10	WEA 11	WEA 12	WEA 13
A	1682	1754	2024	2016	1962	1667	1340	2435	2598	2613	1402	1328	1599
B	1765	1656	1971	2106	1754	1940	1702	3133	3305	3353	1572	1337	1407
C	1244	1002	1302	1532	1002	1558	1460	3068	3241	3335	1186	880	730
D	1298	1049	1346	1582	1039	1614	1517	3125	3298	3393	1242	937	778
E	1446	1098	1184	1518	847	1841	1945	3481	3641	3779	1605	1377	1009
F	1847	1530	1497	1810	1256	2223	2395	3823	3972	4128	2064	1889	1525
G	1141	1051	768	879	923	1364	1665	2739	2867	3043	1434	1464	1272
H	817	1029	769	494	1137	742	1081	1843	1969	2145	1031	1244	1297
I	1021	1314	1114	789	1479	768	1054	1431	1549	1730	1139	1413	1562
J	1490	1840	1794	1484	2090	1094	1080	547	713	844	1389	1686	1994
K	1663	1976	2045	1801	2250	1321	1109	930	1081	1082	1446	1676	2039
L	1352	1003	1164	1489	798	1745	1800	3380	3545	3673	1463	1203	849
M	1418	1072	1246	1568	878	1809	1851	3440	3606	3731	1516	1248	902

Schallbeitrag WEA Rückbau:

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
Berechnet: 26.07.2022 11:45/3.3.261	

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Schallbeitrag WEA Rückbau

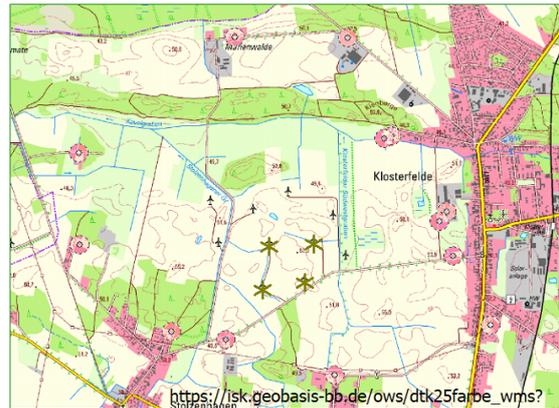
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
 Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

- Industriegebiet: 70 dB(A)
- Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
- Reines Wohngebiet / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)
- Gewerbegebiet: 50 dB(A)
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
- Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)



Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle Name	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
					Aktuell	Hersteller Typ							
WEA 01	395.824	5.849.965	50,0	KF 01	Ja	ENERCON E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 02	396.174	5.849.984	50,0	KF 02	Ja	ENERCON E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 03	396.103	5.849.677	50,0	KF 03	Ja	ENERCON E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein
WEA 04	395.774	5.849.621	50,0	KF 04	Ja	ENERCON E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V	(95%)	104,4	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkt-höhe [m]	Anforderung Beurteilungspegel		Anforderung erfüllt?
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	
A	Marienwalde, Liebewalder Damm 20/20a	395.554	5.851.625	45,7	5,0	45	32	Ja
B	Marienwalde, Liebewalder Damm 18a	396.439	5.851.619	50,0	5,0	45	32	Ja
C	Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche	396.730	5.850.818	47,5	5,0	42	37	Ja
D	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	396.784	5.850.838	47,5	5,0	41	37	Ja
E	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	397.268	5.849.890	52,0	5,0	42	37	Ja
F	Klosterfelde, Ahrendseer Weg (Wohnbaufläche)	397.562	5.849.341	50,2	5,0	40	34	Ja
G	Klosterfelde, Evaweg 31	396.337	5.848.946	50,0	5,0	42	40	Ja
H	Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8	395.482	5.849.223	50,0	5,0	45	43	Ja
I	Stolzenhagen, Feldstraße 9	395.058	5.849.290	50,0	5,0	42	39	Ja
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 19	394.334	5.849.978	50,0	5,0	45	34	Ja
K	Stolzenhagen, Am Gierbusch 1	394.333	5.850.702	46,7	5,0	45	32	Ja
L	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	397.161	5.850.163	48,1	5,0	40	37	Ja
M	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze urbanes Gebiet)	397.216	5.850.237	47,5	5,0	45	37	Ja

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA			
	WEA 01	WEA 02	WEA 03	WEA 04
A	1682	1754	2024	2016
B	1765	1656	1971	2106
C	1244	1002	1302	1532
D	1298	1049	1346	1582
E	1446	1098	1184	1518
F	1847	1530	1497	1810
G	1141	1051	768	879
H	817	1029	769	494
I	1021	1314	1114	789
J	1490	1840	1794	1484
K	1663	1976	2045	1801

(Fortsetzung nächste Seite)...

Zusatzbelastung:

Projekt: Klosterfelde	Lizenziertes Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071 Berechnet: 26.07.2022 11:45/3.3.261
---------------------------------	--

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

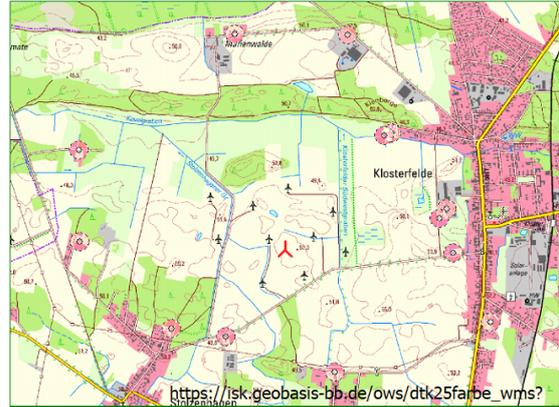
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
 Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

- Industriegebiet: 70 dB(A)
- Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
- Reines Wohngebiet / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)
- Gewerbegebiet: 50 dB(A)
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
- Kur- und Feriengbiet: 35 dB(A)



Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte	Windgeschwindigkeit [m/s] (95%)	LWA [dB(A)]	Einzelton
				Ak-tuell	Hersteller	Typ							
WEA 14	395.951	5.849.915	50,0 WEA 14	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	130,3	USER 106,3 dB(A) TES BM 0s Lwa,90 Okt. D		106,3	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkt-höhe [m]	Anforderung		Anforderung erfüllt?
						Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	
A	Marienwalde, Liebewalder Damm 20/20a	395.554	5.851.625	45,7	5,0	45	28	Ja
B	Marienwalde, Liebewalder Damm 18a	396.439	5.851.619	50,0	5,0	45	28	Ja
C	Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche	396.730	5.850.818	47,5	5,0	42	33	Ja
D	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	396.784	5.850.838	47,5	5,0	41	32	Ja
E	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	397.268	5.849.890	52,0	5,0	42	32	Ja
F	Klosterfelde, Ahrendseer Weg (Wohnbaufläche)	397.562	5.849.341	50,2	5,0	40	29	Ja
G	Klosterfelde, Evaweg 31	396.337	5.848.946	50,0	5,0	42	34	Ja
H	Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8	395.482	5.849.223	50,0	5,0	45	37	Ja
I	Stolzenhagen, Feldstraße 9	395.058	5.849.290	50,0	5,0	42	34	Ja
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 19	394.334	5.849.978	50,0	5,0	45	29	Ja
K	Stolzenhagen, Am Gierbusch 1	394.333	5.850.702	46,7	5,0	45	28	Ja
L	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	397.161	5.850.163	48,1	5,0	40	32	Ja
M	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze urbanes Gebiet)	397.216	5.850.237	47,5	5,0	45	32	Ja

Abstände (m)

	WEA
Schall-Immissionsort	WEA 14
A	1755
B	1773
C	1193
D	1243
E	1317
F	1710
G	1043
H	836
I	1090
J	1618
K	1799
L	1235
M	1305

Projekt:

Klosterfelde

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.07.2022 11:45/3.3.261

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von letzter Seite)

	WEA									
Schall-Immissionsort	WEA 05	WEA 06	WEA 07	WEA 08	WEA 09	WEA 10	WEA 11	WEA 12	WEA 13	WEA 14
G	923	1364	1665	2739	2867	3043	1434	1464	1272	1043
H	1137	742	1081	1843	1969	2145	1031	1244	1297	836
I	1479	768	1054	1431	1549	1730	1139	1413	1562	1090
J	2090	1094	1080	547	713	844	1389	1686	1994	1618
K	2250	1321	1109	930	1081	1082	1446	1676	2039	1799
L	798	1745	1800	3380	3545	3673	1463	1203	849	1235
M	878	1809	1851	3440	3606	3731	1516	1248	902	1305

8.3 Detaillierte Berechnungsberichte der Prognosesoftware

Gesamtbelastung:

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071 Berechnet: 26.07.2022 11:45/3.3.261																																																																																																																																																
DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse																																																																																																																																																	
Berechnung: Gesamtbelastung Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s																																																																																																																																																	
Annahmen Berechneter L(DW) = LWA _{ref} + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet (Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Omega)																																																																																																																																																	
LWA _{ref} : Schalleistungspegel der WEA K: Einzellöne Dc: Richtwirkungskorrektur Adiv: Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung Aatm: Dämpfung aufgrund von Luftabsorption Agr: Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts Abar: Dämpfung aufgrund von Abschirmung Amisc: Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte Cmet: Meteorologische Korrektur																																																																																																																																																	
Berechnungsergebnisse																																																																																																																																																	
Schall-Immissionsort: A Marienwalde, Liebewalder Damm 20/20a Lautester Wert bis 95% Nennleistung																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Abstand [m]</th> <th>Schallweg [m]</th> <th>Berechnet [dB(A)]</th> <th>LWA [dB(A)]</th> <th>Dc [dB]</th> <th>Adiv [dB]</th> <th>Aatm [dB]</th> <th>Agr [dB]</th> <th>Abar [dB]</th> <th>Amisc [dB]</th> <th>A [dB]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>WEA 05</td><td>1.962</td><td>1.967</td><td>27,59</td><td>105,4</td><td>0,00</td><td>76,87</td><td>3,98</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>77,86</td></tr> <tr><td>WEA 06</td><td>1.667</td><td>1.670</td><td>27,68</td><td>104,4</td><td>0,00</td><td>75,45</td><td>4,25</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>76,70</td></tr> <tr><td>WEA 07</td><td>1.340</td><td>1.344</td><td>30,19</td><td>104,4</td><td>0,00</td><td>73,57</td><td>3,62</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>74,19</td></tr> <tr><td>WEA 08</td><td>2.435</td><td>2.436</td><td>21,64</td><td>102,8</td><td>0,00</td><td>78,73</td><td>5,42</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>81,15</td></tr> <tr><td>WEA 09</td><td>2.598</td><td>2.599</td><td>20,84</td><td>102,8</td><td>0,00</td><td>79,30</td><td>5,66</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>81,95</td></tr> <tr><td>WEA 10</td><td>2.613</td><td>2.614</td><td>20,77</td><td>102,8</td><td>0,00</td><td>79,35</td><td>5,68</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>82,03</td></tr> <tr><td>WEA 11</td><td>1.402</td><td>1.408</td><td>34,36</td><td>108,1</td><td>0,00</td><td>73,97</td><td>2,81</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>73,79</td></tr> <tr><td>WEA 12</td><td>1.328</td><td>1.335</td><td>32,99</td><td>107,1</td><td>0,00</td><td>73,51</td><td>3,59</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>74,10</td></tr> <tr><td>WEA 13</td><td>1.599</td><td>1.605</td><td>30,90</td><td>107,1</td><td>0,00</td><td>75,11</td><td>4,08</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>76,19</td></tr> <tr><td>WEA 14</td><td>1.755</td><td>1.760</td><td>28,24</td><td>106,3</td><td>0,00</td><td>75,91</td><td>5,11</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>78,02</td></tr> <tr><td>Summe</td><td></td><td></td><td>39,64</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	WEA 05	1.962	1.967	27,59	105,4	0,00	76,87	3,98	-3,00	0,00	0,00	77,86	WEA 06	1.667	1.670	27,68	104,4	0,00	75,45	4,25	-3,00	0,00	0,00	76,70	WEA 07	1.340	1.344	30,19	104,4	0,00	73,57	3,62	-3,00	0,00	0,00	74,19	WEA 08	2.435	2.436	21,64	102,8	0,00	78,73	5,42	-3,00	0,00	0,00	81,15	WEA 09	2.598	2.599	20,84	102,8	0,00	79,30	5,66	-3,00	0,00	0,00	81,95	WEA 10	2.613	2.614	20,77	102,8	0,00	79,35	5,68	-3,00	0,00	0,00	82,03	WEA 11	1.402	1.408	34,36	108,1	0,00	73,97	2,81	-3,00	0,00	0,00	73,79	WEA 12	1.328	1.335	32,99	107,1	0,00	73,51	3,59	-3,00	0,00	0,00	74,10	WEA 13	1.599	1.605	30,90	107,1	0,00	75,11	4,08	-3,00	0,00	0,00	76,19	WEA 14	1.755	1.760	28,24	106,3	0,00	75,91	5,11	-3,00	0,00	0,00	78,02	Summe			39,64								
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]																																																																																																																																						
WEA 05	1.962	1.967	27,59	105,4	0,00	76,87	3,98	-3,00	0,00	0,00	77,86																																																																																																																																						
WEA 06	1.667	1.670	27,68	104,4	0,00	75,45	4,25	-3,00	0,00	0,00	76,70																																																																																																																																						
WEA 07	1.340	1.344	30,19	104,4	0,00	73,57	3,62	-3,00	0,00	0,00	74,19																																																																																																																																						
WEA 08	2.435	2.436	21,64	102,8	0,00	78,73	5,42	-3,00	0,00	0,00	81,15																																																																																																																																						
WEA 09	2.598	2.599	20,84	102,8	0,00	79,30	5,66	-3,00	0,00	0,00	81,95																																																																																																																																						
WEA 10	2.613	2.614	20,77	102,8	0,00	79,35	5,68	-3,00	0,00	0,00	82,03																																																																																																																																						
WEA 11	1.402	1.408	34,36	108,1	0,00	73,97	2,81	-3,00	0,00	0,00	73,79																																																																																																																																						
WEA 12	1.328	1.335	32,99	107,1	0,00	73,51	3,59	-3,00	0,00	0,00	74,10																																																																																																																																						
WEA 13	1.599	1.605	30,90	107,1	0,00	75,11	4,08	-3,00	0,00	0,00	76,19																																																																																																																																						
WEA 14	1.755	1.760	28,24	106,3	0,00	75,91	5,11	-3,00	0,00	0,00	78,02																																																																																																																																						
Summe			39,64																																																																																																																																														
Schall-Immissionsort: B Marienwalde, Liebewalder Damm 18a Lautester Wert bis 95% Nennleistung																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Abstand [m]</th> <th>Schallweg [m]</th> <th>Berechnet [dB(A)]</th> <th>LWA [dB(A)]</th> <th>Dc [dB]</th> <th>Adiv [dB]</th> <th>Aatm [dB]</th> <th>Agr [dB]</th> <th>Abar [dB]</th> <th>Amisc [dB]</th> <th>A [dB]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>WEA 05</td><td>1.754</td><td>1.759</td><td>28,88</td><td>105,4</td><td>0,00</td><td>75,91</td><td>3,66</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>76,56</td></tr> <tr><td>WEA 06</td><td>1.940</td><td>1.942</td><td>25,87</td><td>104,4</td><td>0,00</td><td>76,77</td><td>4,74</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>78,51</td></tr> <tr><td>WEA 07</td><td>1.702</td><td>1.704</td><td>27,44</td><td>104,4</td><td>0,00</td><td>75,63</td><td>4,32</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>76,95</td></tr> <tr><td>WEA 08</td><td>3.133</td><td>3.134</td><td>18,47</td><td>102,8</td><td>0,00</td><td>80,92</td><td>6,40</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>84,32</td></tr> <tr><td>WEA 09</td><td>3.305</td><td>3.306</td><td>17,78</td><td>102,8</td><td>0,00</td><td>81,38</td><td>6,63</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>85,01</td></tr> <tr><td>WEA 10</td><td>3.353</td><td>3.354</td><td>17,59</td><td>102,8</td><td>0,00</td><td>81,51</td><td>6,69</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>85,20</td></tr> <tr><td>WEA 11</td><td>1.572</td><td>1.578</td><td>33,09</td><td>108,1</td><td>0,00</td><td>74,96</td><td>3,09</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>75,05</td></tr> <tr><td>WEA 12</td><td>1.337</td><td>1.343</td><td>32,92</td><td>107,1</td><td>0,00</td><td>73,56</td><td>3,61</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>74,17</td></tr> <tr><td>WEA 13</td><td>1.407</td><td>1.413</td><td>32,36</td><td>107,1</td><td>0,00</td><td>74,00</td><td>3,74</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>74,74</td></tr> <tr><td>WEA 14</td><td>1.773</td><td>1.777</td><td>28,13</td><td>106,3</td><td>0,00</td><td>75,99</td><td>5,14</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>78,13</td></tr> <tr><td>Summe</td><td></td><td></td><td>39,18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	WEA 05	1.754	1.759	28,88	105,4	0,00	75,91	3,66	-3,00	0,00	0,00	76,56	WEA 06	1.940	1.942	25,87	104,4	0,00	76,77	4,74	-3,00	0,00	0,00	78,51	WEA 07	1.702	1.704	27,44	104,4	0,00	75,63	4,32	-3,00	0,00	0,00	76,95	WEA 08	3.133	3.134	18,47	102,8	0,00	80,92	6,40	-3,00	0,00	0,00	84,32	WEA 09	3.305	3.306	17,78	102,8	0,00	81,38	6,63	-3,00	0,00	0,00	85,01	WEA 10	3.353	3.354	17,59	102,8	0,00	81,51	6,69	-3,00	0,00	0,00	85,20	WEA 11	1.572	1.578	33,09	108,1	0,00	74,96	3,09	-3,00	0,00	0,00	75,05	WEA 12	1.337	1.343	32,92	107,1	0,00	73,56	3,61	-3,00	0,00	0,00	74,17	WEA 13	1.407	1.413	32,36	107,1	0,00	74,00	3,74	-3,00	0,00	0,00	74,74	WEA 14	1.773	1.777	28,13	106,3	0,00	75,99	5,14	-3,00	0,00	0,00	78,13	Summe			39,18								
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]																																																																																																																																						
WEA 05	1.754	1.759	28,88	105,4	0,00	75,91	3,66	-3,00	0,00	0,00	76,56																																																																																																																																						
WEA 06	1.940	1.942	25,87	104,4	0,00	76,77	4,74	-3,00	0,00	0,00	78,51																																																																																																																																						
WEA 07	1.702	1.704	27,44	104,4	0,00	75,63	4,32	-3,00	0,00	0,00	76,95																																																																																																																																						
WEA 08	3.133	3.134	18,47	102,8	0,00	80,92	6,40	-3,00	0,00	0,00	84,32																																																																																																																																						
WEA 09	3.305	3.306	17,78	102,8	0,00	81,38	6,63	-3,00	0,00	0,00	85,01																																																																																																																																						
WEA 10	3.353	3.354	17,59	102,8	0,00	81,51	6,69	-3,00	0,00	0,00	85,20																																																																																																																																						
WEA 11	1.572	1.578	33,09	108,1	0,00	74,96	3,09	-3,00	0,00	0,00	75,05																																																																																																																																						
WEA 12	1.337	1.343	32,92	107,1	0,00	73,56	3,61	-3,00	0,00	0,00	74,17																																																																																																																																						
WEA 13	1.407	1.413	32,36	107,1	0,00	74,00	3,74	-3,00	0,00	0,00	74,74																																																																																																																																						
WEA 14	1.773	1.777	28,13	106,3	0,00	75,99	5,14	-3,00	0,00	0,00	78,13																																																																																																																																						
Summe			39,18																																																																																																																																														
Schall-Immissionsort: C Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche Lautester Wert bis 95% Nennleistung																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Abstand [m]</th> <th>Schallweg [m]</th> <th>Berechnet [dB(A)]</th> <th>LWA [dB(A)]</th> <th>Dc [dB]</th> <th>Adiv [dB]</th> <th>Aatm [dB]</th> <th>Agr [dB]</th> <th>Abar [dB]</th> <th>Amisc [dB]</th> <th>A [dB]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>WEA 05</td><td>1.002</td><td>1.011</td><td>35,00</td><td>105,4</td><td>0,00</td><td>71,09</td><td>2,36</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>70,45</td></tr> <tr><td>WEA 06</td><td>1.558</td><td>1.561</td><td>28,47</td><td>104,4</td><td>0,00</td><td>74,87</td><td>4,05</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>75,91</td></tr> <tr><td>WEA 07</td><td>1.460</td><td>1.463</td><td>29,22</td><td>104,4</td><td>0,00</td><td>74,30</td><td>3,86</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>75,16</td></tr> <tr><td>WEA 08</td><td>3.068</td><td>3.069</td><td>18,74</td><td>102,8</td><td>0,00</td><td>80,74</td><td>6,31</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>84,05</td></tr> <tr><td>WEA 09</td><td>3.241</td><td>3.242</td><td>18,03</td><td>102,8</td><td>0,00</td><td>81,22</td><td>6,54</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>84,76</td></tr> <tr><td>WEA 10</td><td>3.335</td><td>3.336</td><td>17,66</td><td>102,8</td><td>0,00</td><td>81,47</td><td>6,67</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>85,13</td></tr> <tr><td>WEA 11</td><td>1.186</td><td>1.193</td><td>36,15</td><td>108,1</td><td>0,00</td><td>72,53</td><td>2,46</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>71,99</td></tr> <tr><td>WEA 12</td><td>880</td><td>890</td><td>37,41</td><td>107,1</td><td>0,00</td><td>69,99</td><td>2,69</td><td>-3,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>69,68</td></tr> </tbody> </table>		Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	WEA 05	1.002	1.011	35,00	105,4	0,00	71,09	2,36	-3,00	0,00	0,00	70,45	WEA 06	1.558	1.561	28,47	104,4	0,00	74,87	4,05	-3,00	0,00	0,00	75,91	WEA 07	1.460	1.463	29,22	104,4	0,00	74,30	3,86	-3,00	0,00	0,00	75,16	WEA 08	3.068	3.069	18,74	102,8	0,00	80,74	6,31	-3,00	0,00	0,00	84,05	WEA 09	3.241	3.242	18,03	102,8	0,00	81,22	6,54	-3,00	0,00	0,00	84,76	WEA 10	3.335	3.336	17,66	102,8	0,00	81,47	6,67	-3,00	0,00	0,00	85,13	WEA 11	1.186	1.193	36,15	108,1	0,00	72,53	2,46	-3,00	0,00	0,00	71,99	WEA 12	880	890	37,41	107,1	0,00	69,99	2,69	-3,00	0,00	0,00	69,68																																				
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]																																																																																																																																						
WEA 05	1.002	1.011	35,00	105,4	0,00	71,09	2,36	-3,00	0,00	0,00	70,45																																																																																																																																						
WEA 06	1.558	1.561	28,47	104,4	0,00	74,87	4,05	-3,00	0,00	0,00	75,91																																																																																																																																						
WEA 07	1.460	1.463	29,22	104,4	0,00	74,30	3,86	-3,00	0,00	0,00	75,16																																																																																																																																						
WEA 08	3.068	3.069	18,74	102,8	0,00	80,74	6,31	-3,00	0,00	0,00	84,05																																																																																																																																						
WEA 09	3.241	3.242	18,03	102,8	0,00	81,22	6,54	-3,00	0,00	0,00	84,76																																																																																																																																						
WEA 10	3.335	3.336	17,66	102,8	0,00	81,47	6,67	-3,00	0,00	0,00	85,13																																																																																																																																						
WEA 11	1.186	1.193	36,15	108,1	0,00	72,53	2,46	-3,00	0,00	0,00	71,99																																																																																																																																						
WEA 12	880	890	37,41	107,1	0,00	69,99	2,69	-3,00	0,00	0,00	69,68																																																																																																																																						
<i>(Fortsetzung nächste Seite)...</i>																																																																																																																																																	

Projekt: Klosterfelde
Lizenziertes Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071
Berechnet: 26.07.2022 11:45/3.3.261

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse
Berechnung: Gesamtbelastung Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

...(Fortsetzung von letzter Seite)

WEA
Table with columns: Nr., Abstand [m], Schallweg [m], Berechnet [dB(A)], LWA [dB(A)], Dc [dB], Adiv [dB], Aatm [dB], Agr [dB], Abar [dB], Amisc [dB], A [dB]. Includes rows for WEA 07 to WEA 14 and a Summe row.

Schall-Immissionsort: H Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA
Table with columns: Nr., Abstand [m], Schallweg [m], Berechnet [dB(A)], LWA [dB(A)], Dc [dB], Adiv [dB], Aatm [dB], Agr [dB], Abar [dB], Amisc [dB], A [dB]. Includes rows for WEA 05 to WEA 14 and a Summe row.

Schall-Immissionsort: I Stolzenhagen, Feldstraße 9

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA
Table with columns: Nr., Abstand [m], Schallweg [m], Berechnet [dB(A)], LWA [dB(A)], Dc [dB], Adiv [dB], Aatm [dB], Agr [dB], Abar [dB], Amisc [dB], A [dB]. Includes rows for WEA 05 to WEA 14 and a Summe row.

Schall-Immissionsort: J Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 19

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA
Table with columns: Nr., Abstand [m], Schallweg [m], Berechnet [dB(A)], LWA [dB(A)], Dc [dB], Adiv [dB], Aatm [dB], Agr [dB], Abar [dB], Amisc [dB], A [dB]. Includes rows for WEA 05 to WEA 14 and a Summe row.

8.4 Berechnung des mittleren Schallleistungspegels und der Standardabweichung

Zusatzbelastung:

WEA-Typ: ENERCON E-138 EP3 E2 TES			Nabenhöhe: 131 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma LWA	Sigma ges	Kwa, 10%
			k	S	σ	σ	
1	104,4 dB(A) NHU basierend auf Bericht GL 10212487-A-12-B	18.12.2020	1,28	0,40	0,64	1,19	1,5
2	104,8 dB(A) NHU basierend auf Bericht GL 10212487-A-5-B	30.11.2020					
3	105,2 dB(A) NHU basierend auf Bericht MN 21001.A0	17.02.2021					
4							
5							
					SigmaR	0,5	
					SigmaP	0,40	
					SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert		
Lwa(Mittel): 104,8 dB(A)					Lwa, 90: 106,3 dB(A)		

Vorbelastung:

Der Schallleistungspegel $L_{WA,m}$ der vorhandenen Windenergieanlagen inklusive der zu berücksichtigenden Unsicherheit σ_{LWA} wurde aus folgender Datentabelle des LfU Brandenburg übernommen.

Vorbelastung WKA - Windleistungsgebiet Klosterfelde

Lfd. Nr.	BST-Nr.	Anl.-Nr.	WKA Bez.	Typ	L _{WA,nicht} [dB(A)]	Status	Gen.Nr.	Naben-Höhe [m]	RotorØ [m]	Leistung [MW]	Rechtswert [ETRS 89]	Hochwert [ETRS 89]	Oktavspektrum [Hz]						Bem.
													63	125	250	500	1000	2000	
1	20602910000	0001	WKA 1	Enercon E66/18.70	102,9	in Betrieb	G01301	98,0	70,0	1,8	395,833	5.849,965							
2	20602910000	0002	WKA 2	Enercon E66/18.70	102,9	in Betrieb	G01301	98,0	70,0	1,8	396,175	5.849,984							
3	20602910000	0003	WKA 3	Enercon E66/18.70	102,9	in Betrieb	G01301	98,0	70,0	1,8	396,106	5.849,678							
4	20602910000	0004	WKA 4	Enercon E66/18.70	102,9	in Betrieb	G01301	98,0	70,0	1,8	395,778	5.849,623							
5	20604300000	0001	WKA IFE1	Enercon E-101	106,0	in Betrieb	G02412	135,4	101,0	3,0	395,700	5.850,231							
6	20604310000	0001	WKA GSW1	Enercon E-82 E2	103,8	in Betrieb	G08212	138,4	82,0	2,3	395,422	5.849,865							
7	20604350000	0001	WEA 01	Enercon E-82	105,0	in Betrieb	G03013	138,0	92,0	2,35	395,976	5.850,364							
8	20604350001	0002	WEA 02	Enercon E-82	105,0	in Betrieb	G03013	138,0	92,0	2,35	395,327	5.850,178							

Vorbelastung Gemarkung Stolzenhagen

Lfd. Nr.	BST-Nr.	Anl.-Nr.	WKA Bez.	Typ	L _{WA,nicht} [dB(A)]	Status	Gen.Nr.	Naben-Höhe [m]	RotorØ [m]	Leistung [MW]	Rechtswert [ETRS 89]	Hochwert [ETRS 89]	Oktavspektrum [Hz]						Bem.
													63	125	250	500	1000	2000	
9	20602700000	0001	WKA S1	Enercon E66/18.70	102,9	in Betrieb	BauG	98,0	70,0	1,8	395,427	5.849,966							
10	20602700000	0002	WKA S2	Enercon E66/18.70	102,9	in Betrieb	BauG	98,0	70,0	1,8	395,366	5.850,301							

Vorbelastung Bereich von Neuruppin

Lfd. Nr.	BST-Nr.	Anl.-Nr.	WKA Bez.	Typ	L _{WA,nicht} [dB(A)]	Status	Gen.Nr.	Naben-Höhe [m]	RotorØ [m]	Leistung [MW]	Rechtswert [ETRS 89]	Hochwert [ETRS 89]	Oktavspektrum [Hz]						Bem.
													63	125	250	500	1000	2000	
11	10652840000	6003	WKA	Vestas V47/600-76	100,7	in Betrieb	G06401	76,0	47,0	0,66	393,793	5.849,966							
12	10652840000	6002	WKA	Vestas V47/600-76	100,7	in Betrieb	G06401	76,0	47,0	0,66	393,610	5.849,888							
13	10652840000	6001	WKA	Vestas V47/600-76	100,7	in Betrieb	G06401	76,0	47,0	0,66	393,480	5.850,040							

Stand: Mai 2021

Aufgrund des geänderten WKA-Geräuschimmissions-Erlasses und lt. Informationen des LfU Brandenburg wurde die Unsicherheitsbetrachtung im Rahmen einer worst-case Betrachtung für alle Bestandsanlagen gemäß [8] angepasst. Für alle WEA, welche in vorangegangenen Schallimmissionsprognosen mit einem $\sigma_{LWA}=1,84$ ($\sigma_R=0,5$, $\sigma_P=1,2$) betrachtet wurden, ergibt sich mit

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_{LWA}^2 + \sigma_{prog}^2} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{prog}^2} = 1,64$$

sowie $K_{WA,10\%} = 1,28 \cdot \sigma_{ges} = 2,1$.

WEA-Typ: ENERCON E-66/18.70				Nabenhöhe: 98 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma LWA	Sigma ges	Kwa, 10%	
			k	S	σ	σ		
1	102,7 dB(A) WT 1618/00	21.12.2000	1,28		0,61	1,17	1,5	
2	103,0 dB(A) KCE 25716-1.001	30.11.2001						
3	103,0 dB(A) KCE 26207-1.001	28.05.2002						
4								
5								
			SigmaR					
			SigmaP					
			SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert					
Lwa(Mittel): 102,9 dB(A)			Lwa, 90: 104,4 dB(A)					

WEA-Typ: ENERCON E-82 E2				Nabenhöhe: 138 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma LWA	Sigma ges	Kwa, 10%	
			k	S	σ	σ		
1	103,4 dB(A) KCE 209244-03.03	18.03.2010	1,28	0,35	0,70	1,22	1,6	
2	104,0 dB(A) M95 777/1	15.09.2011						
3	104,0 dB(A) KCE 211372-01.01	18.10.2011						
4								
5								
			SigmaR			0,5		
			SigmaP			0,35		
			SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert					
Lwa(Mittel): 103,8 dB(A)			Lwa, 90: 105,4 dB(A)					

WEA-Typ: ENERCON E-92				Nabenhöhe: 138 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma LWA	Sigma ges	Kwa, 10%	
			k	S	σ	σ		
1	105,0 dB(A) Vorgabe lt. Behörde	28.05.2021	1,28	0,00	1,30	1,64	2,1	
2								
3								
4								
5								
			SigmaR			0,5		
			SigmaP			1,20		
			SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert					
Lwa(Mittel): 105,0 dB(A)			Lwa, 90: 107,1 dB(A)					

WEA-Typ: ENERCON E-101				Nabenhöhe: 135 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma LWA	Sigma ges	Kwa, 10%	
			k	S	σ	σ		
1	106,0 dB(A) Vorgabe lt. Behörde	28.05.2021	1,28	0,00	1,30	1,64	2,1	
2								
3								
4								
5								
			SigmaR			0,5		
			SigmaP			1,20		
			SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert					
Lwa(Mittel): 106,0 dB(A)			Lwa, 90: 108,1 dB(A)					

WEA-Typ: Vestas V47-660 kW				Nabenhöhe: 76 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma LWA	Sigma ges	Kwa, 10%	
			k	S	σ	σ		
1	100,7 dB(A) DEWI 12.98	07.12.1998	1,28	0,00	1,30	1,64	2,1	
2								
3								
4								
5								
			SigmaR			0,5		
			SigmaP			1,20		
			SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert					
Lwa(Mittel): 100,7 dB(A)			Lwa, 90: 102,8 dB(A)					

8.5 Begriffsdefinitionen

Schalleistungspegel L_W : Er repräsentiert die Stärke der Abstrahlung einer Schallquelle und ist definiert zu:

$$L_W = 10 \lg (P/P_0) \text{ dB}$$

mit P ... Schalleistung der Schallquelle [W]

P_0 ... Referenzschalleistung [10^{-12} W]

Die Schalleistung von Windenergieanlagen entsteht in der Hauptsache durch turbulente Luftströmung im Umfeld der Rotorblätter. Der Schalleistungspegel wird nach genormten Verfahren ([5], [15]) durch akustische Messungen bestimmt. Der den bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage charakterisierende maximale Schallemissionspegel ist in der Regel innerhalb eines Windgeschwindigkeitsintervalls von 6...10 m/s in 10 m Höhe ü. Grund bzw. bei Erreichen von etwa 95% der Nennleistung zu erwarten. Für die Schallausbreitungsrechnung wird die von der Windenergieanlage emittierte Schallenergie auf einen hypothetischen Punkt in der Rotormitte konzentriert; es wird also von einer punktförmigen Schallquelle ausgegangen.

Schalldruckpegel L_r : Das menschliche Ohr kann Schalldruckschwankungen sehr unterschiedlicher Größenordnungen wahrnehmen: zwischen der Hörschwelle (20 μ Pa) und der Schmerzschwelle (20 Pa) liegen 6 Zehnerpotenzen. Zur vereinfachten Beschreibung wurde eine logarithmische Skala eingeführt. Der Schalldruckpegel, der die Schallimmission am Betrachtungspunkt beschreibt, ist wie folgt definiert:

$$L_r = 20 \lg (p/p_0) \text{ dB}$$

mit p ... Schalldruck-Effektivwert am Immissionsort [Pa]

p_0 ... Referenzschalldruck, entspricht der Hörschwelle [20 μ Pa]

dB... Dezibel - Pegeleinheit (abgeleitet von *Graham Bell*)

A-Bewertung: Die Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs ist frequenzabhängig - niedrige und sehr hohe Frequenzen werden bei gleichem Schalldruck leiser wahrgenommen. Die nach DIN 45634 definierte A - Bewertungskurve trägt dem Rechnung, indem bei der Auswertung von Messungen insbesondere niedrige Frequenzen weniger stark bewertet werden als mittlere. A - bewertete Schallpegel werden wie im vorliegenden Bericht mit der Einheit dB(A) gekennzeichnet.

Schallreduzierter Betrieb: Drehzahlvariable (pitchgeregelte) Windenergieanlagen können im Bedarfsfall (z.B. nachts) in einen schallreduzierten Betriebsmodus versetzt werden. Dabei wird normalerweise die Drehzahl des Rotors unterhalb eines Grenzwertes gehalten. Damit wird die Geschwindigkeit der Rotorblätter beschränkt und die von den Rotorblättern ausgehende Schallemission verringert. Mit der Schallreduzierung gehen in aller Regel eine Beschränkung der elektrischen Leistung und damit Ertragseinbußen einher.

Ton-/Impulshaltigkeit: Die von dem Stand der Technik entsprechenden Windenergieanlagen emittierten Geräusche sind breitbandig (z.B. als Rauschen wahrgenommen) und hinsichtlich ihrer Schalleistung zeitlich konstant. Tonhaltigkeit liegt vor, wenn Einzeltöne innerhalb eines Geräusches wahrnehmbar sind (z.B. als Pfeifen, Summen wahrgenommen). Impulshaltig ist ein Geräusch, wenn periodisch eine erhebliche Änderung des Schalleistungspegels auftritt. Beide Phänomene können dazu führen, dass ein Geräusch über das aus dem Beurteilungspegel ableitbare Niveau hinaus wahrnehmbar und lästig ist. Die erhöhte Lästigkeit kann bei der Pegeldarstellung der Schallemission durch Vergabe von Zuschlägen ausgedrückt werden; der um den Ton- bzw. Impulshaltigkeitszuschlag erhöhte Schallemissionspegel charakterisiert ein Geräusch gleicher Lästigkeit ohne Ton- bzw. Impulshaltigkeit. Der Impulzzuschlag wird im Zuge der Auswertung von Schallvermessungen berechnet. Für Tonhaltigkeit sind ggf. Zuschläge in Höhe von 3 dB (auffällige Töne) oder 6 dB (besonders auffällige Töne) gebräuchlich.

Beurteilungspegel: Er dient im Vergleich mit dem für einen Immissionsort anzuwendenden Immissionsrichtwert der Prüfung der Frage, ob im Zusammenhang mit einem Vorhaben erhebliche Belästigungen zu erwarten sind oder nicht. Neben der Aggregation der Vor- und Zusatzbelastung zur Gesamtbelastung können im Beurteilungspegel (im Unterschied zu einem reinen Schalldruckpegel) weitere Aspekte wie etwa auftretende Ton-/Impulshaltigkeit und die Pegelunsicherheit repräsentiert sein.

Infraschall: Schall sehr geringer Frequenz unterhalb von 20 Hz wird als Infraschall bezeichnet. Die Wahrnehmung erfolgt nicht im eigentlichen Sinne durch das menschliche Ohr und erst bei sehr hohen Pegelwerten. Quellen von wahrnehmbarem Infraschall sind u.a. der Verkehr, große Gasverdichter, aber auch Meeresrauschen und der Wind selbst. Es ist durch Messungen vielfach belegt, dass Windenergieanlagen zwar Infraschall emittieren können; dieser liegt jedoch erheblich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen. Aus Infraschall unterhalb der Wahrnehmungsschwelle folgende negative Auswirkungen auf den Menschen sind bisher nicht festgestellt worden.

Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit: Lt. 6.5 der TA Lärm ist in zum Wohnen genutzten Gebieten den ermittelten Beurteilungspegeln ein Zuschlag von 6 dB(A) für folgende Zeiten hinzuzurechnen:

- Werktags 6.00 – 7.00 Uhr und 20.00 – 22.00 Uhr
- Sonn-/Feiertags 6.00 – 9.00 Uhr, 13.00 – 15.00 Uhr und 20.00 – 22.00 Uhr.

Für diese Zeiträume gelten lt. TA Lärm 6.1 die Immissionsrichtwerte des Tagzeitraums, welche 15 dB(A) über den Immissionsrichtwerten für den Nachtzeitraum liegen. Zur Beurteilung der Immissionssituation werden in den Schallimmissionsprognosen in der Regel die Richtwerte für den kritischeren Nachtzeitraum verwendet. Sofern diese Immissionsrichtwerte durch die ermittelten Beurteilungspegel unterschritten bzw. nicht um mehr als 9 dB(A) überschritten werden, ist davon auszugehen, dass diese Beurteilungspegel auch mit einem Zuschlag von 6 dB(A) die Immissionsrichtwerte für den Tagzeitraum nicht überschreiten.

8.6 Angaben zu den verwendeten Oktavpegeln

Zusatzbelastung:

WEA: ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O!
Schall: 106,3 dB(A) TES BM 0s Lwa,90 Okt. D

Datenquelle: Dreifachvermessung 104,7 dB(A) + Offset 0,1 dB(A) + Unsicherheit 1,5 dB(A)
 Quelle/Datum: 18.11.2021
 Quelle: USER
 Bearbeitet: 06.05.2022 16:30
 Oktavband aus Bericht DNV – 10320292-A-1-A bei 13 m/s in
 ten, 06.05.2022

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	106,3	Nein	88,5	95,2	96,5	98,4	101,5	100,3	92,9	80,0

Vorbelastung:

WEA: ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O!
Schall: 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. V

Datenquelle: Vermessung 102,7 dB(A) + Offset 0,2 dB(A) + Unsicherheit 1,5 dB(A)
 Quelle/Datum: 21.12.2000
 Quelle: USER
 Bearbeitet: 04.06.2021 14:02
 Dreifachvermessung mit Schallleistungspegel 102,9 dB(A)
 Oktavband aus Bericht: WT1618/00
 ten, 04.06.2021

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	98,0	95% der Nennleistung	104,4	Nein	85,1	92,3	95,6	99,1	99,3	96,2	89,6	78,1

WEA: ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O!
Schall: 105,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D

Datenquelle: Dreifachvermessung 104,0 dB(A) + Offset -0,2 dB(A) + Unsicherheit 1,6 dB(A)
 Quelle/Datum: 14.10.2011
 Quelle: USER
 Bearbeitet: 25.08.2021 09:47
 Bericht Nr.: 211376-01.01
 ten, 25.08.2021 (NH 85 m hinzugefügt)

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	138,4	95% der Nennleistung	105,4	Nein	86,4	94,9	98,4	100,5	99,9	94,7	87,5	80,1

WEA: ENERCON E-92 2300 92.0 !-!
Schall: 107,1 dB(A) Lwa,90 Okt. R

Datenquelle: Referenzspektrum 105,0 dB(A) + Unsicherheit 2,1 dB(A)
 Quelle/Datum: 30.06.2016
 Quelle: USER
 Bearbeitet: 31.05.2021 19:10
 Behördenvorgabe
 ten, 06.02.2019

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	138,4	95% der Nennleistung	107,1	Nein	86,8	95,2	99,4	101,6	101,1	99,1	95,1	71,1

WEA: ENERCON E-101 3000 101.0 !O!
Schall: 108,1 dB(A) Lwa,90 Okt. D

Datenquelle: Dreifachvermessung 105,1 dB(A) + Offset 0,9 dB(A) + Unsicherheit 2,1 dB(A)
 Quelle/Datum: 04.07.2014
 Quelle: USER
 Bearbeitet: 31.05.2021 18:59
 Bericht: KC 214220-01.01
 Oktavband bei Frequenz von 8000,0 Hz aus Referenzspektrum entnommen
 ten, 31.05.2021

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	135,0	95% der Nennleistung	108,1	Nein	88,9	96,4	102,3	103,8	101,3	96,8	88,8	75,1

WEA: VESTAS V47-660 kW 660 47.0 !O!
Schall: 102,8 dB(A) Lwa,90 Okt. R

Datenquelle Vermessung 100,7 dB(A) + Unsicherheit 2,1 dB(A)
 Bericht: DEWI 12.98
 Oktavband aus Referenzspektrum
 ten, 31.05.2021

Quelle/Datum 07.12.1998
 Quelle USER
 Bearbeitet 31.05.2021 18:36

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	76,0	95% der Nennleistung	102,8	Nein	82,5	90,9	95,1	97,3	96,8	94,8	90,8	66,8

8.7 Angaben zu den verwendeten Schallemissionspegeln

ENERCON E-138 EP3 E2 BM 0s:



3 ZUSAMMENFASSUNGEN AUS MEHREREN EINZELMESSUNGEN

3.1 Ergebniszusammenfassung ENERCON E-138 EP3 E2, BM 0s

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Auf der Basis von drei Messungen wurden gemäß /1/ die Schallemissionswerte eines Anlagentyps ermittelt, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Tabelle 3-1 Anlagendaten

Parameter	Wert
WEA-Hersteller	ENERCON Dreerkamp 5, 26605 Aurich, Germany
WEA-Typ	ENERCON E-138 EP3 E2
Nennleistung	4200 kW
Betriebsmodus	BM 0s
Nennzahl Rotor	11,1 min ⁻¹
Rotordurchmesser	138,25 m

Tabelle 3-2 Angaben zur Einzelmessung

Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	1380324	1380274	1380350
Parkinterne Nummer	-	-	-
Standort	Janneby	Marsberg	Esterwegen
Vermessene Nabenhöhe	110 m	160 m	160 m
Messinstitut	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH	Deutsche WindGuard Consulting GmbH
Prüfbericht	10212487-A-12-B	10212487-A-5-B	MN21001.A0
Berichtsdatum	2020-12-18	2020-11-30	2021-02-17
Messnorm / Messrichtlinie	FGW TR 1 Rev. 18	FGW TR 1 Rev. 18	FGW TR 1 Rev. 18
Getriebetyp	-	-	-
Generatortyp	ENERCON E-138 EP3 E2-GE-01	ENERCON E-138 EP3 E2-GE-01	ENERCON E-138 EP3 E2-GE-01
Zusatzkomponenten	VG's / trailing edge serrations	VG's / trailing edge serrations	TES*

* Nach Aussage von ENERCON vom 2021-11-17 entspricht die Angabe „trailing edge serrations“ in der Herstellerbescheinigung der Bezeichnung „TES“.

Leistungskurven: vom Hersteller berechnet

Gemäß /1/ liegt der erforderliche Auswertebereich der Betriebsmodus BM 0s zwischen 8,1 m/s und 13,2 m/s.



Tabelle 3-3 Schalleistungspegel $L_{WA,k}$ in dB

WG auf Nabenhöhe $V_{s,k}$ [m/s]	1		2		3		Mittelwert $\bar{L}_{WA,k}$ [dB]	Standard- abweichung s_k [dB]	Gesamt- unsicherheit σ_k [dB]
	$L_{WA,k}$ [dB]	$U_{C,LWA,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	$U_{C,LWA,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	$U_{C,LWA,k}$ [dB]			
8,0	101,5	0,6	101,7	0,7	-	-	101,6 ¹	0,1 ¹	0,7 ¹
8,5	101,9	0,6	102,2	0,7	-	-	102,0 ¹	0,1 ¹	0,7 ¹
9,0	102,2	0,6	102,5	0,7	103,5	0,9	102,8	0,4	0,8
9,5	102,5	0,6	102,8	0,7	103,2	0,9	102,8	0,2	0,8
10,0	102,8	0,6	103,1	0,7	103,2	0,8	103,0	0,1	0,7
10,5	103,0	0,6	103,4	0,7	103,4	0,8	103,3	0,1	0,7
11,0	103,3	0,6	103,7	0,7	103,8	0,8	103,6	0,2	0,7
11,5	103,5	0,6	104,0	0,7	104,3	0,8	103,9	0,2	0,7
12,0	103,7	0,6	104,2	0,7	104,7	0,8	104,2	0,3	0,8
12,5	103,9	0,7	104,5	0,7	105,0	0,8	104,5	0,3	0,8
13,0	104,0	0,7	104,7	0,7	105,3	0,9	104,7	0,4	0,9

¹ berechnet aus 2 Einzelmessungen (informative Angabe)

Tabelle 3-4 Tonale Wahrnehmbarkeit $\Delta L_{a,k}$ in dB

WG auf Nabenhöhe $V_{s,k}$ [m/s]	1				2				3			
	$f_{T,k}$ [Hz]	$\Delta L_{a,k}$ ¹ [dB]	K_{TN} [dB]	K_{IN} [dB]	$f_{T,k}$ [Hz]	$\Delta L_{a,k}$ [dB]	K_{TN} [dB]	K_{IN} [dB]	$f_{T,k}$ [Hz]	$\Delta L_{a,k}$ ¹ [dB]	K_{TN} [dB]	K_{IN} [dB]
8,0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-	-
8,5	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-	-
9,0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0
9,5	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0
10,0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0
10,5	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0
11,0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0
11,5	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0
12,0	128	-2,44	0	0	-	-	0	0	125	-0,4	0	0
12,5	128	-2,44	0	0	-	-	0	0	125	-0,4	0	0
13,0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0

¹ das $\Delta L_{a,k}$ wurde gemäß /2/ ermittelt und ist daher nicht direkt mit einem $\Delta L_{a,k}$ gemäß /1/ vergleichbar.

Aufgrund der baulichen Änderungen für WEA unterschiedlicher Nabenhöhen kann das akustische Verhalten in Bezug auf die Tonhaltigkeiten nicht durch Umrechnung bestimmt werden. Es treten jedoch im Allgemeinen keine erheblichen Änderungen auf. Die gemachten Angaben zur Tonhaltigkeit sind den o. g. Prüfberichten entnommen.



3.12 Terzen bei 13,0 m/s

Table 3-14 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	LWA [dB]	u _c [dB]	LWA [dB]	u _c [dB]	LWA [dB]	u _c [dB]	LWA [dB]	S [dB]	σ ¹ [dB]	LWA [dB]
10 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12,5 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,5 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	79,2	2,0	78,8	2,0	79,1	-	79,1	0,1	2,0	-
63	81,9	2,0	81,3	2,0	82,3	-	81,9	0,3	2,0	86,9
80	84,5	2,0	84,0	2,0	83,9	-	84,1	0,2	2,0	-
100	86,2	2,0	85,6	2,0	85,2	-	85,7	0,3	2,0	-
125	89,8	2,1	90,0	2,0	91,1	-	90,4	0,4	2,1	93,6
160	88,9	2,0	88,8	2,0	90,1	-	89,3	0,4	2,0	-
200	86,3	2,0	88,1	2,0	90,0	-	88,4	1,1	2,3	-
250	90,5	2,0	89,2	2,0	92,7	-	91,0	1,0	2,2	94,9
315	89,3	2,0	90,6	2,0	91,6	-	90,6	0,7	2,1	-
400	88,1	2,0	90,8	2,0	91,6	-	90,4	1,1	2,3	-
500	91,2	2,0	92,6	2,0	93,2	-	92,4	0,6	2,1	96,8
630	90,4	2,0	93,8	2,0	93,9	-	93,0	1,2	2,3	-
800	94,3	2,0	94,8	2,0	94,7	-	94,6	0,2	2,0	-
1000	94,6	2,0	95,2	2,0	96,2	-	95,4	0,4	2,0	99,9
1250	94,8	2,0	95,0	2,0	96,1	-	95,3	0,4	2,0	-
1600	95,3	2,0	96,0	2,0	95,7	-	95,7	0,2	2,0	-
2000	93,2	2,0	93,5	2,0	94,3	-	93,7	0,3	2,0	98,7
2500	91,2	2,0	91,4	2,0	91,5	-	91,4	0,1	2,0	-
3150	89,1	2,0	89,0	2,0	88,8	-	89,0	0,1	2,0	-
4000	86,9	2,0	85,7	2,0	84,9	-	85,9	0,6	2,1	91,3
5000	83,5	2,0	82,4	2,0	79,2	-	82,1	1,3	2,4	-
6300	79,3	2,1	76,5	2,2	70,8	-	76,7	2,6	3,4	-
8000	74,2	2,2	72,0	2,5	59,7	-	71,6	5,0	5,5	78,4
10000	70,7	2,3	70,3	2,6	54,8	-	68,8	5,8	6,3	-

¹ berechnet aus 2 Einzelmessungen (informative Angabe), da kein u_c der Messung 3 angegeben ist.

² keine Angabe im zugrunde liegenden Bericht, da gemäß I/2 die Angabe der Werte unterhalb einer Frequenz von 50 Hz nicht notwendig ist.

Die Angaben dieses Berichts ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte

Nabenhöhenumrechnung von vermessenen Schallemissionspegel gemäß Technischer Richtlinie TR1, Revision 17, Anhang C

Windereignisagentyp: ENERCON E-138 EP3 E2
 Grundlage: MN 21001.A0

entnommene Werte:	Daten Messung
Nabenhöhe [m]:	$h_{N,vermessen}$ 160
Rotordurchmesser [m]:	D 138
Referenzrauhigkeitslänge [m]:	z_0 0,05
	d
Referenzabstand*	R_0 229,4
schräger Abstand vom Rotormittelpunkt zum Mikrofon*	R_1 279,69

Umrechnung auf	
$h_{N,neu}$	131

Berechnet	bsm
Geprüft	ten
Stand	03.01.2022

Regressionsparameter zur Bestimmung		
Exp.-faktor	L_{Aeq}	L_n
0	321,3018202	43,1915000
1	-134,5701123	-0,0103000
2	24,4885284	
3	-1,9366806	
4	0,0563997	
5		
6		

*Wenn Wert im Messbericht enthalten, ist dieser anstelle der Formeln zu übernehmen.

Referenzwindgeschwindigkeit in 10 m Höhe	V_{10ref} (m/s)	6	7	8	9	10	7,8	8,00	
vermessener Schalleistungspegel	$L_{WA(vermessen)}$ dB(A)	103,4	103,6	104,8	105,4	105,2	104,6		
ermittelte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	$V_{10,i}$	5,8513353	6,826558	7,8017804	8,77700293	9,75222548	7,60673587	7,8	
Schalldruckpegel des Betriebsgeräusches	L_{Aeq}	50,450649	50,2311	51,247147	51,9038053	51,830435	51,0392797	51,24532021	
Schalldruckpegel des Hintergrundgeräusches	L_n	43,131231	43,12119	43,11142	43,1010969	43,0910521	43,1131506	43,11116	
hintergrundkorrigierter Schalldruckpegel des Anlagengeräusches	$L_{Aeq,c,berechnet}(v100)$	49,56021	49,29154	50,522888	51,2902858	51,2072257	50,2758215	50,52072685	
berechneter Schalleistungspegel	$L_{WA(berechnet)}$ dB(A)	103,5	103,2	104,4	105,2	105,1	104,2	104,4	

Vorlage Version 1.0
 Bearbeiter PMS/bsm, 04.04.2015

Nabenhöhenumrechnung von vermessenen Schallemissionspegel gemäß Technischer Richtlinie TR1, Revision 17, Anhang C

Windereignisagentyp: ENERCON E-138 EP3 E2
 Grundlage: GL 10212487-A-12-B

entnommene Werte:	Daten Messung
Nabenhöhe [m]:	$h_{N,vermessen}$ 110
Rotordurchmesser [m]:	D 138
Referenzrauhigkeitslänge [m]:	z_0 0,05
	d 6,1
Referenzabstand*	R_0 182
schräger Abstand vom Rotormittelpunkt zum Mikrofon*	R_1 217,90

Umrechnung auf	
$h_{N,neu}$	131

Berechnet	bsm
Geprüft	ten
Stand	03.01.2022

Regressionsparameter zur Bestimmung		
Exp.-faktor	L_{Aeq}	L_n
0	44,0178400	32,2900730
1	0,6936705	0,8401548
2	0,1825047	
3	-0,0248609	
4	0,0008525	
5		
6		

*Wenn Wert im Messbericht enthalten, ist dieser anstelle der Formeln zu übernehmen.

Referenzwindgeschwindigkeit in 10 m Höhe	V_{10ref} (m/s)	5	6	7	8	9	10	8,17	7,99
vermessener Schalleistungspegel	$L_{WA(vermessen)}$ dB(A)	101	102	102,9	103,5	104	104,4	103,6	
ermittelte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	$V_{10,i}$	5,113508	6,1362101	7,158912	8,1816134	9,20431512	10,2270168	8,35547273	8,17
Schalldruckpegel des Betriebsgeräusches	L_{Aeq}	49,59584	50,610841	51,45502	52,114326	52,5970612	52,9339276	52,2082849	52,10786716
Schalldruckpegel des Hintergrundgeräusches	L_n	36,58621	37,445439	38,30467	39,163895	40,0231226	40,8823504	39,3099636	39,1541378
hintergrundkorrigierter Schalldruckpegel des Anlagengeräusches	$L_{Aeq,C,berechnet}(v100)$	49,37304	50,396089	51,23951	51,888388	52,35007	52,6543313	51,9795466	51,88210531
berechneter Schalleistungspegel	$L_{WA(berechnet)}$ dB(A)	101,1	102,2	103,0	103,6	104,1	104,4	103,7	103,6

Vorlage Version 1.0
 Bearbeiter PMS/bsm, 04.04.2015

Nabenhöhenumrechnung von vermessenen Schallemissionspegel gemäß Technischer Richtlinie TR1, Revision 17, Anhang C

Windereignisagentyp: ENERCON E-138 EP3 E2
 Grundlage: GL 10212487-A-5-B

entnommene Werte:	Daten Messung
Nabenhöhe [m]:	$h_{N,vermessen}$ 160
Rotordurchmesser [m]:	D 138
Referenzrauhigkeitslänge [m]:	z_0 0,05
	d 6,06
Referenzabstand*	R_0 228
schräger Abstand vom Rotormittelpunkt zum Mikrofon*	R_1 283,52

Umrechnung auf	
$h_{N,neu}$	131

Berechnet	bsm
Geprüft	ten
Stand	03.01.2022

Regressionsparameter zur Bestimmung		
Exp.-faktor	L_{Aeq}	L_n
0	13,4288580	38,6423940
1	18,1334530	0,7443319
2	-3,6130756	
3	0,3377918	
4	-0,0119378	
5		
6		

*Wenn Wert im Messbericht enthalten, ist dieser anstelle der Formeln zu übernehmen.

Referenzwindgeschwindigkeit in 10 m Höhe	V_{10ref} (m/s)	6	7	8	9	10	7,79	7,99	
vermessener Schalleistungspegel	$L_{WA(vermessen)}$ dB(A)	102,6	103,5	104,3	104,9	104,6	104,2		
ermittelte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	$V_{10,i}$	5,8513353	6,826558	7,8017804	8,77700293	9,75222548	7,59698365	7,79	-
Schalldruckpegel des Betriebsgeräusches	L_{Aeq}	49,50754	50,37788	51,163549	51,8007388	51,9664727	51,0048589	51,1545564	-
Schalldruckpegel des Hintergrundgeräusches	L_n	42,997729	43,72362	44,449508	45,1753968	45,901286	44,2970709	44,44073911	-
hintergrundkorrigierter Schalldruckpegel des Anlagengeräusches	$L_{Aeq,c,berechnet}(v100)$	48,409699	49,3207	50,122711	50,7355641	50,7318464	49,9623256	50,11365755	-
berechneter Schalleistungspegel	$L_{WA(berechnet)}$ dB(A)	102,5	103,4	104,2	104,8	104,8	104,0	104,2	-

Vorlage Version 1.0
 Bearbeiter PMS/bsm, 04.04.2015

ENERCON E-66/18.70:

ENERCON <small>GmbH</small> <small>Ordnungstr. Tel.: 04641 / 927-0 28028 Ahrich Fax: 04641 / 927-190</small>		ENERCON Schalleistungspegel E-66/18.70	Seite 1 v. 1
--	---	---	-----------------

Die Schalleistungspegel der ENERCON E-66 mit 1.800kW Nennleistung und 70m Rotordurchmesser werden wie folgt angegeben:

Nabenhöhe	<u>Gemessener</u> Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 8 m/s in 10 m Höhe WINDTEST GmbH		ENERCON Garantie	<u>Gemessener</u> Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 10 m/s in 10 m Höhe WINDTEST GmbH		ENERCON Garantie
65 m	100,5 dB(A)	0 dB	101,0 dB(A) 0-1 dB	102,7 dB(A)	0 dB	103,0 dB(A) 0-1 dB
85 m	100,8 dB(A)	0 dB	101,0 dB(A) 0-1 dB	102,7 dB(A)	0 dB	103,0 dB(A) 0-1 dB
98 m	101,0 dB(A)	0 dB	101,5 dB(A) 0-1 dB	102,7 dB(A)	0 dB	103,0 dB(A) 0-1 dB

- Diese Angaben beziehen sich auf die Schallemissionsmessungen an einer E-66 mit 1.800kW Nennleistung, 70m Rotordurchmesser und einer Nabenhöhe von 65m durch die Firma WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, Kaiser-Wilhelm-Koog, gemäß deren Prüfbericht WT 1618/00 vom 21.12.2000 und der Zusammenfassung der Meßergebnisse WT 1629/01 vom 05.01.2001 (ersetzt somit die Zusammenfassung WT 1569/00 vom 15.11.2000).
- Die Schalleistungspegelvermessungen, sowie die Ermittlung der Tonhaltigkeit und der Impulshaltigkeit, wurden entsprechend den FGW-Richtlinien (Technischer Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schalleistungspegels und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Rev. 13, Stand 01.01.2000, Brunsbüttel, Fördergesellschaft Windenergie e.V.), basierend auf der DIN EN81400-11 (Windenergieanlagen, Teil 11: Geräuschmissionen) mit Stand Februar 2000, Die Bestimmung der Impulshaltigkeit entspricht der DIN 45645 (T1, „Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschmissionen“, Stand Juli 1996). Zur Feststellung der Tonhaltigkeit wurde entsprechend der Technischen Richtlinie nach DIN 45681 (Entwurf, „Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschmissionen“, Stand Januar 1992) verfahren.
- Der Schalleistungspegel für die Referenzwindgeschwindigkeit von 10m/s in 10m Höhe bezieht sich auf 95% der Nennleistung (entspricht 9,62m/s in 10m Höhe).
- Die Meßunsicherheit wird in den oben genannten Meßberichten mit $s_{\text{total}} = 1,5 \text{ dB(A)}$ beziffert.
- Schalleistungspegelwerte für 85m und 98m Nabenhöhe ergeben sich als Berechnung aus der Vermessung der E-66 mit 1.800kW Nennleistung und einer Nabenhöhe von 65m.
- ENERCON Anlagen gewährleisten aufgrund ihres verschleißfreien Konzeptes und ihrer variablen Betriebsführung, daß vorgegebene Schallwerte während der gesamten Lebensdauer eingehalten werden.

Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)														
Anlagenhersteller:	Enercon GmbH	Nennleistung (Generator):	1800 kW													
Seriennummer:	70350	Rotordurchmesser:	70,4 m													
WEA-Standort (ca.):	49849 Wilsum GK RW 25.60.880, GK HW 59.23.400	Nabenhöhe über Grund:	98m													
		Turmbauart:	kon. Rohr + Sockel													
		Leistungsregelung:	Blattverstellung													
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerang.)														
Rotorblatthersteller:	Enercon	Getriebehersteller:	entfällt													
Rotorblatttyp:	Enercon	Typenbezeichnung Getriebe:	entfällt													
Blatteinstellwinkel:	Variabel	Generatorhersteller:	Enercon													
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-66/18.70, Ringbauweise													
Rotordrehzahlbereich:	10-22 U/min	Generatoromendrehzahl:	22 U/min													
Prüfbericht zur Leistungskurve: Leistungskurvenmessung DEWI-PV 0002-05-E, Deutsches Windenergie-Institut GmbH																
	Referenzpunkt		Bemerkungen													
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Schallemissions-Parameter														
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	6 ms^{-1}	97,2 dB(A)														
	7 ms^{-1}	99,7 dB(A)														
	8 ms^{-1}	101,6 dB(A)														
	9 ms^{-1}	102,9 dB(A)														
	9,15 ms^{-1}	103,0 dB(A)														
Tonzuschlag für den Nahbereich K_{TN}	6 ms^{-1}	0 dB														
	7 ms^{-1}	0 dB														
	8 ms^{-1}	0 dB														
	9 ms^{-1}	0 dB														
	9,15 ms^{-1}	0 dB														
Impulzzuschlag für den Nahbereich K_{IN}	6 ms^{-1}	0 dB														
	7 ms^{-1}	0 dB														
	8 ms^{-1}	0 dB														
	9 ms^{-1}	0 dB														
	9,15 ms^{-1}	0 dB														
Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 9,15 ms^{-1}$ in dB(A), entsprechend 95% der Nennleistung (1710 kW)																
Frequenz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
$L_{WA,P}$	62,3	67,8	71,7	74,4	77,3	80,7	83,3	86,6	85,5	86,4	91,4	87,2	89,3	91,7	91,4	91,0
Frequenz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
$L_{WA,P}$	93,3	93,4	94,2	92,6	90,9	88,6	86,2	83,5	81,8	78,6	74,0	70,0	67,6	65,9	64,8	---

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung. Die Angaben ersetzen nicht den o.g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen:

Gemessen durch: KÖTTER Consulting Engineers
- Rheine -

Datum: 30.11.2001



Unterschrift

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht enthält 1 Seite.

Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)														
Anlagenhersteller:	Enercon GmbH	Nennleistung (Generator):	1800 kW													
Seriennummer:	70494	Rotordurchmesser:	70m													
WEA-Standort (ca.):	42499 Hückeswagen GK RW 25.92.350 GK HW 56.67.312	Nabenhöhe über Grund:	86m													
		Turmbauart:	kon. Rohr + Sockel													
		Leistungsregelung:	Blattverstellung													
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerang.)														
Rotorblatthersteller:	Enercon	Getriebehersteller:	entfällt													
Rotorblatttyp:	Enercon	Typenbezeichnung Getriebe:	entfällt													
Blatteinstellwinkel:	Variabel	Generatorhersteller:	Enercon													
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-66/18.70, Ringbauweise													
Rotordrehzahlbereich:	8-22 U/min	Generatormendrehzahl:	22 U/min													
Prüfbericht zur Leistungskurve: Leistungskurvenmessung DEWI-PV 0002-05-E, Deutsches Windenergie-Institut GmbH																
	Referenzpunkt		Bemerkungen													
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Schallemissions-Parameter														
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	8 ms^{-1}	101,4 dB(A)														
	9 ms^{-1}	103,0 dB(A)														
	----	----														
	----	----														
Tonzuschlag für den Nahbereich K_{TN}	8 ms^{-1}	0 dB														
	9 ms^{-1}	0 dB														
	----	----														
	----	----														
Impulzzuschlag für den Nahbereich K_{IN}	8 ms^{-1}	0 dB														
	9 ms^{-1}	0 dB														
	----	----														
	----	----														
Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 9,0 ms^{-1}$ in dB(A)																
Frequenz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
$L_{WA,P}$	59,4	62,1	67,6	71,1	74,8	78,4	88,4	92,4	87,4	89,3	93,5	89,9	90,2	91,5	91,1	90,4
Frequenz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
$L_{WA,P}$	91,4	90,8	91,9	91,3	89,9	88,9	84,9	81,5	78,4	75,2	71,0	66,8	70,6	69,3	66,1	68,8
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung. Die Angaben ersetzen nicht den o.g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: Der Abstand zwischen eingeschalteter und ausgeschalteter Windenergieanlage betrug während der Messung <5 dB(A) zwischen WEA an und Hintergrundgeräusch, witterungsbedingt konnten für $v_{10} = 6 m/s$ und $7 m/s$ keine Minutenmittelwerte erfasst werden.

Gemessen durch: KÖTTER Consulting Engineers
- Rheine -



Datum: 28.05.2002

Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine
Tel. 0 59 71 - 97 10.0 · Fax 0 59 71 - 97 10.43

E. V. Arno Schälyb
Unterschrift

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht enthält 1 Seite.

E-82 E2:



Seite 14 zum Bericht Nr. 211376-01.01

7.) **Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 138 m**

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen			
			Seite 1 von 2
Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [4] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.			
Anlagendaten			
Hersteller	Enercon GmbH	Anlagenbezeichnung	E-82 E2
		Nennleistung in kW	2.300 (Betrieb I)
		Nabenhöhe in m	138
		Rotordurchmesser in m	82
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	82679	822040	822877
Standort	26629 Großefehn	26632 Ihlow	26316 Varel-Hohelucht
vermessene Nabenhöhe (m)	108	108	108
Messinstitut	KÖTTER Consulting Engineers KG	Müller-BBM GmbH	KÖTTER Consulting Engineers KG
Prüfbericht	209244-03.03	M95 777/1	211372-01.01
Datum	18.03.2010	15.09.2011	18.10.2011
Getriebetyp	--	--	--
Generatortyp	E-82 E2	E-82 E2	E-82 E2
Rotorblatttyp	E-82-2	E-82-2	E-82-2

Schallemissionsparameter: Messwerte (1. und 2. Messung: Kennlinie E-82 E2, 2,3 MW, Betrieb I, berechnet Rev 3.0, Enercon GmbH; 3. Messung: Prüfbericht Leistungskurve: Excerpt MP11 004 of the Test Report MP10 026, Deutsche WindGuard)

Schalleistungspegel L_{WAP} :						
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	8,1 m/s ²⁾
1 ¹⁾	101,1 dB(A)	102,8 dB(A)	103,3 dB(A)	103,3 dB(A)	102,5 dB(A)	103,4 dB(A)
2 ¹⁾	102,6 dB(A)	103,9 dB(A)	104,0 dB(A)	104,3 dB(A)	--	104,0 dB(A)
3 ¹⁾	102,4 dB(A)	103,2 dB(A)	103,9 dB(A)	104,4 dB(A) ³⁾	--	104,0 dB(A)
Mittelwert \bar{L}_W	102,0 dB(A)	103,3 dB(A)	103,7 dB(A)	104,0 dB(A)	--	103,8 dB(A)
Standardabweichung S	0,8 dB	0,6 dB	0,4 dB	0,6 dB	--	0,4 dB
K nach [4] $\sigma_R = 0,5$ dB	1,8 dB	1,4 dB	1,2 dB	1,5 dB	--	1,2 dB

- 1) Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe
- 2) Entspricht 95 % der Nennleistung nach vermessener Leistungskennlinie der dritten Messung [8]
- 3) Höchste gemessene und umgerechnete normierte Windgeschwindigkeit $v_s = 8,7$ m/s

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen Seite 2 von 2

Schallemissionsparameter: Zuschläge
Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe K_{TN} :

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	8,1 m/s ²⁾
1	0 dB	0 dB	0 dB	1 dB	130 Hz	0 dB
2	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB

Impulszuschlag K_{IN} :

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	8,1 m/s ²⁾
1	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
2	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB

Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt $V_{10LWA, Pmax}$ in dB(A)³⁾

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P}$	76,6	79,5	82,6	84,7	90,9	88,5	89,1	92,9	93,5	93,8	94,2	95,0
Frequenz	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.300	8.000	10.000
$L_{WA,P}$	94,3	94,0	92,8	90,4	88,1	85,4	83,0	81,1	78,0	74,9	72,3	70,8

Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt $V_{10LWA, Pmax}$ in dB(A)³⁾

Frequenz	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{WA,P}$	85,0	93,5	97,0	99,1	98,5	93,3	86,1	78,7

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

- Bemerkungen:
- 2) Entspricht 95 % der Nennleistung nach vermessener Leistungskennlinie der dritten Messung [8]
 - 3) Entspricht $v_6 = 9$ m/s und der maximalen Schalleistung

Ausgestellt durch:
KÖTTER Consulting Engineers KG
 Bonifatiusstraße 400
 48432 Rheine
 Datum: 14.10.2011



Oliver Bunk

Jürgen Weinheimer

i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk

i. A. Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer

ENERCON E-92:

MÜLLER-BBM

Auszug aus dem Prüfbericht												
Stammblatt „Geräusche“, entsprechend den „Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte“												
Rev. 18 vom 01.Februar 2008 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, D-24103 Kiel)												
Auszug aus dem Prüfbericht M111 164/01 zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ Enercon E-92												
Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)										
Anlagenhersteller:	Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	Nennleistung (Generator):	2350 kW									
Seriennummer:	920001	Rotordurchmesser:	92 m									
WEA-Standort:	RW: 2.592.266 (WGS 84 / UTM zone32N)	Nabenhöhe über Grund:	98 m									
	HW: 5.914.847	Turmbauart:	Rohrturm									
		Material:	Beton									
		Leistungsregelung:	pitch									
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerangaben)										
Rotorblätterhersteller:	Enercon GmbH	Getriebehersteller:	---									
Typenbezeichnung Blatt:	E-92-1	Typenbezeichnung Getriebe:	---									
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatorhersteller:	Enercon GmbH									
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	G-92 /23-G1									
Rotordrehzahlbereich:	6 - 17 min ⁻¹ (Betrieb I)	Generatordrehzahl:	6 - 17 min ⁻¹ (Betrieb I)									
Prüfbericht zur Leistungskurve: Enercon GmbH, Berechnete Leistungskurve der E-92 (Vers. 1.0 / 17.11.2011)												
	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen								
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung										
Schalleistungspegel $L_{WA,p}$	6 m/s	1227,8 kW	103,7 dB(A)									
	7 m/s	1823,4 kW	105,4 dB(A)									
	8 m/s	2155,7 kW	104,9 dB(A)									
	9 m/s	— kW	— dB(A)	[1]								
	10 m/s	— kW	— dB(A)	[1]								
	6,4 m/s	2232,5 kW	104,6 dB (A)	[2]								
Tonzuschlag für den Nahbereich K_{TN}	6 m/s	1227,8 kW	— dB									
	7 m/s	1823,4 kW	— dB									
	8 m/s	2155,7 kW	— dB									
	9 m/s	— kW	— dB	[1]								
	10 m/s	— kW	— dB	[1]								
	6,4 m/s	2232,5 kW	— dB	[2]								
Impulszuschlag für den Nahbereich K_{IN}	6 m/s	1227,8 kW	— dB									
	7 m/s	1823,4 kW	— dB									
	8 m/s	2155,7 kW	— dB									
	9 m/s	— kW	— dB	[1]								
	10 m/s	— kW	— dB	[1]								
	6,4 m/s	2232,5 kW	— dB	[2]								
Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{ref} = 7 \text{ m/s}$												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,p, Terz}$	78,4	82,0	85,0	89,3	90,5	92,7	88,8	91,4	93,6	92,7	93,0	96,1
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,p, Terz}$	95,6	95,9	95,5	94,5	90,7	90,8	88,4	86,8	82,8	76,4	75,5	75,6
Oktav-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{ref} = 7 \text{ m/s}$												
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
$L_{WA,p, Oktav}$	87,4	95,8	96,5	99,0	100,4	97,2	91,3	81,0				
Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 21.9.2013. Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht M111 164/01 vom 28.10.2013 (insbesondere bei Schallemissionsprognosen).												
Bemerkungen:												
[1] In dieser Windklasse wurden keine Daten ermittelt.												
[2] Der Schalleistungspegel bei 95%iger Nennleistung wurde bei Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen am Messtag, der verwendeten Leistungskurve und der vermessenen Nabenhöhe bei einer stand. Windgeschwindigkeit von 6,4 m/s festgestellt.												

S:\MP\Proj\1110\1116\01\1116_01_PBE_2D.DOC: 28. 10. 2013

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Gelsenkirchen
Am Bugapark 1
45 899 Gelsenkirchen

MÜLLER-BBM GMBH
NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN
AM BUGAPARK 1
45 899 GELSENKIRCHEN
TELEFON (0209) 9 83 08 - 0

Datum: 28.10.2013

Dipl.-Ing. (FH) M. Köhl

DAKkS

Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-00

Durch die DAKkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.



M111164/01 KHL/RSB
28. Oktober 2013

Anhang E Seite 2

ENERCON E-101:

Seite 10 zum Bericht Nr. 214220-01.01

5.) **Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 135 m**

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen			
			Seite 1 von 2
Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [2] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.			
Anlagendaten			
Hersteller	Enercon GmbH	Anlagenbezeichnung	E-101
		Nennleistung in kW	3.050 (BM 0)
		Nabenhöhe in m	135
		Rotordurchmesser in m	101
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	1010002	1010311	1010356
Standort	49733 Haren	18258 Rukieten	Dalwitz, MV
vermessene Nabenhöhe (m)	99	135	135
Messinstitut	KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG	KÖTTER Beratende Ingenieure Berlin GmbH	WIND-consult GmbH
Prüfbericht	213121-01.04	213463-01.06	WICO 208SEA13/04
Datum	17.06.2014	03.06.2014	18.06.2014
Getriebetyp	--	--	--
Generatortyp	G-101/30-G2	G-101/30-G2	G-101/30-G2
Rotorblatttyp	E-101-1	E-101-1	E-101-1

Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht Leistungskurve: Leistungskennlinie ENERCON E-101 3050 kW BM0, Vers. 2.0, 06.02.2014)						
Schalleistungspegel $L_{WA,P}$:						
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s ²⁾	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s ²⁾	7,5 m/s ¹⁾
1 ³⁾	103,7 dB(A)	104,5 dB(A)	104,7 dB(A)	104,4 dB(A)	--	104,8 dB(A)
2	--	104,4 dB(A)	105,1 dB(A)	105,0 dB(A)	104,9 dB(A)	105,0 dB(A)
3	101,5 dB(A)	104,3 dB(A)	105,4 dB(A)	104,8 dB(A)	--	105,0 dB(A)
Mittelwert \bar{L}_W	102,6 dB(A)	104,4 dB(A)	105,1 dB(A)	104,7 dB(A)	104,9 dB(A)	104,9 dB(A)
Standardabweichung S	1,6 dB	0,1 dB	0,4 dB	0,3 dB	--	0,1 dB
K nach [2] $\sigma_R = 0,5$ dB	3,3 dB	1,0 dB	1,2 dB	1,1 dB	--	1,0 dB

1) Entspricht 95 % der Nennleistung
 2) Witterungsbedingt teilweise keine Daten vorhanden
 3) Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen Seite 2 von 2

Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe K_{TN} :

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	7,5 m/s ¹⁾
1	0 dB 116 Hz	0 dB -- Hz	0 dB -- Hz	0 dB -- Hz	-- dB -- Hz	0 dB -- Hz
2	-- dB -- Hz	0 dB -- Hz	1 dB 124 Hz	0 dB -- Hz	0 dB -- Hz	0 dB -- Hz
3	1 dB 108 Hz	0 dB 118 Hz	0 dB 124 Hz	0 dB 124 Hz	-- dB -- Hz	0 dB 122 Hz

Impulzzuschlag K_{IN} :

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	7,5 m/s ¹⁾
1	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB
2	--	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB

Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt $v_{10LWA, Pmax}$ in dB(A) ⁴⁾

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P}$	78,2	81,4	82,6	84,7	90,9	88,0	91,2	95,5	95,4	96,1	96,1	95,7
Frequenz	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.300	8.000	10.000
$L_{WA,P}$	94,5	93,5	92,1	90,9	88,3	86,5	83,9	80,2	75,0	68,8 ⁵⁾	-- ⁶⁾	-- ⁶⁾

Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt $v_{10LWA, Pmax}$ in dB(A) ⁴⁾

Frequenz	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{WA,P}$	85,9	93,4	99,3	100,8	98,3	93,8	85,8	-- ⁶⁾

- ⁴⁾ Entspricht $v_s = 8$ m/s als der normierten Windgeschwindigkeit der maximalen Schalleistung
⁵⁾ Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch bei allen oder einem Teil der Einzelmessungen < 6 dB, s. Auszüge in Anlage A
⁶⁾ Aufgrund eines Störabstandes < 3 dB bei allen oder einem Teil der Einzelmessungen wird kein Wert angegeben, s. Auszüge in Anlage A.

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

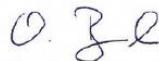
Ausgestellt durch:

KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

Bonifatiusstraße 400

48432 Rheine

Datum: 04.07.2014



i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk



i. A. Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer



Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine
 Tel. 0 59 71 - 97 10.0 · Fax 0 59 71 - 97 10.43

Vestas V47-660 kW:



Meßergebnisse für den immissionsrelevanten Schalleistungspegel der Windenergieanlage VESTAS V47-660/200 kW

im Auftrag der VESTAS Wind Systems A/S, DK-6940 Lem

Datum der akustischen Vermessungen: 06.12.1998
 Standort der Anlage: DEWI-Testfeld Wilhelmshaven, Niedersachsen
 Seriennummer der Anlage: 1205
 Nabenhöhe: 65 m

Ergebnisse für den Schalleistungspegel für standardisierte Windgeschwindigkeiten von 6 - 10 m/s in 10m Höhe bei Betrieb der Anlage in der großen Generatorstufe (25.8-28.4 min⁻¹):

Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10m Höhe (m/s)	6	7	8	9	9.5 ²⁾
A-bewerteter Schalleistungspegel ¹⁾ L _{WA,P} (dB(A))	98.9	99.4	99.9	100.5	100.7

1.) Ermittelt gemäß: 'Technische Richtlinien zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen' (in Verbindung mit dem Entwurf der DIN IEC 38/48/CDV), Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW), Brunsbüttel, 01.04.1998

2.) Diese Windgeschwindigkeit entspricht einem Wert der elektrischen Leistung der Anlage von 95% der Nennleistung.

Detaillierte Meßergebnisse sowie Einzelheiten über die akustischen Vermessung werden in dem Meßbericht Nr. AM 981020 des Deutschen Windenergie-Institutes gegeben.

DEUTSCHES WINDENERGIE-INSTITUT gemeinnützige GmbH
 Eberstr. 96
 D - 26382 Wilhelmshaven
 Tel: ++49 (0)4421 4808 0, Fax: ++49 (0)4421 4808 43, Email: dewi@dewi.de



Wilhelmshaven, den 07.12.1998

i. V.:



Dr. Helmut Klug
 • Leiter der Abt. Testfeld -



i. A.:

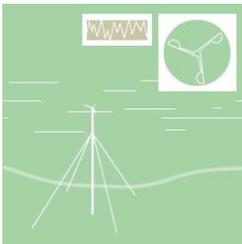


Dipl.-Ing. Tjado Osten

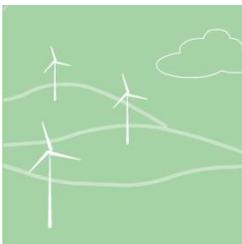
Schallprognose



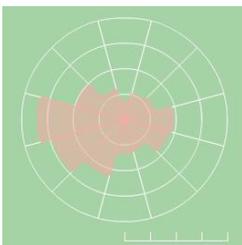
Windmessung



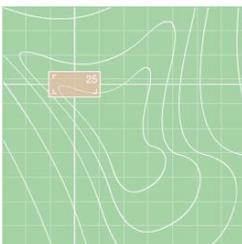
Visualisierung



Windgutachten



Windpotenzialstudie



Schattenwurfprognose

Standort: Klosterfelde – Freifläche westlich von Klosterfelde

Bundesland: Brandenburg

Auftraggeber: up umweltplan GmbH
An der Plansche 4
16321 Bernau
Tel.: 03338 / 70330

Berichtsnummer: S-IBK-6570522-Rev.1

Datum: 29.07.2022

Auftragnehmer: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
01109 Dresden
Tel./Fax: 0351/88507-1 / -409
E-Mail: gutachten@ib-kuntzsch.de
Web: www.windgutachten.de



Durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Dieser Bericht besteht einschließlich des Deckblatts aus 46 Seiten. Der Bericht ist urheberrechtlich geschützt: Vervielfältigung und Weitergabe – auch auszugsweise – sind nur mit Zustimmung des Auftragnehmers gestattet.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten	4
3	Einleitung	5
4	Berechnungsmethode	6
4.1	Das mathematische Modell zur Berechnung des Verlaufs der Sonnenbahn.....	6
4.2	Reichweite des Schattenwurfs.....	6
4.3	Zusätzliche Einflussgrößen.....	7
4.4	Unsicherheit der berechneten Werte der Schattenwurfdauer.....	7
5	Berechnungsvoraussetzungen	8
5.1	Lage und Beschreibung des Standortes.....	8
5.2	Technische Daten der Windenergieanlagen.....	10
6	Berechnungsergebnisse	10
6.1	Schattenwurfdauer für die definierten Rezeptoren	10
6.2	Beurteilung der Berechnungsergebnisse.....	12
7	Literaturhinweise	16
8	Anhang	17
8.1	Einwirkungsbereich der geplanten Anlage.....	17
8.2	Kartografische Darstellung der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer (Gesamtbelastung)	18
8.3	Berechnungsberichte der Prognosesoftware.....	19
8.4	Schattenwurfskalender (Gesamtbelastung – grafisch)	27
8.5	Schattenwurfskalender (Gesamtbelastung – tabellarisch)	31

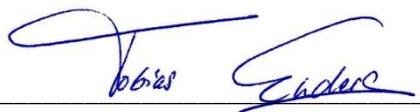
1 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wird im Rahmen eines Repowering-Projektes die Errichtung einer Windenergieanlage im Windpark Klosterfelde bezüglich der Schattenwurfimmissionen betrachtet. Hierzu wurden in den umliegenden Ortschaften Klosterfelde und Stolzenhagen sowie an mehreren Gebäuden im Außenbereich, die sich im möglichen Einwirkungsbereich des Schattenwurfs dieser Windenergieanlage befinden, relevante Immissionsorte definiert. Für diese Immissionsorte wurde unter Berücksichtigung der geltenden Berechnungsvorschriften die zu erwartende Schattenwurfdauer berechnet.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es an mehreren Immissionsorten zu Überschreitungen der Immissionsrichtwertempfehlungen kommt. Daher ist die geplante Anlage mit der Bezeichnung WEA 14 in kritischen Zeiträumen außer Betrieb zu nehmen und dazu mit einer entsprechenden Abschaltvorrichtung auszustatten.

Bei der in der vorliegenden Schattenwurfprognose durchgeführten „worst case“-Betrachtung kann wegen des eindeutigen Charakters des Formelwerks zur Berechnung der Sonnenbahn von einer hohen Sicherheit der Prognosewerte ausgegangen werden. Trotz des Vorliegens von wissenschaftlich fundierten Untersuchungen kann eine Belästigungsfreiheit während der prognostizierten Schattenwurfperioden nicht garantiert werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand können jedoch erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen durch die Schattenwurfimmissionen bei Einhaltung der Immissionsrichtwertempfehlungen ausgeschlossen werden.

Die in der Schattenwurfprognose gegebenen Informationen sind nicht als Grundlage der Parametrierung etwa zu installierender Schattenwurfabschaltmodule geeignet. Hierzu ist eine exakte Vermessung der Positionen aller betroffenen Gebäude (z.B. mit DGPS-Empfänger) und der Größe der Immissionsflächen erforderlich.



Bearbeiter: M. Eng. Tobias Enders
Projektingenieur



überprüft: Dipl.-Geogr. Andreas Köhl
Geschäftsführer

2 Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten

Der Auftraggeber beabsichtigt im Zuge eines Repowering-Projekts am Standort Klosterfelde die Errichtung einer Windenergieanlage des Typs ENERCON E-138 EP3 E2. Im Zusammenhang mit der Errichtung der geplanten Anlage des Auftraggebers ist der Rückbau von vier vorhandenen Anlagen des Typs ENERCON E-66/18.70 vorgesehen.

Durch die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH wurde bereits am 06.05.2022 eine Schattenwurfprognose (Berichtsnummer S-IBK-6570522) für eine am o.g. Standort geplante Windenergieanlage (WEA 14) erstellt. Neben den zehn vorhandenen Anlagen im Bereich Klosterfelde/Stolzenhagen waren gemäß vorliegenden Informationen des Landesamts für Umwelt (LfU) Brandenburg drei vorhandene Windenergieanlagen in der Gemarkung Zehlendorf als zusätzliche Vorbelastung zu berücksichtigen.

Die vorliegende Revision wurde mit Schreiben vom 08.07.2022 beauftragt, ersetzt die o.g. Schattenwurfprognose und berücksichtigt entsprechend den Nachforderungen des LfU Brandenburg einen weiteren Immissionsort in Klosterfelde.

Die vorliegende Schattenwurfprognose dient der Prüfung der Immissionssituation aufgrund des durch die geplante Windenergieanlage verursachten Schattenwurfs im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG durch den Auftraggeber. Die enthaltenen Informationen sind jedoch nicht als Datenquelle für die Parametrierung gegebenenfalls zu installierender Schattenwurfabschaltmodule geeignet.

Zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer bestehen keine personellen, kapitalmäßigen oder verwandtschaftlichen Verflechtungen.

Für die Erstellung des vorliegenden Berichts wurden folgende Daten und Unterlagen verwendet:

- Topografische Karten der Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg im Maßstab 1:25.000,
- Nachforderungen des LfU Brandenburg – Frau Böhlke – bzgl. der Berücksichtigung eines weiteren Immissionsortes in der Ortslage Klosterfelde (Quelle: Schreiben von Frau Böhlke vom 04.07.2022; weitergeleitet vom Auftraggeber am 05.07.2022),
- Angaben zu Standortkoordinaten und -bezeichnung sowie zum Typ und zur Nabenhöhe der vorhandenen und geplanten Windenergieanlagen (Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 21.04.2021),
- Lageplan 1 : 1.500 mit Markierung der Anlagenstandorte (Stand: 22.03.2021; Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 21.04.2022),
- Entwurf des Bebauungsplans „Klosterfelder Hauptstraße 37“ mit Stand 12.07.2022 (Bearbeiter: Machleidt GmbH, Mahlower Straße 23/24, 12049 Berlin; Quelle: E-Mail der Gemeinde Wandlitz, Sachgebiet Bauleitplanung – Herr Ossenkop – vom 22.07.2022),
- Angaben zur Rotorblattgeometrie der verschiedenen Anlagentypen (Quelle: Herstellerangaben; E-Mail des Anlagenherstellers ENERCON – Frau Pfitzer – vom 08.10.2020),
- Daten der Standortbesichtigung durch den Auftragnehmer am 27.04.2021 (mit GPS aufgenommene Standortkoordinaten der vorhandenen WEA, Fotos der vorhandenen WEA und Immissionsorte, Feldprotokoll).

3 Einleitung

Je nach Aufstellung der Windenergieanlage und der in der Umgebung vorhandenen Gebäude kann vom Schattenwurf des sich drehenden Rotors der Windenergieanlagen eine unerwünschte Beeinträchtigung ausgehen. Der sich periodisch verändernde Schatten verursacht je nach Drehzahl und Anzahl der Rotorblätter hinter der Windenergieanlage starke Lichtwechsel mit Frequenzen zwischen 0,5...2 Hz (Lichtwechsel/Sekunde). Helligkeitsschwankungen dieser Art wirken auf den Menschen störend, sind bei längerer Dauer unerträglich und können sogar gesundheitsschädigend sein [1]. Daher gehört der von Windenergieanlagen verursachte periodische Schattenwurf zu den Immissionen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG). In der Planungsphase von Windenergieprojekten sind deshalb diese Auswirkungen des Schattenwurfs zu berücksichtigen [3].

Maßgebliche Immissionsorte im Sinne einer Beeinträchtigung durch periodischen Schattenwurf sind schutzwürdige Räume, die als

- Wohnräume, einschließlich Wohndielen,
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien,
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen,
- Büroräume, Praxisräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume

genutzt werden.

Direkt an Gebäuden beginnende Außenflächen (z.B. Terrassen und Balkone) sind schutzwürdigen Räumen tagsüber zwischen 6:00 und 22:00 Uhr gleichgestellt [3]. Maßgebliche Immissionsorte sind weiterhin unbebaute Flächen in einer Bezugshöhe von 2 m über Grund an dem am stärksten betroffenen Rand der Flächen, auf denen nach Bau- oder Planungsrecht Gebäude mit schutzwürdigen Räumen zulässig sind [4].

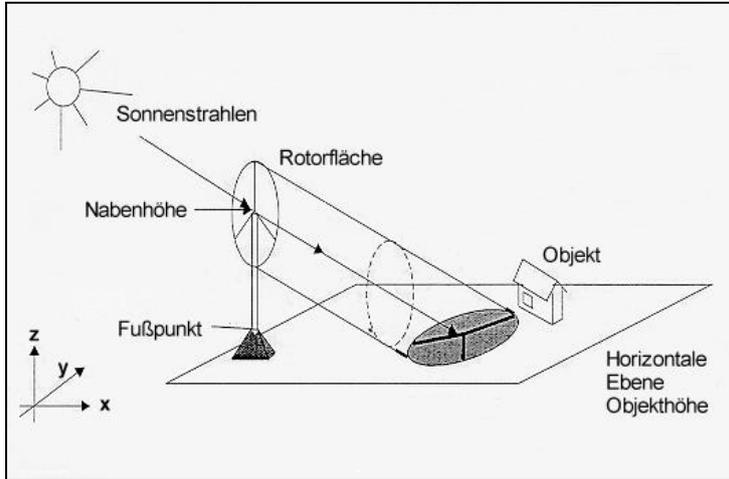
Kritische Bedingungen können insbesondere dann auftreten, wenn diese Immissionsorte bei niedrigem Sonnenstand in geringem Abstand hinter den Windenergieanlagen liegen.

Die verwendete Fachsoftware berechnet für eine oder mehrere Windenergieanlagen in Abhängigkeit von der Nabenhöhe und dem Rotordurchmesser die Schattenwurfdauer im Umfeld und stellt diese grafisch dar. Berechnet werden außerdem die Gesamtdauer (Tage und Stunden) und die Zeitpunkte (Datum und Uhrzeit) des Schattenwurfs an einem oder mehreren Objekten. Im Rahmen einer „worst-case-Betrachtung“ wird davon ausgegangen, dass die Sonne den gesamten Tag über scheint und die Rotorblätter der im Dauerbetrieb befindlichen Windenergieanlage immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung stehen.

4 Berechnungsmethode

4.1 Das mathematische Modell zur Berechnung des Verlaufs der Sonnenbahn

Der *Sonnenstand* bildet die Grundlage für die Ermittlung des Schattenwurfs und ist im Wesentlichen von der Erdrotation, der Neigung der Erdachse sowie der elliptischen Laufbahn der Erde um die Sonne abhängig. Die Berechnungen beruhen auf den folgenden Daten:



- Position der Windenergieanlage,
- Nabhöhe und Rotordurchmesser,
- Position, Lage und Ausdehnung des Schattenrezeptors (z.B. Fenster),
- Geographische Koordinaten des Standorts sowie die Zeitzone und die Zeitverschiebung durch die Sommerzeit.

Das genaue Formelwerk zur Berechnung von Sonnenposition und Sonnenstand ist u.a. in [8] beschrieben. Die im vorliegenden Bericht ausgewiesenen Schattenwurfzeiten für einzelne Rezeptoren oder Isolinien beruhen auf einer Anwendung dieses Formelwerks in 1-Minuten-Schritten über einen kompletten Jahresverlauf.

Die in der vorliegenden Schattenwurfprognose durchgeführten Berechnungen des Schattenwurfs erfolgen mit Hilfe des WindPRO-Schattenwurf-Programms, kurz SHADOW. Dieses prognostiziert und dokumentiert auf Basis des oben beschriebenen mathematischen Modells den Schattenwurf, der durch den sich drehenden Rotor bei Windenergieanlagen verursacht wird.

4.2 Reichweite des Schattenwurfs

Bei der Schattenwurfprognose muss zusätzlich zwischen dem Kern- und dem Halbschatten unterschieden werden. Der Unterschied kommt dadurch zustande, dass die Sonne keine Punktlichtquelle, sondern eine Kugel mit einer gewissen Ausdehnung ist. Zwischen den sichtbaren Sonnenrändern liegt ein mittlerer Winkel von ca. $0,53^\circ$. Der Kernschatten entspricht dem Bereich, an dem die direkten Sonnenstrahlen durch das Hindernis vollständig verdeckt werden. Im Halbschatten trifft dagegen ein Teil des Sonnenlichts noch auf. Da Windenergieanlagen schmale Flügel besitzen, ist der Kernschatten nur kurz (ca. 220 m bei einer Flügelbreite von 2 m) und deshalb für die vorliegende Berechnung nicht relevant. Die Intensität des noch relevanten Halbschattens nimmt mit zunehmender Entfernung ab, sodass sich die durch den Schattenwurf des Rotors entstehenden Helligkeitsschwankungen reduzieren.

Lichtunterschiede (Schatten) werden ab Helligkeitsunterschieden von $>2,5\%$ wahrgenommen. Diese treten bei klarem Wetter auf, wenn die vom Rotorblatt abgedeckte aktive Sonnenfläche 20 % und mehr beträgt. Zum Beispiel liegt die Wahrnehmbarkeitsgrenze bei einer mittleren Blatattiefe von 2,5 m in einer Entfernung von ca. 1700 m.

Im vorliegenden Bericht wird der zu prüfende Beschattungsbereich auf die Standortumgebung beschränkt, in der die vom Rotorblatt abgedeckte Sonnenfläche mindestens 20 % beträgt. Die mittlere Blatttiefe wird anhand der folgenden Formel bestimmt:

$$\text{mittlere Blatttiefe} = 0,5 * (\text{max. Blatttiefe} + \text{min. Blatttiefe bei } 0,9 * \text{Rotorradius})$$

Der Schattenwurf bei Sonnenständen unter 3° Erhöhung über dem Horizont kann aufgrund von Bewuchs und Bebauung sowie insbesondere wegen der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände vernachlässigt werden [3].

4.3 Zusätzliche Einflussgrößen

Auch in den berechneten Zeiten muss nicht zwingend ein intermittierender Schattenwurf erfolgen. Das Phänomen ist naturgemäß nicht zu beobachten

- bei bedecktem Himmel,
- wenn die Windrichtung von der Blickachse abweicht und der Rotor weggedreht ist,
- wenn die Windenergieanlage stillsteht, z.B. bei zu geringer Windgeschwindigkeit.

Bei Einbeziehung weiterer Daten ist eine Berücksichtigung dieser Effekte möglich. Die Bedeckung des Himmels kann durch langjährige Messreihen der Sonnenscheindauer berücksichtigt werden, die für diverse Stationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) vorliegen. Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen könnten z.B. einem für den Standort vorliegenden und auf Windmessungen in Verbindung mit Strömungssimulationen beruhenden Windgutachten entnommen werden. Gegenüber der beschriebenen „worst case“-Betrachtung würde diese Betrachtung zu einer weiteren Reduzierung der Werte der jährlichen kumulierten Schattenwurfdauer führen.

Eine Berücksichtigung dieser Einflussgrößen ist auftragsgemäß jedoch nicht Gegenstand dieses Berichts.

4.4 Unsicherheit der berechneten Werte der Schattenwurfdauer

Ungenau vermessene Koordinaten von Windenergieanlagen oder Schattenwufrezeptoren können im Vergleich zu exakt vermessenen Koordinaten (z. B. mit einem DGPS) zu einer Verschiebung der Schattenwurfzeiten führen. Die Werte der Schattenwurfdauer können sich ebenfalls – wenn auch in geringerem Maße – verändern. Somit ist eine exakte Vermessung der Koordinaten für eine genaue Beschattungsberechnung unerlässlich.

Weitere physikalische Einflussfaktoren, die bisher nicht in die Berechnungen einfließen, können ebenfalls zu Veränderungen der Schattenwurfzeiten und -dauer führen. Dazu zählen der Einfluss der Sonnenausdehnung und der getrübbten Atmosphäre als Medium der Strahlungsausbreitung sowie die trapezförmig modellierten Rotorblätter [4], [5].

Die vorliegende Schattenwurfprognose ist somit zur Prognose der Schattenwurfdauer und deren immissionsschutzrechtlicher Beurteilung an einzelnen Immissionsorten geeignet, nicht jedoch als Grundlage der genauen Parametrierung etwa zu installierender Schattenwurfabschaltmodule im Falle auftretender Überschreitungen der Immissionsrichtwerte.

5 Berechnungsvoraussetzungen

5.1 Lage und Beschreibung des Standortes

Die Standorte der bestehenden und geplanten Windenergieanlagen befinden sich auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche östlich der Ortschaft Klosterfelde im Landkreis Barnim in Brandenburg. Zudem befinden sich nordwestlich von Stolzenhagen in der Gemarkung Zehlendorf drei weitere Windenergieanlagen auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche.

Im möglichen Einwirkungsbereich der Schattenwurfimmissionen der geplanten Windenergieanlage befindet sich die Ortschaften Klosterfelde und Stolzenhagen sowie mehrere Gebäude im Außenbereich. Die Auswahl der Immissionsorte erfolgte anhand der Ergebnisse einer Standortbesichtigung am 27.04.2021. Den Windenergieanlagen zugewandte Fronten der relevanten Gebäude wurden im Modell exemplarisch als Schattenwurfrezeptoren definiert; die Ausdehnung der betrachteten Fläche beträgt jeweils $1 \times 1 \text{ m}^2$ (beispielhaft für ein Fenster) mit Ausrichtung zu den Windenergieanlagen. Sind an einem Gebäude Fenster sowohl im Erd- als auch im Obergeschoss vorhanden, wird das Fenster als Immissionsort definiert, an dem die höhere Schattenwurfimmission auftritt.

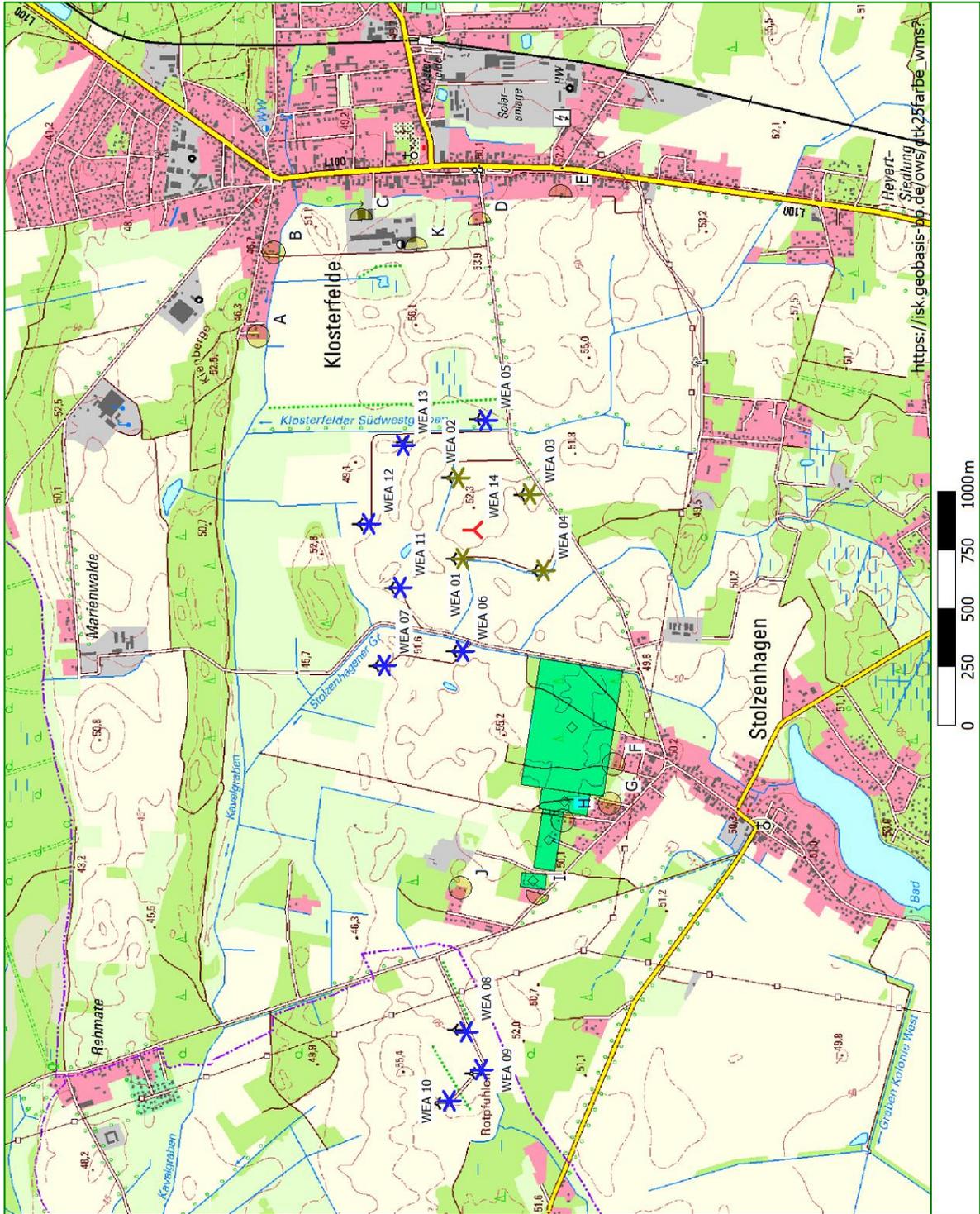
An den Immissionsorten A, B, F...H und J besteht die Möglichkeit von Schattenwurfimmissionen durch unterschiedliche Windenergieanlagen an jeweils aneinandergrenzenden Seiten des Hauses. Da nach Feststellung der örtlichen Gegebenheiten davon auszugehen ist, dass die jeweiligen Fensterfronten denselben schutzwürdigen Räumen zuzuordnen sind, wurde an diesen Immissionsorten je ein Schattenwurfrezeptor im sog. „Gewächshausmodus“ definiert, sodass sich die Schattenwurfimmissionen aus verschiedenen Richtungen kumulieren.

An den Immissionsorten F...I befindet sich auf der gedachten Verbindungslinie zwischen Fensterfront und Windenergieanlage(n) eine Waldfläche. Die abschirmende Wirkung dieses Sichthindernisses wurde bei den Modellberechnungen berücksichtigt.

Für die Randlage der Ortschaft Klosterfelde liegt der Entwurf eines B-Plans („Klosterfelder Hauptstraße 37“) mit der Gebietseinstufung als allgemeines Wohngebiet sowie als urbanes Gebiet vor, womit in Zukunft auf diesen Planflächen Gebäude mit schutzwürdigen Räumen zu erwarten sind. An der geplanten WEA nächstgelegenen Grenze der Bebauungsplanfläche wurde im vorliegenden Bericht prophylaktisch der Immissionsort K definiert und berücksichtigt. Sollte der B-Plan nicht rechtskräftig werden, ist dieser Immissionsort für die Beurteilung des im vorliegenden Bericht betrachteten Vorhabens nicht relevant. In den Ergebnistabellen sind alle Angaben zu diesem Immissionsort kursiv dargestellt.

In den Ortschaften Klosterfelde und Stolzenhagen existieren neben den für die Berechnung definierten Immissionsorten noch weitere Wohnhäuser bzw. Gewerbebauten mit potenziellen Schattenwurfimmissionen; für die Beurteilung der Situation können die gewählten Immissionsorte jedoch als repräsentativ angesehen werden, wie die Darstellung des Einwirkungsbereichs der geplanten Anlage im Anhang 8.1 bzw. die Ergebniskarte der durchgeführten flächenhaften Berechnung der jährlichen Schattenwurfdauer im Anhang 8.2 belegt.

Die Positionen der Windenergieanlagen und der Immissionsorte sind im nachfolgenden Lageplan gekennzeichnet. Die Positionen der vorhandenen, zum Rückbau vorgesehenen und geplanten Windenergieanlagen entsprechen den Vorgaben des Auftraggebers.



Topografische Karte mit Positionen der vorhandenen Windenergieanlagen (blaue Symbole), der rückzubauenden WEA (ockerfarbene Symbole), der geplanten WEA (rotes Symbol), der bei den Berechnungen wirksamen Sichthindernisse (hellgrüne Markierung) und der Immissionsorte (A...K)

5.2 Technische Daten der Windenergieanlagen

Die für die Berechnung maßgeblichen Anlagendaten sind in nachfolgender Tabelle dargestellt:

Anlagenstatus		Anlagenbezeichnung	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Mittlere Blatttiefe [m]
Vorbelastung gesamt	vorhanden	WEA 05	ENERCON E-82 E2	138,4	82	2,4
		WEA 06, WEA 07	ENERCON E-66/18.70	98	70	2,2
		WEA 08...10	Vestas V47-660 kW	76	47	1,3
		WEA 11	ENERCON E-101	135,4	101	3,3
	WEA 12, WEA 13	ENERCON E-92	138,4	92	2,2	
	Rückbau beabsichtigt	WEA 01...04	ENERCON E-66/18.70	98	70	2,2
Zusatzbelastung	geplant	WEA 14	ENERCON E-138 EP3 E2	130,3	138,3	2,5

Tabelle 1: Angaben zu den WEA – Die Farbgebung der Statusangaben korrespondiert mit der entsprechenden Einfärbung der Symbole im Lageplan (Abschnitt 5.1)

6 Berechnungsergebnisse

6.1 Schattenwurfdauer für die definierten Rezeptoren

Die Berechnung der Vorbelastung an den elf betrachteten Immissionsorten erfolgte zunächst unter Einbeziehung aller 13 vorhandenen Anlagen (siehe Berechnungsbericht „gesamte Vorbelastung“ im Anhang 8.3).

In der nachfolgenden Tabelle sind die Jahressummen und die maximalen täglichen Werte der Schattenwurfdauer nach astronomischer („worst case“) Betrachtungsweise für die gesamte Vorbelastung verzeichnet. Auftretende Überschreitungen der Richtwertempfehlungen sind in dieser und den folgenden Tabellen grau hinterlegt.

Immissionsort		jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	47:31	43
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	35:22	22
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	28:21	36
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	33:56	37
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	31:11	36
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	5:23	16
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	27:53	36
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	39:40	42

Tabelle 2: Schattenwurfimmissionen – gesamte Vorbelastung

Anschließend wurde die geplante Reduzierung der Vorbelastung betrachtet. Es ist vorgesehen, vier der vorhandenen Anlagen zurückzubauen und stattdessen eine neue WEA zu errichten. Daraus ergibt sich eine reduzierte Vorbelastung von neun vorhandenen Anlagen (siehe auch Berechnungsbericht „reduzierte Vorbelastung“ im Anhang 8.3).

In der nachfolgenden Tabelle sind die Jahressummen und die maximalen täglichen Werte der Schattenwurfdauer nach astronomischer („worst case“) Betrachtungsweise für die reduzierte Vorbelastung dargestellt.

Immissionsort	jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
A Klosterfelde, Gartenstraße 39c	41:30 ↘	29 ↘
B Klosterfelde, Gartenstraße 12f	30:36 ↘	22
C Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	22:21 ↘	36
D Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	25:54 ↘	28 ↘
E Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	26:32 ↘	33 ↘
F Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0
G Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	0:00 ↘	0 ↘
H Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0
I Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0
J Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	25:21 ↘	33 ↘
K Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	30:08 ↘	42

Tabelle 3: Schattenwurfimmissionen – reduzierte Vorbelastung

Die mit ↘ gekennzeichneten Werte zeigen eine gegenüber der gesamten Vorbelastung zurückgegangene Schattenwurfdauer an.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Jahressummen und die maximalen täglichen Werte der Schattenwurfdauer nach astronomischer („worst case“) Betrachtungsweise für die Zusatzbelastung dargestellt.

Immissionsort	jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
A Klosterfelde, Gartenstraße 39c	28:54	28
B Klosterfelde, Gartenstraße 12f	10:28	23
C Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	8:25	23
D Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	9:34	25
E Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	8:01	22
F Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0
G Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	26:03	26
H Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0
I Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0
J Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	6:32	21
K Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	10:59	26

Tabelle 4: Schattenwurfimmissionen – Zusatzbelastung

Auf Basis der reduzierten Vorbelastung wurde abschließend unter Berücksichtigung der Zusatzbelastung durch die eine geplante Anlage die zu erwartende Gesamtbelastung berechnet. Die Jahressummen und die maximalen täglichen Werte der Schattenwurfdauer nach astronomischer („worst case“) Betrachtungsweise sind für die Gesamtbelastung der neun verbleibenden und der einen geplanten WEA in der folgenden Tabelle dargestellt.

Immissionsort	jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
A Klosterfelde, Gartenstraße 39c	70:04 ↗	54 ↗
B Klosterfelde, Gartenstraße 12f	38:33 ↗	23 ↗
C Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	30:46 ↗	36
D Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	34:09 ↗	40 ↗
E Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	34:17 ↗	33
F Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0
G Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	26:03 ↗	26 ↗
H Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0
I Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0
J Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	28:51 ↗	39 ↗
K Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	41:07 ↗	44 ↗

Tabelle 5: Schattenwurfimmissionen – Gesamtbelastung

Die mit ↗ gekennzeichneten Werte zeigen eine gegenüber der reduzierten Vorbelastung angestiegene Schattenwurfdauer an.

Nähere Angaben sind den Berechnungsberichten der Prognosesoftware im Anhang 8.3 zu entnehmen.

6.2 Beurteilung der Berechnungsergebnisse

Die Beurteilung der Berechnungsergebnisse erfolgt anhand der *Leitlinie zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Leitlinie)* [7]. In diesen Hinweisen wird eine Schattenwurfdauer an einem Immissionsort von *jährlich maximal 30 h* und *täglich maximal 30 min* als zumutbar eingeschätzt. Zu beachten ist, dass sich die Werte auf eine rein astronomisch fundierte Berechnung ohne Berücksichtigung meteorologischer Gesichtspunkte beziehen.

Durch die vorhandenen Anlagen der **gesamten Vorbelastung** werden an den Immissionsorten F, H und I keine Schattenwurfimmissionen verursacht. An den Immissionsorten A...E, G und J können Schattenwurfimmissionen auftreten, wobei die genannten Richtwertempfehlungen für die kumulierte jährliche und die maximale tägliche Schattenwurfdauer am Immissionsort G unterschritten werden. An den Immissionsorten A...E, J und K kommt es jedoch zur Überschreitung der Immissionsrichtwertempfehlungen für die jährliche und/oder tägliche Schattenwurfdauer. Die Überschreitungen sind in der Tabelle 2 grau hinterlegt.

Der vorgesehene Rückbau von vier Anlagen hat bei der Betrachtung der **reduzierten Vorbelastung** an den Immissionsorten F, H und I keine Auswirkungen auf die Immissionssituation, d.h. von den betroffenen Anlagen gehen keine Schattenwurfimmissionen an den genannten Immissionsorten aus. An den übrigen Immissionsorten nehmen die Schattenwurfimmissionen ab, wobei es an den

Immissionsorten A...C, E, J und K weiterhin zur Überschreitung der Immissionsrichtwertempfehlungen für die jährliche und/oder tägliche Schattenwurfdauer kommt. Die Überschreitungen sind in der Tabelle 3 grau hinterlegt.

Die Immissionswerte der **Gesamtbelastung** entsprechen an den Immissionsorten F, H und I denen der Vorbelastung, d.h. an diesen Immissionsorten tritt kein für die Beurteilung der Situation relevanter Schattenwurf durch die geplante Anlage der Zusatzbelastung auf (siehe auch grafische Darstellung des Einwirkungsbereichs der geplanten Anlage in Anhang 8.1).

An allen weiteren Immissionsorten steigen die Werte der Immissionsbelastung gegenüber der reduzierten Vorbelastung durch die Hinzunahme der Anlage der Zusatzbelastung an, wobei am Immissionsort G beide Immissionsrichtwerte weiterhin unterschritten werden. Am Immissionsort A – an dem durch die reduzierte Vorbelastung der Richtwert für die kumulierte jährliche Schattenwurfdauer überschritten wurde – wird nun auch der Richtwert für die maximale tägliche Schattenwurfdauer überschritten. Am Immissionsort B – an dem ebenfalls durch die reduzierte Vorbelastung der Richtwert für die kumulierte jährliche Schattenwurfdauer überschritten wurde – wird der Richtwert für die maximale tägliche Schattenwurfdauer weiterhin unterschritten. An den Immissionsorten C und E – an denen durch die reduzierte Vorbelastung der Richtwert für die maximale tägliche Schattenwurfdauer überschritten wurde – wird nun auch der Richtwert für die kumulierte jährliche Schattenwurfdauer überschritten. Am Immissionsort J wird durch die Gesamtbelastung der Immissionsrichtwert für die kumulierte jährliche Schattenwurfdauer weiterhin unterschritten, während der Immissionsrichtwert für die maximale tägliche Schattenwurfdauer überschritten wird. Am Immissionsort D – an dem durch die reduzierte Vorbelastung beide Richtwerte unterschritten wurden – kommt es nun zu Überschreitungen beider Immissionsrichtwerte. Am Immissionsort K – an dem es bereits durch die reduzierte Vorbelastung zu Überschreitungen beider Richtwertempfehlungen kommt – nimmt die kumulierte jährliche und die maximale tägliche Schattenwurfdauer durch die geplante Anlage zu. Die Überschreitungen sind in der Tabelle 5 grau hinterlegt.

Eine Übersicht der zeitlichen Verteilung der Schattenwurfimmissionen ist im grafischen Schattenwurfskalender im Anhang 8.4 abgebildet.

In der nachfolgenden Tabelle sind die an den von der Zusatzbelastung betroffenen Immissionsorten auftretenden Schattenwurfimmissionen hinsichtlich des Zeitraums der Beschattung im Jahres- und Tagesverlauf sowie die den Schattenwurf verursachenden WEA zusammengefasst (die geplante WEA ist kursiv gedruckt).

Immissionsort		Zeitraum der Beschattung	Verursachende WEA
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	Nachmittagsstunden Oktober bis Februar	WEA 11...13, WEA 14
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	Nachmittagsstunden Oktober bis März	WEA 05, WEA 11...13, WEA 14
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	Nachmittags- und Abendstunden Februar bis April und September bis November	WEA 05, WEA 11...13, WEA 14
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	Nachmittags- und Abendstunden März bis Mai und Juli bis September	WEA 05, WEA 11...13, WEA 14
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	Abendstunden April bis August	WEA 05, WEA 11, WEA 13, WEA 14
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	Morgenstunden Mai bis August	WEA 14
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	Morgen- und Abendstunden März bis Mai, August und September	WEA 06...09, WEA 11, WEA 14
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	Nachmittags- und Abendstunden Februar bis April und August bis Oktober	WEA 05, WEA 11...13, WEA 14

Tabelle 6: Auftretende Schattenwurfimmissionen an den Immissionsorten und verursachende WEA

Da es zur Überschreitung des Immissionsrichtwerts bezüglich der kumulierten jährlichen und maximalen täglichen Schattenwurfdauer an mehreren Immissionsorten kommt, sollte die Einhaltung der Immissionsrichtwertempfehlungen durch technische Maßnahmen gewährleistet werden.

Mehrere marktgängige technische Lösungen können garantieren, dass die den Schattenwurf verursachenden Windenergieanlagen in kritischen Zeiträumen außer Betrieb genommen werden. Sie bestehen aus einer Ergänzung der Anlagensteuerung mit einprogrammierten Anlagen- und Nachbarpositionen, die in Verbindung mit einem Strahlungssensor die Abschaltung der Anlage(n) veranlassen.

Um die Einhaltung der Immissionsrichtwertempfehlungen am Immissionsort D sicher gewährleisten sowie eine weitere Zunahme der Schattenwurfimmissionen an den Immissionsorten A...C, E, J und K – an denen zumindest von einer Ausschöpfung der Immissionsrichtwerte durch die Anlagen der Vorbelastung ausgegangen werden muss – sicher vermeiden zu können, ist **die geplante Anlage mit der Bezeichnung WEA 14 mit einer solchen Abschaltvorrichtung auszustatten**.

Durch den Anlagenbetreiber ist sicherzustellen, dass bei Einsatz dieser hier beschriebenen technischen Abschaltvorrichtungen sowohl die einprogrammierten Positionen der Windenergieanlagen als auch sämtlicher kritischer Immissionsorte mit möglicher Überschreitung von Immissionsrichtwertempfehlungen mit der Realität übereinstimmen. Die Parametrierung der Abschaltmodule auf eine tatsächliche Beschattungsdauer von *maximal 8 h pro Jahr* (bei Berücksichtigung meteorologischer Parameter, wie z.B. der Intensität des Sonnenlichtes) bzw. auf eine astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von 30 h pro Jahr (bei Nichtberücksichtigung meteorologischer Parameter) sowie *maximal 30 min pro Tag* ist in den Richtlinien [3] festgehalten.

In der Anlage WEA 14 ist das zu installierende Schattenwurfabschaltmodul so zu parametrieren, dass an den kritischen Immissionsorten A, B und K kein weiterer Schattenwurf verursacht und an den

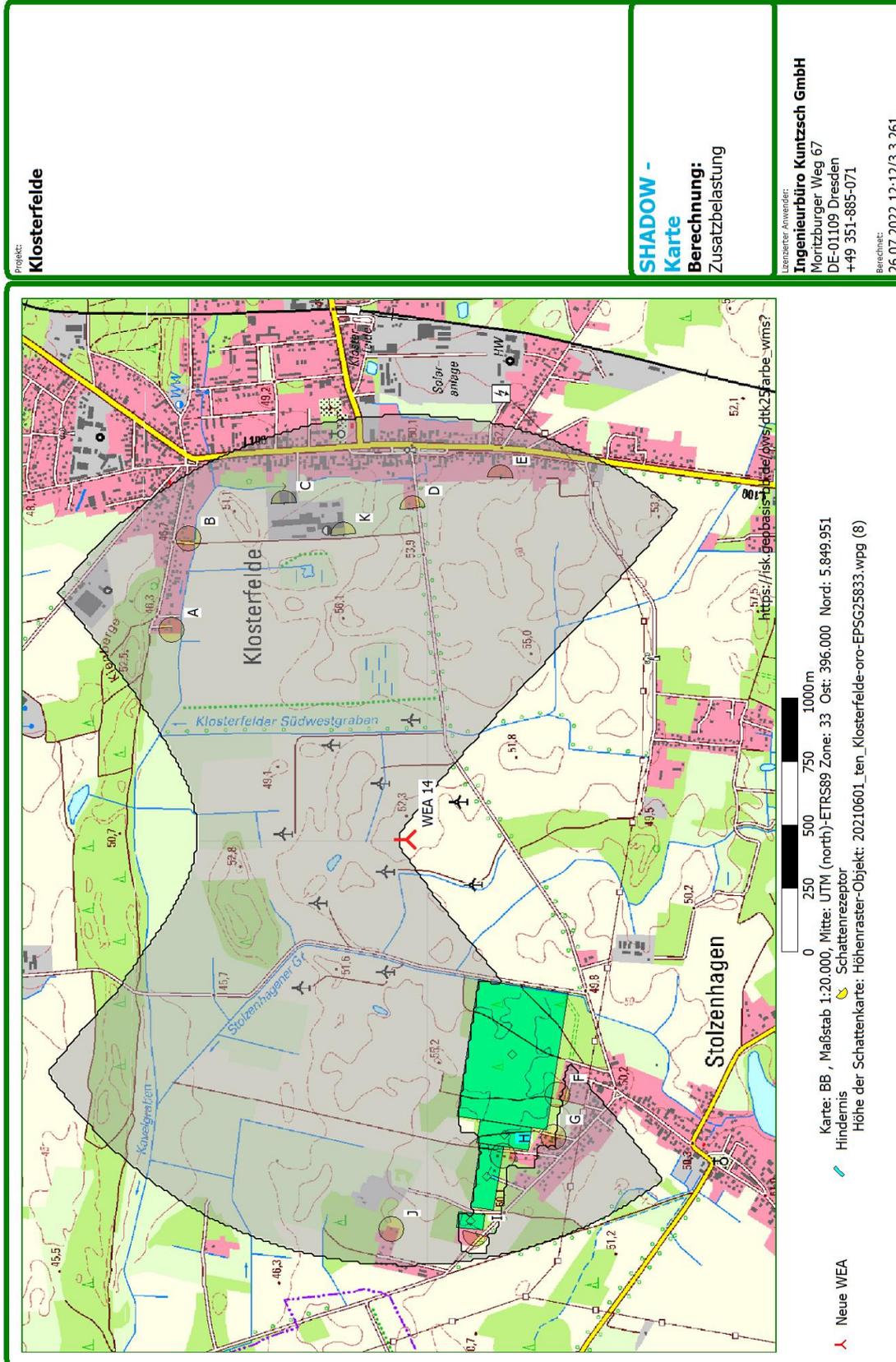
kritischen Immissionsorten C und E das Ansteigen der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer über die Immissionsrichtwerte hinaus unter Berücksichtigung der reduzierten Vorbelastung vermieden wird. Zudem ist das Abschaltmodul so zu programmieren, dass es am Immissionsort J nicht zu einer Zunahme der maximalen täglichen Schattenwurfdauer kommt sowie am Immissionsort D und an benachbart gelegenen Häusern das Ansteigen der Schattenwurfbelastung über die Immissionsrichtwerte hinaus unter Berücksichtigung der reduzierten Vorbelastung vermieden wird.

7 Literaturhinweise

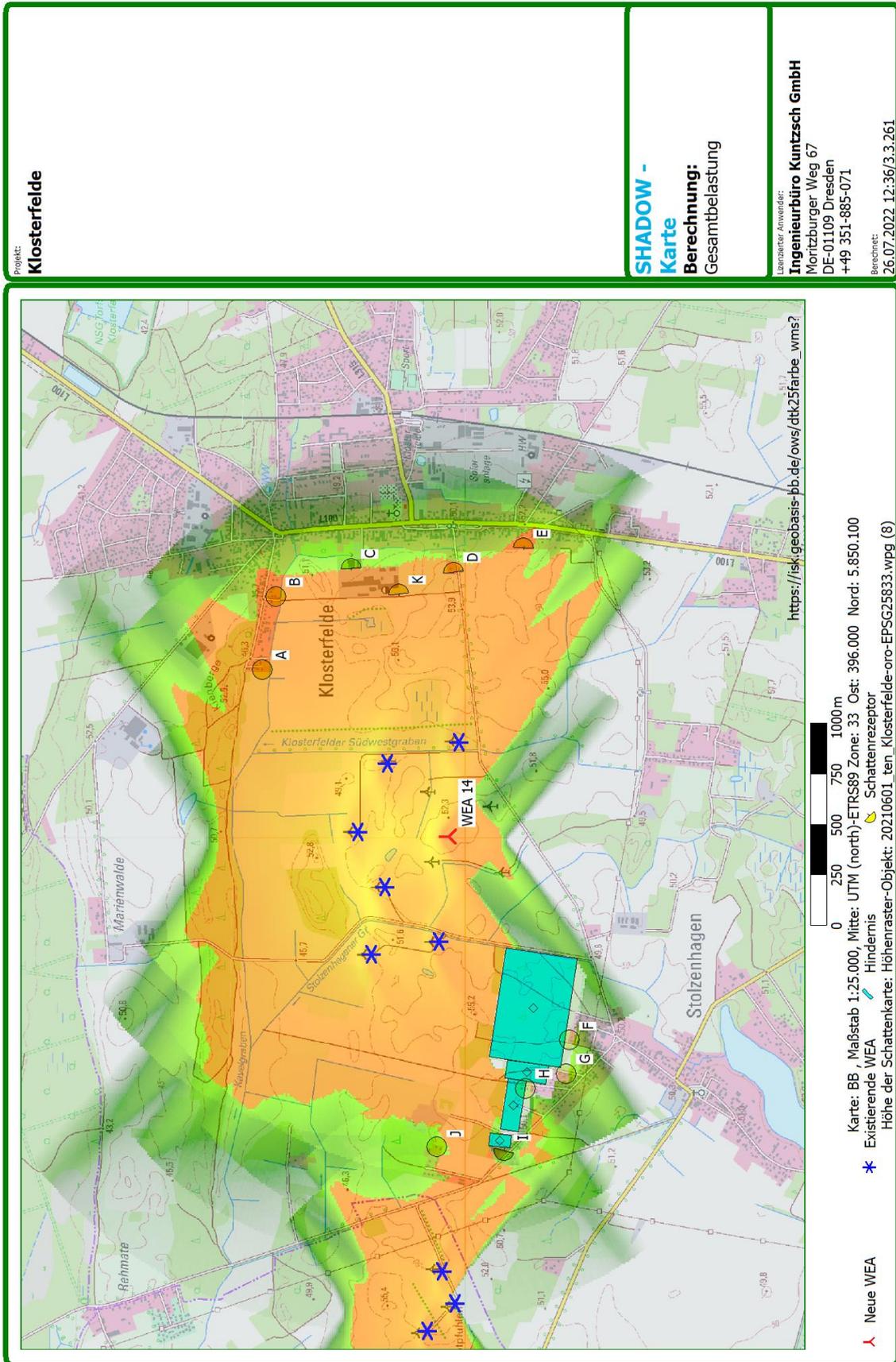
- [1] Pohl, J., F. Faul und R. Mausfeld (1999): Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen. - Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. – u.a. in: „Materialien zur Umwelt“, Heft 4/1999, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern.
- [2] Staatliches Umweltamt Schleswig (1998): Ergebnisprotokoll der 2. Besprechung über Windkraftanlagen (WKA) am 04.09.1998 im Staatlichen Umweltamt Schleswig. – Schleswig, 06.10.1998 (unveröffentlicht).
- [3] Länderausschuss für Immissionsschutz (2020): Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen – Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurf-Hinweise). – 23.01.2020.
- [4] Freund, H.-D. (2002): Einflüsse der Lufttrübung, der Sonnenausdehnung und der Flügelform auf den Schattenwurf von Windenergieanlagen. – DEWI Magazin, Nr. 20, Februar 2002. 43-51.
- [5] Freund, H.-D. (2006): Genauigkeit der prognostizierten Schattenwurfzeit – Ein Vergleich mit real gemessenen Schattenzeiten. – 7. Workshop über optische Einwirkungen von WEAn, Staatliches Umweltamt Schleswig, 03.11.2006.
- [6] Gemeinsame Handlungsempfehlung des Sächsischen Staatsministeriums des Innern und des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Zulassung von Windenergieanlagen. – Dresden, 07.09.2011.
- [7] Leitlinie des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Leitlinie). – Potsdam, 24.03.2003, zuletzt geändert am 02.12.2019.
- [8] Quaschnig, V. (2006): Regenerative Energiesysteme: Technologie – Berechnung – Simulation. – 4., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Hanser, München.
- [9] Schlez, W., A. Peel und A. Neubert (2012): Shadow flicker validation and mitigation. – Posterpräsentation bei der DEWEK am 07./08.11.2012. – In: Proceedings DEWEK 2012 – German Wind Energy Conference. – Bremen, 07./08.11.2012.
- [10] Gemeinsame Bekanntmachung der Bayerischen Staatsministerien des Innern, für Bau und Verkehr, für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat, für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, für Umwelt und Verbraucherschutz, für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie für Gesundheit und Pflege (2016): Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (WEA) (Windenergie-Erlass – BayWEE). – 2129.1-W, 19.07.2016.
- [11] Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung, Ministerium der Finanzen, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten und Ministerium des Innern, für Sport und Infrastruktur Rheinland-Pfalz (2013): Hinweise für die Beurteilung der Zulässigkeit der Errichtung von Windenergieanlagen in Rheinland-Pfalz (Rundschreiben Windenergie). – 28.05.2013.
- [12] Windkraftanlagen im Land Brandenburg. – Publikation des Landesamts für Umwelt Brandenburg, Potsdam, URL: <https://data.geobasis-bb.de/geofachdaten/Energie- und Klimaschutz/wka.zip> – 03.01.2022.

8 Anhang

8.1 Einwirkungsbereich der geplanten Anlage



8.2 Kartografische Darstellung der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer (Gesamtbelastung)



8.3 Berechnungsberichte der Prognosesoftware

gesamte Vorbelastung:

Projekt:
Klosterfelde

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:
26.07.2022 11:59/3.3.261

SHADOW - Hauptergebnis
Berechnung: gesamte Vorbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont: 3 °
Tage zwischen Berechnungen: 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung: 1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: 20210601_ten_Klosterfelde-01
Hindernisse in Berechnung verwendet
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
Rasterauflösung: 1,0 m

Maßstab 1:50.000

* Existierende WEA * Schattenrezeptor

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA

WEA	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[U/min]	
WEA 01	395.824	5.849.965	50,0	KF 01	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 02	396.174	5.849.984	50,0	KF 02	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 03	396.103	5.849.677	50,0	KF 03	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 04	395.774	5.849.621	50,0	KF 04	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 05	396.421	5.849.865	47,5	KF 06	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
WEA 06	395.428	5.849.963	49,6	SH 01	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 07	395.366	5.850.298	47,5	SH 02	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 08	393.788	5.849.949	50,6	NR 01	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 09	393.627	5.849.883	51,8	NR 02	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 10	393.491	5.850.022	52,5	NR 03	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 11	395.700	5.850.231	47,5	KF 05	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	135,0	2.214	14,5
WEA 12	395.975	5.850.365	47,5	KF 07	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	1.513	16,0
WEA 13	396.314	5.850.218	47,5	KF 08	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	1.513	16,0

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	396.784	5.850.838	47,5	1,0	1,0	1,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	397.146	5.850.772	47,5	1,0	1,0	1,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	397.287	5.850.397	47,5	1,0	1,0	1,0	85,0	90,0	Feste Richtung	2,0
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	397.268	5.849.890	52,0	1,0	1,0	1,0	83,0	90,0	Feste Richtung	2,0
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	397.388	5.849.546	54,5	1,0	1,0	1,0	92,0	90,0	Feste Richtung	2,0
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	394.941	5.849.321	50,0	1,0	1,0	5,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	394.772	5.849.336	50,1	1,0	1,0	5,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	394.699	5.849.536	50,4	1,0	1,0	1,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	394.389	5.849.642	50,0	1,0	1,0	1,0	-76,2	90,0	Feste Richtung	2,0
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	394.409	5.849.975	50,0	1,0	1,0	1,0	90,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	397.161	5.850.163	48,1	1,0	1,0	1,0	81,7	90,0	Feste Richtung	2,0

Projekt:

Klosterfelde

Lizenziertes Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.07.2022 11:59/3.3.261

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: gesamte Vorbelastung

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	47:31	122	0:43
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	35:22	143	0:22
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	28:21	101	0:36
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	33:56	108	0:37
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	31:11	111	0:36
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0	0:00
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	5:23	26	0:16
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0	0:00
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0	0:00
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	27:53	113	0:36
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	39:40	114	0:42

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
WEA 01	KF 01	11:21
WEA 02	KF 02	22:05
WEA 03	KF 03	11:53
WEA 04	KF 04	7:22
WEA 05	KF 06	47:16
WEA 06	SH 01	4:21
WEA 07	SH 02	6:15
WEA 08	NR 01	5:17
WEA 09	NR 02	3:11
WEA 10	NR 03	0:00
WEA 11	KF 05	32:18
WEA 12	KF 07	30:30
WEA 13	KF 08	82:19

Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

reduzierte Vorbelastung:

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
Berechnet: 26.07.2022 11:59/3.3.261	

SHADOW - Hauptergebnis

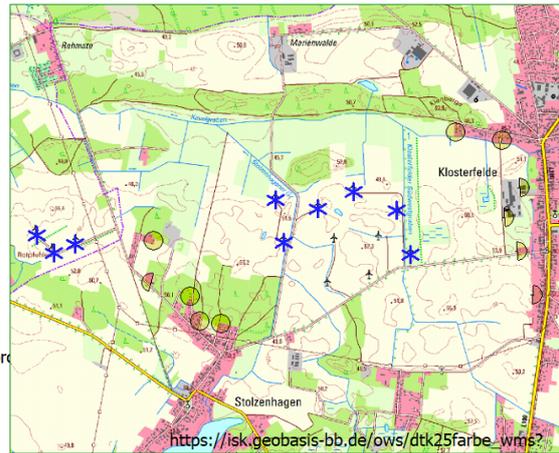
Berechnung: reduzierte Vorbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
 Siehe WEA-Tabelle

- Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont: 3 °
- Tage zwischen Berechnungen: 1 Tag(e)
- Berechnungszeitsprung: 1 Minuten
- Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
 - Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
 - Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlrichtung
 - Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
 Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: 20210601_ten_Klosterfelde-ork
 Hindernisse in Berechnung verwendet
 Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
 Rasterauflösung: 1,0 m



Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

Maßstab 1:50.000

* Existierende WEA ⚡ Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
			[m]									
WEA 05	396.421	5.849.865	47,5	KF 06	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1,599	18,0
WEA 06	395.428	5.849.963	49,6	SH 01	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 07	395.366	5.850.298	47,5	SH 02	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 08	393.788	5.849.949	50,6	NR 01	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 09	393.627	5.849.883	51,8	NR 02	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 10	393.491	5.850.022	52,5	NR 03	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 11	395.700	5.850.231	47,5	KF 05	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	135,0	2.214	14,5
WEA 12	395.975	5.850.365	47,5	KF 07	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	1.513	16,0
WEA 13	396.314	5.850.218	47,5	KF 08	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	1.513	16,0

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	396.784	5.850.838	47,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	397.146	5.850.772	47,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	397.287	5.850.397	47,5	1,0	1,0	1,0	85,0	90,0	Feste Richtung	2,0
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	397.268	5.849.890	52,0	1,0	1,0	1,0	83,0	90,0	Feste Richtung	2,0
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	397.388	5.849.546	54,5	1,0	1,0	1,0	92,0	90,0	Feste Richtung	2,0
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	394.941	5.849.321	50,0	1,0	1,0	5,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	394.772	5.849.336	50,1	1,0	1,0	5,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	394.699	5.849.536	50,4	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	394.389	5.849.642	50,0	1,0	1,0	1,0	-76,2	90,0	Feste Richtung	2,0
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpühl 16	394.409	5.849.975	50,0	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	397.161	5.850.163	48,1	1,0	1,0	1,0	81,7	90,0	Feste Richtung	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	41:30	122	0:29
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	30:36	119	0:22
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	22:21	71	0:36
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	25:54	90	0:28
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	26:32	89	0:33

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071 Berechnet: 26.07.2022 11:59/3.3.261
---------------------------------	--

SHADOW - Hauptergebnis
Berechnung: reduzierte Vorbelastung

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0	0:00
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	0:00	0	0:00
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0	0:00
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0	0:00
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	25:21	99	0:33
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	30:08	81	0:42

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
WEA 05	KF 06	47:16
WEA 06	SH 01	4:21
WEA 07	SH 02	6:15
WEA 08	NR 01	5:17
WEA 09	NR 02	3:11
WEA 10	NR 03	0:00
WEA 11	KF 05	32:18
WEA 12	KF 07	30:30
WEA 13	KF 08	82:19

Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Zusatzbelastung:

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
	Berechnet: 26.07.2022 12:12/3.3.261

SHADOW - Hauptergebnis

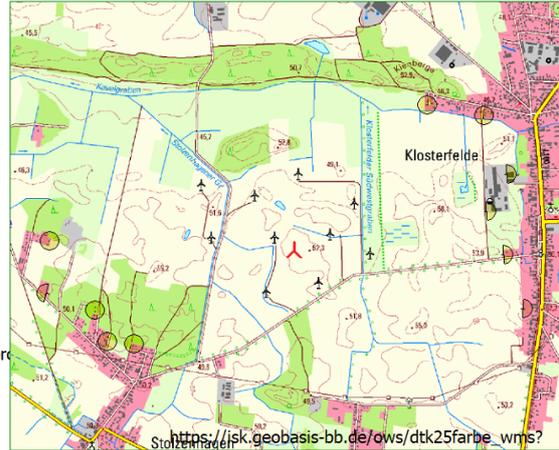
Berechnung: Zusatzbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
 Siehe WEA-Tabelle

- Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont: 3 °
- Tage zwischen Berechnungen: 1 Tag(e)
- Berechnungszeitsprung: 1 Minuten
- Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
 - Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
 - Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
 - Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
 Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: 20210601_ten_Klosterfelde-ort
 Hindernisse in Berechnung verwendet
 Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
 Rasterauflösung: 1,0 m



Maßstab 1:40.000
 Neue WEA Schattenrezeptor

Alle Koordinatangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA

WEA	Ost Nord Z			Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
	395.951	5.849.915	50,0		Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
WEA 14	395.951	5.849.915	50,0	WEA 14	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	130,3	1.681	10,8

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe ü.Gr. [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	396.784	5.850.838	47,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	397.146	5.850.772	47,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	397.287	5.850.397	47,5	1,0	1,0	1,0	85,0	90,0	Feste Richtung	2,0
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	397.268	5.849.890	52,0	1,0	1,0	1,0	83,0	90,0	Feste Richtung	2,0
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	397.388	5.849.546	54,5	1,0	1,0	1,0	92,0	90,0	Feste Richtung	2,0
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	394.941	5.849.321	50,0	1,0	1,0	5,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	394.772	5.849.336	50,1	1,0	1,0	5,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	394.699	5.849.536	50,4	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	394.389	5.849.642	50,0	1,0	1,0	1,0	-76,2	90,0	Feste Richtung	2,0
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	394.409	5.849.975	50,0	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	397.161	5.850.163	48,1	1,0	1,0	1,0	81,7	90,0	Feste Richtung	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	28:54	72	0:28
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	10:28	38	0:23
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	8:25	30	0:23
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	9:34	32	0:25
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	8:01	31	0:22
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0	0:00
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	26:03	85	0:26
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0	0:00
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0	0:00
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	6:32	27	0:21
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	10:59	33	0:26

Projekt: Klosterfelde	Lizenziertes Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071 Berechnet: 26.07.2022 12:12/3.3.261
---------------------------------	--

SHADOW - Hauptergebnis
Berechnung: Zusatzbelastung

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
WEA 14	WEA 14	108:56

Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Gesamtbelastung:

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
Berechnet: 26.07.2022 12:36/3.3.261	

SHADOW - Hauptergebnis

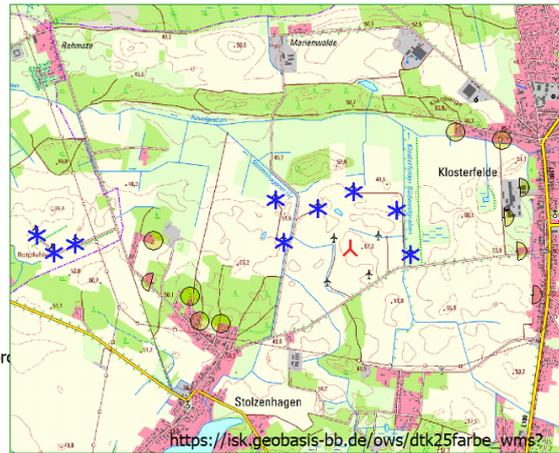
Berechnung: Gesamtbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
 Siehe WEA-Tabelle

- Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
- Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
- Berechnungszeitsprung 1 Minuten
- Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
 Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: 20210601_ten_Klosterfelde-ort
 Hindernisse in Berechnung verwendet
 Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
 Rasterauflösung: 1,0 m



Alle Koordinatangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
WEA 05	396.421	5.849.865	47,5	KF 06	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
WEA 06	395.428	5.849.963	49,6	SH 01	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 07	395.366	5.850.298	47,5	SH 02	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
WEA 08	393.788	5.849.949	50,6	NR 01	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 09	393.627	5.849.883	51,8	NR 02	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 10	393.491	5.850.022	52,5	NR 03	Ja	VESTAS	V47-660 kW-660	660	47,0	76,0	879	28,5
WEA 11	395.700	5.850.231	47,5	KF 05	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	135,0	2.214	14,5
WEA 12	395.975	5.850.365	47,5	KF 07	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	1.513	16,0
WEA 13	396.314	5.850.218	47,5	KF 08	Ja	ENERCON	E-92-2.350	2.350	92,0	138,0	1.513	16,0
WEA 14	395.951	5.849.915	50,0	WEA 14	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	130,3	1.681	10,8

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	396.784	5.850.838	47,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	397.146	5.850.772	47,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	397.287	5.850.397	47,5	1,0	1,0	1,0	85,0	90,0	Feste Richtung	2,0
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	397.268	5.849.890	52,0	1,0	1,0	1,0	83,0	90,0	Feste Richtung	2,0
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	397.388	5.849.546	54,5	1,0	1,0	1,0	92,0	90,0	Feste Richtung	2,0
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	394.941	5.849.321	50,0	1,0	1,0	5,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	394.772	5.849.336	50,1	1,0	1,0	5,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	6,0
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	394.699	5.849.536	50,4	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	394.389	5.849.642	50,0	1,0	1,0	1,0	-76,2	90,0	Feste Richtung	2,0
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	394.409	5.849.975	50,0	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	397.161	5.850.163	48,1	1,0	1,0	1,0	81,7	90,0	Feste Richtung	2,0

Berechnungsergebnisse

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
A	Klosterfelde, Gartenstraße 39c	70:04	122	0:54
B	Klosterfelde, Gartenstraße 12f	38:33	145	0:23
C	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	30:46	97	0:36

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt: Klosterfelde	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071 Berechnet: 26.07.2022 12:36/3.3.261
---------------------------------	--

SHADOW - Hauptergebnis
Berechnung: Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
D	Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	34:09	96	0:40
E	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	34:17	115	0:33
F	Stolzenhagen, Feldstraße 14	0:00	0	0:00
G	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	26:03	85	0:26
H	Stolzenhagen, Lehmweg 6	0:00	0	0:00
I	Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46	0:00	0	0:00
J	Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	28:51	99	0:39
K	Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)	41:07	98	0:44

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal
		[h/a]
WEA 05	KF 06	47:16
WEA 06	SH 01	4:21
WEA 07	SH 02	6:15
WEA 08	NR 01	5:17
WEA 09	NR 02	3:11
WEA 10	NR 03	0:00
WEA 11	KF 05	32:18
WEA 12	KF 07	30:30
WEA 13	KF 08	82:19
WEA 14	WEA 14	108:56

Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

8.4 Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – grafisch)

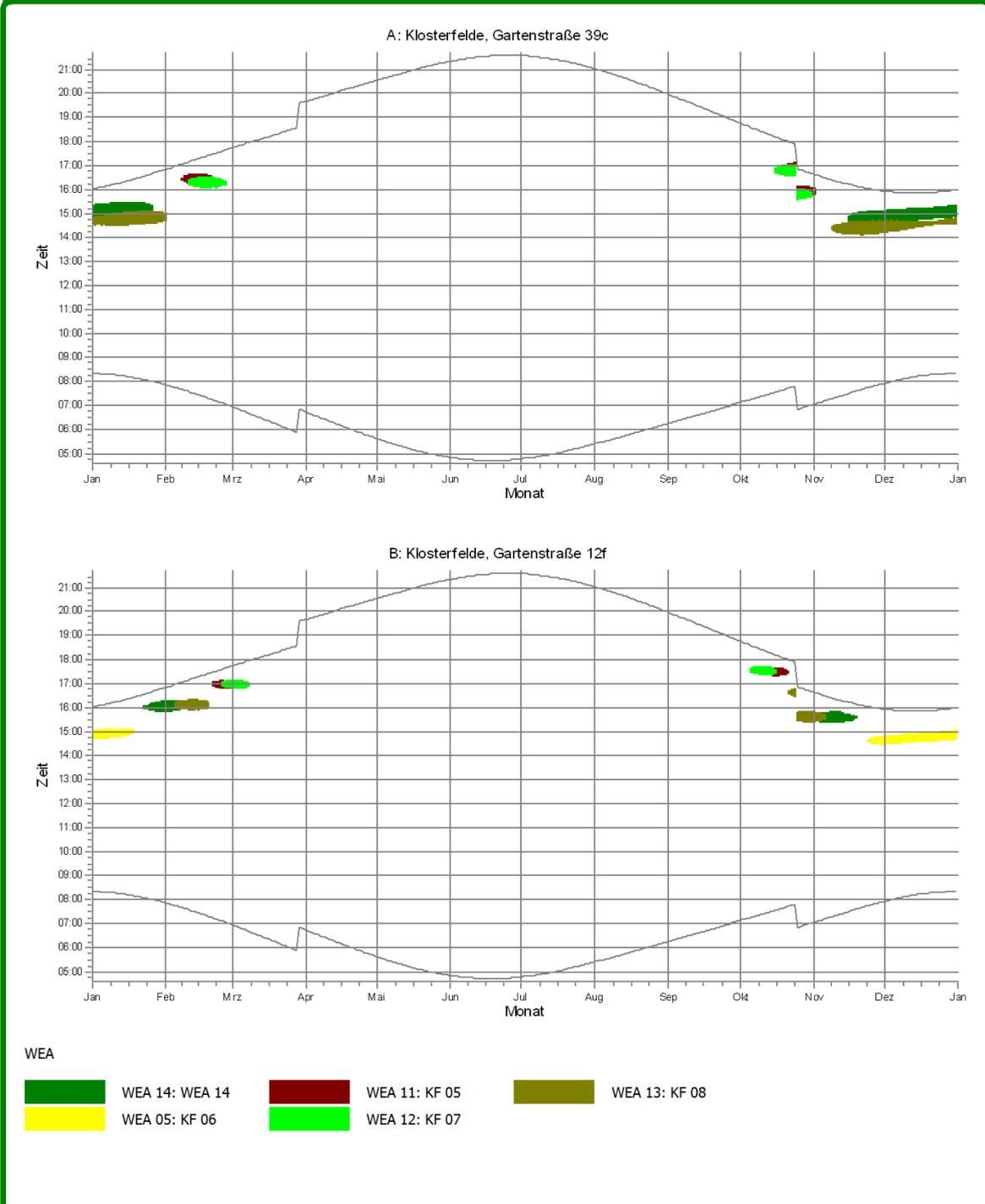
Projekt:
Klosterfelde

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:
26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



Projekt:

Klosterfelde

Lizenzierter Anwender:

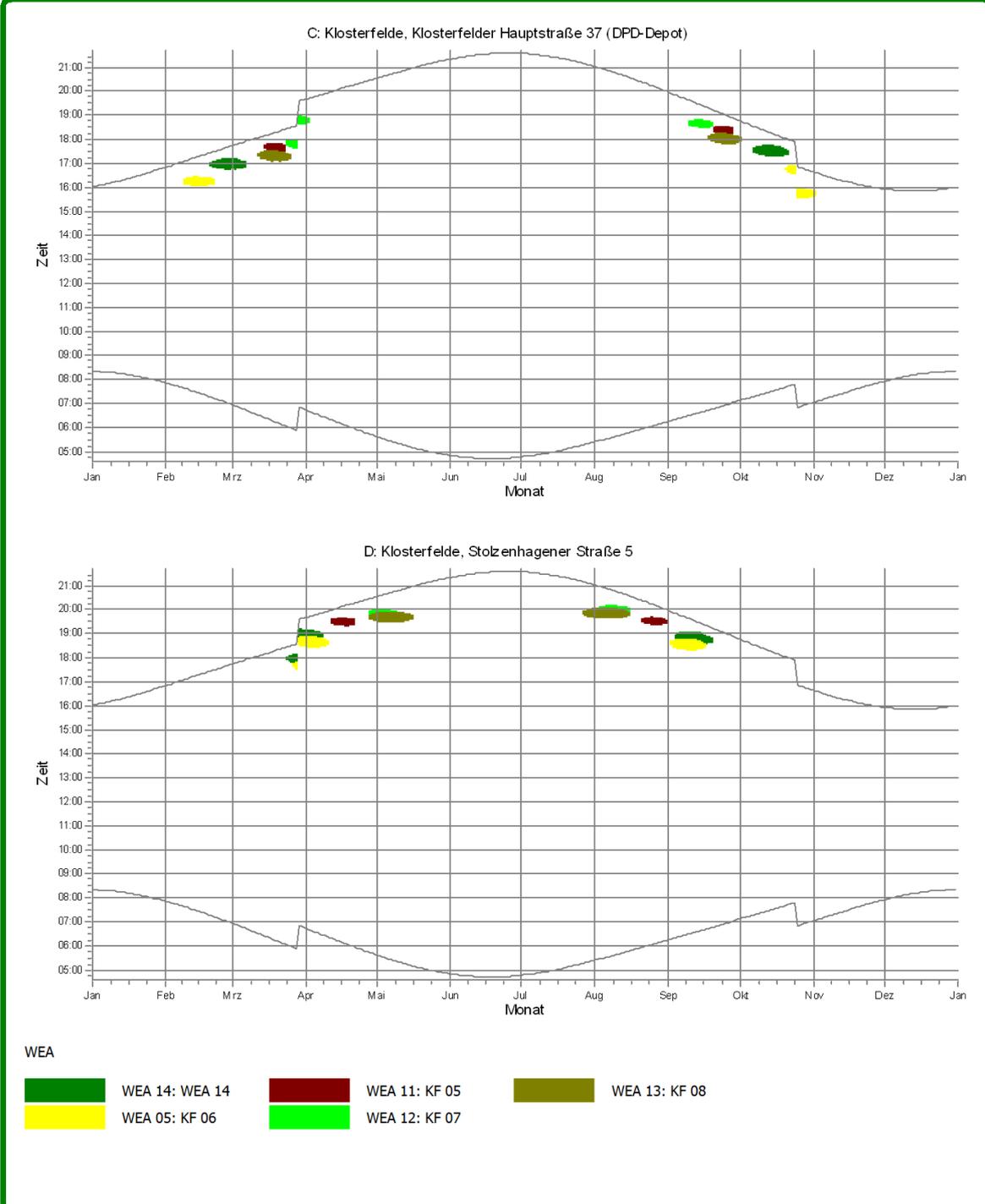
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



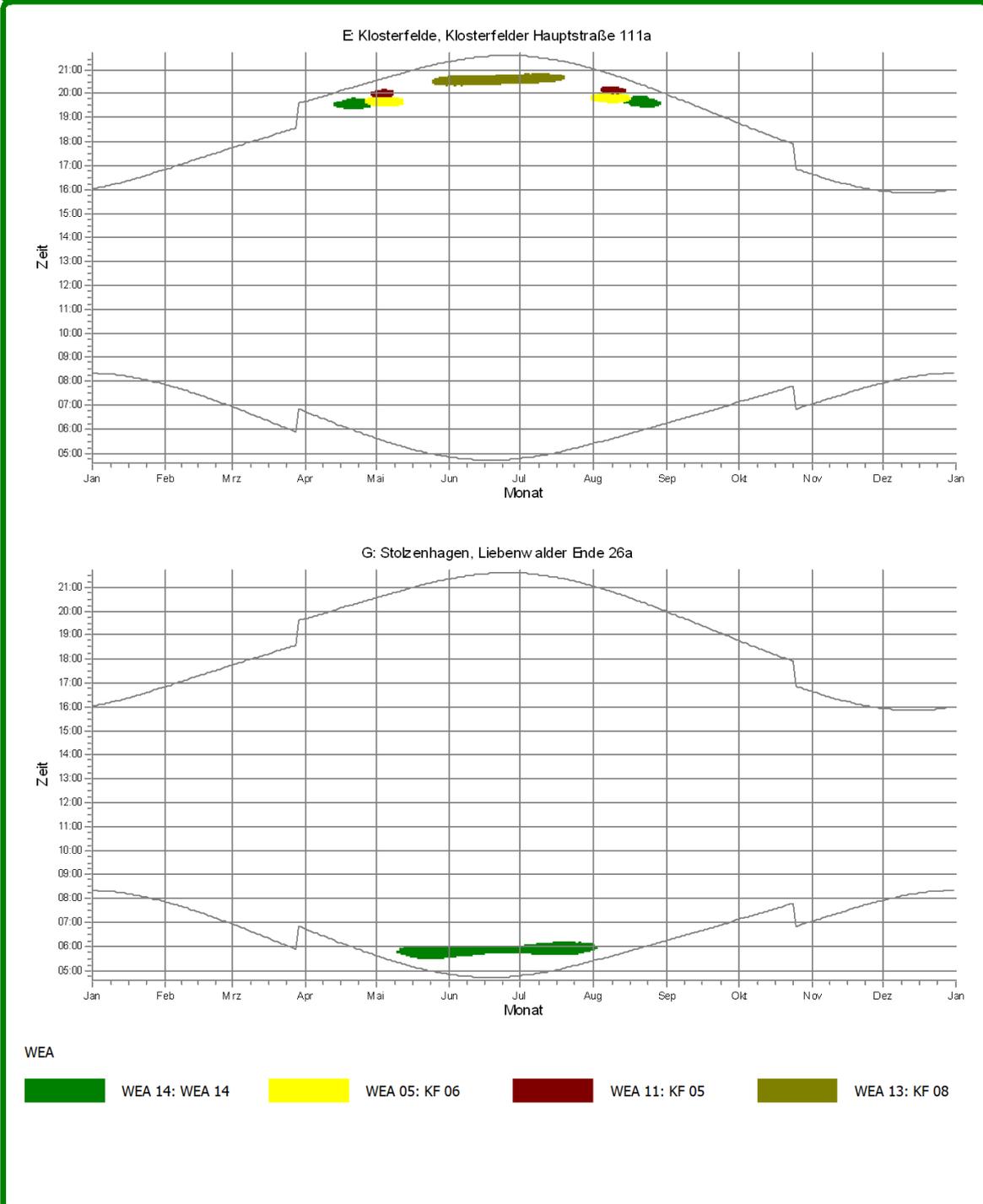
Projekt:
Klosterfelde

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:
26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



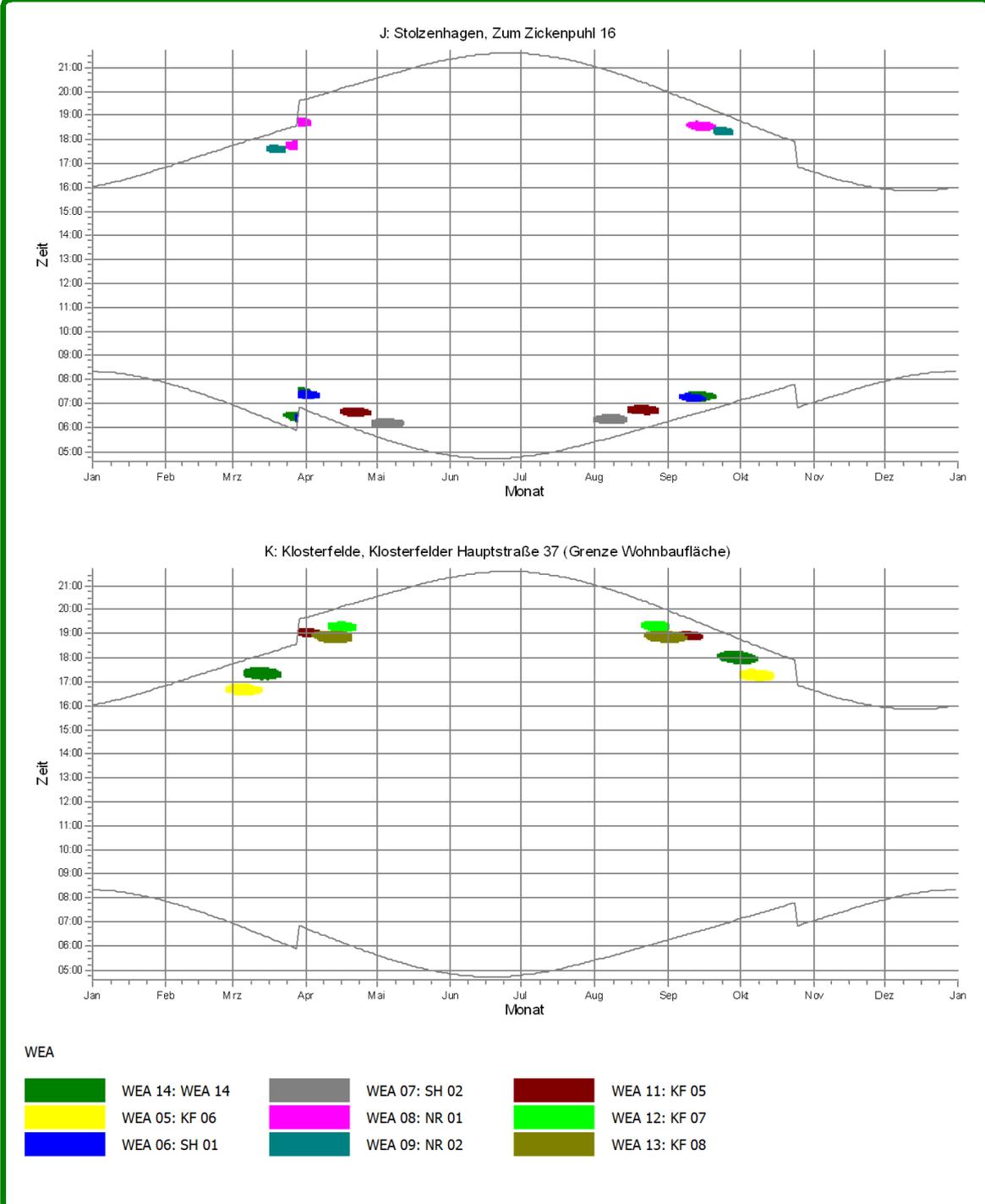
Projekt:
Klosterfelde

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:
26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



Projekt:
Klosterfelde

Lizenziertes Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:
26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** A - Klosterfelde, Gartenstraße 39c

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
 Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
 Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	July	August	September	October	November	Dezember	
1	04:46 21:35	05:24 21:01	06:15 19:57	07:06 18:46	07:02 16:38	15:49 (WEA 11) 07:55 14:14 (WEA 13)	
2	04:46 21:34	05:25 21:00	06:17 19:55	07:08 18:44	13 07:04 16:36	15:51 (WEA 11) 07:56 52 15:07 (WEA 14)	
3	04:47 21:34	05:27 20:58	06:19 19:53	07:10 18:41	9 07:06 16:34	16:00 (WEA 11) 07:58 51 15:07 (WEA 14)	
4	04:48 21:33	05:28 20:56	06:20 19:50	07:11 18:39	07:08 16:32	07:59 15:54 51 15:08 (WEA 14)	
5	04:49 21:33	05:30 20:54	06:22 19:48	07:13 18:36	07:09 16:30	08:00 15:53 50 15:08 (WEA 14)	
6	04:50 21:32	05:32 20:52	06:24 19:46	07:15 18:34	07:11 16:29	08:02 15:53 47 15:08 (WEA 14)	
7	04:50 21:32	05:33 20:51	06:25 19:43	07:17 18:32	07:13 16:27	08:03 15:52 46 15:08 (WEA 14)	
8	04:51 21:31	05:35 20:49	06:27 19:41	07:18 18:29	07:15 16:25	08:04 15:52 45 15:08 (WEA 14)	
9	04:52 21:30	05:37 20:47	06:29 19:39	07:20 18:27	07:17 16:23	14:21 (WEA 13) 08:06 43 15:09 (WEA 14)	
10	04:53 21:30	05:38 20:45	06:31 19:36	07:22 18:25	07:19 16:22	2 14:23 (WEA 13) 15:52 43 14:22 (WEA 13)	
11	04:55 21:29	05:40 20:43	06:32 19:34	07:24 18:23	07:21 16:20	14:16 (WEA 13) 08:07 42 15:09 (WEA 14)	
12	04:56 21:28	05:42 20:41	06:34 19:31	07:26 18:20	07:22 16:18	14:14 (WEA 13) 08:09 42 15:10 (WEA 14)	
13	04:57 21:27	05:43 20:39	06:36 19:29	07:27 18:18	19 07:24 16:17	14:32 (WEA 13) 08:10 38 15:10 (WEA 14)	
14	04:58 21:26	05:45 20:37	06:37 19:27	07:29 18:16	07:26 16:15	21 14:33 (WEA 13) 08:11 36 15:10 (WEA 14)	
15	04:59 21:25	05:47 20:35	06:39 19:24	07:31 18:13	23 07:28 16:14	14:11 (WEA 13) 08:11 36 15:11 (WEA 14)	
16	05:00 21:24	05:48 20:33	06:41 19:22	07:33 18:11	25 07:30 16:12	14:10 (WEA 13) 08:13 36 15:12 (WEA 14)	
17	05:02 21:23	05:50 20:31	06:42 19:19	07:34 18:09	33 07:32 16:11	14:52 (WEA 14) 15:51 34 15:11 (WEA 14)	
18	05:03 21:22	05:52 20:28	06:44 19:17	07:36 18:07	39 07:33 16:09	14:10 (WEA 13) 08:14 33 15:12 (WEA 14)	
19	05:04 21:21	05:53 20:26	06:46 19:15	07:38 18:05	43 07:35 16:08	14:57 (WEA 14) 15:51 31 15:11 (WEA 14)	
20	05:06 21:19	05:55 20:24	06:47 19:12	07:40 18:02	47 07:37 16:07	14:10 (WEA 13) 08:16 31 15:12 (WEA 14)	
21	05:07 21:18	05:57 20:22	06:49 19:10	07:42 18:00	48 07:39 16:06	15:00 (WEA 14) 15:52 30 15:13 (WEA 14)	
22	05:08 21:17	05:58 20:20	06:51 19:07	07:44 17:58	51 07:40 16:04	14:09 (WEA 13) 08:17 30 15:14 (WEA 14)	
23	05:10 21:15	06:00 20:18	06:53 19:05	07:45 17:56	52 07:42 16:03	15:01 (WEA 14) 15:53 30 15:14 (WEA 14)	
24	05:11 21:14	06:02 20:15	06:54 19:03	07:47 17:54	52 07:44 16:02	14:10 (WEA 13) 08:17 30 15:14 (WEA 14)	
25	05:13 21:12	06:03 20:13	06:56 19:00	07:49 17:52	53 07:45 16:01	15:03 (WEA 14) 15:54 31 15:14 (WEA 14)	
26	05:14 21:11	06:05 20:11	06:58 18:58	07:51 17:50	53 07:47 16:00	14:11 (WEA 13) 08:18 31 15:15 (WEA 14)	
27	05:16 21:09	06:07 20:09	06:59 18:55	07:53 17:48	53 07:49 15:59	14:12 (WEA 13) 08:19 31 15:15 (WEA 14)	
28	05:17 21:08	06:09 20:06	07:01 18:53	07:55 17:46	53 07:50 15:58	15:04 (WEA 14) 15:56 34 15:16 (WEA 14)	
29	05:19 21:06	06:10 20:04	07:03 18:51	07:57 17:44	53 07:52 15:57	14:12 (WEA 13) 08:19 36 15:17 (WEA 14)	
30	05:20 21:05	06:12 20:02	07:05 18:48	07:59 17:42	53 07:53 15:56	14:13 (WEA 13) 08:19 37 15:17 (WEA 14)	
31	05:22 21:03	06:14 20:00		08:00 17:40	53 07:56 16:03 (WEA 11)	14:13 (WEA 13) 08:19 38 15:18 (WEA 14)	
Sonnenscheinstunden		507	456	382	330	263	239
astr.max.mögl.Beschattung					370	876	1199

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)	Schattende (WEA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	-------------------	--	---------------------------------------

Projekt: **Klosterfelde**

Lizenziertes Anwender: **Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH**
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet: 26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: C - Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallrichtung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni			
1	08:19 16:01	07:51 16:50	06:56 17:44	16:48 (WEA 14) 06:43	18:41 (WEA 12) 05:36	04:49 21:20			
2	08:19 16:02	07:49 16:52	06:53 17:46	16:47 (WEA 14) 06:41	18:44 (WEA 12) 05:34	04:48 21:21			
3	08:19 16:03	07:48 16:54	06:51 17:47	16:48 (WEA 14) 06:38	18:51 (WEA 12) 05:32	04:47 21:23			
4	08:19 16:04	07:46 16:56	06:49 17:49	16:49 (WEA 14) 06:36	19:04 (WEA 12) 05:30	04:47 21:24			
5	08:18 16:06	07:44 16:58	06:47 17:51	16:50 (WEA 14) 06:34	19:14 (WEA 12) 05:28	04:46 21:25			
6	08:18 16:07	07:42 17:00	06:44 17:53	16:53 (WEA 14) 06:31	19:24 (WEA 12) 05:27	04:45 21:26			
7	08:18 16:08	07:41 17:02	06:42 17:55	17:02 (WEA 14) 06:29	19:34 (WEA 12) 05:25	04:45 21:27			
8	08:17 16:09	07:39 17:04	06:40 17:57	17:12 (WEA 14) 06:27	19:44 (WEA 12) 05:23	04:44 21:27			
9	08:17 16:11	07:37 17:06	06:37 17:58	17:22 (WEA 14) 06:24	19:54 (WEA 12) 05:21	04:43 21:28			
10	08:16 16:12	07:35 17:07	06:35 18:00	17:32 (WEA 14) 06:22	20:04 (WEA 12) 05:19	04:43 21:29			
11	08:15 16:14	07:33 17:09	06:33 18:02	17:42 (WEA 14) 06:20	20:14 (WEA 12) 05:18	04:43 21:30			
12	08:15 16:15	07:31 17:11	06:30 18:04	17:52 (WEA 14) 06:17	20:24 (WEA 12) 05:16	04:42 21:31			
13	08:14 16:17	07:29 17:13	06:28 18:06	18:02 (WEA 14) 06:15	20:34 (WEA 12) 05:14	04:42 21:31			
14	08:13 16:18	07:27 17:15	06:26 18:08	18:12 (WEA 14) 06:13	20:44 (WEA 12) 05:12	04:42 21:32			
15	08:12 16:20	07:25 17:17	06:23 18:09	18:22 (WEA 14) 06:11	20:54 (WEA 12) 05:11	04:41 21:33			
16	08:11 16:22	07:23 17:19	06:21 18:11	18:32 (WEA 14) 06:08	21:04 (WEA 12) 05:09	04:41 21:33			
17	08:10 16:23	07:21 17:21	06:19 18:13	18:42 (WEA 14) 06:06	21:14 (WEA 12) 05:08	04:41 21:34			
18	08:09 16:25	07:19 17:23	06:16 18:15	18:52 (WEA 14) 06:04	21:24 (WEA 12) 05:06	04:41 21:34			
19	08:08 16:27	07:17 17:25	06:14 18:17	19:02 (WEA 14) 06:02	21:34 (WEA 12) 05:05	04:41 21:34			
20	08:07 16:28	07:15 17:27	06:11 18:18	19:12 (WEA 14) 05:59	21:44 (WEA 12) 05:03	04:41 21:35			
21	08:06 16:30	07:13 17:29	06:09 18:20	19:22 (WEA 14) 05:57	21:54 (WEA 12) 05:02	04:41 21:35			
22	08:05 16:32	07:11 17:30	06:07 18:22	19:32 (WEA 14) 05:55	22:04 (WEA 12) 05:00	04:42 21:35			
23	08:04 16:34	07:09 17:32	06:04 18:24	19:42 (WEA 14) 05:53	22:14 (WEA 12) 04:59	04:42 21:35			
24	08:02 16:35	07:07 17:34	06:02 18:25	19:52 (WEA 14) 05:51	22:24 (WEA 12) 04:58	04:42 21:35			
25	08:01 16:37	07:04 17:36	06:00 18:27	20:02 (WEA 14) 05:49	22:34 (WEA 12) 04:57	04:42 21:35			
26	08:00 16:39	07:02 17:38	05:57 18:29	20:12 (WEA 14) 05:46	22:44 (WEA 12) 04:56	04:43 21:35			
27	07:58 16:41	07:00 17:40	05:55 18:31	20:22 (WEA 14) 05:44	22:54 (WEA 12) 04:55	04:43 21:35			
28	07:57 16:43	06:58 17:42	05:52 18:33	20:32 (WEA 14) 05:42	23:04 (WEA 12) 04:53	04:44 21:35			
29	07:55 16:45		06:50 19:34	20:42 (WEA 14) 05:40	23:14 (WEA 12) 04:52	04:44 21:35			
30	07:54 16:46		06:48 19:36	20:52 (WEA 14) 05:38	23:24 (WEA 12) 04:51	04:45 21:35			
31	07:52 16:48		06:45 19:38	21:02 (WEA 14) 05:36	23:34 (WEA 12) 04:50	04:45 21:35			
	Sonnenscheinstunden astr.max.mögl.Beschattung	255 276	346	367	549	418	19	489	504

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)	Zeitpunkt (SS:MM) Schatteneende (WEA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	--	--

Projekt:

Klosterfelde

Lizenziertes Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** C - Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	July	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	04:46 21:35	05:24 21:01	06:15 19:57	07:06 18:46	17:55 (WEA 13) 07:02	15:38 (WEA 05) 07:55	
2	04:46 21:34	05:25 21:00	06:17 19:55	07:08 18:44	16:38 07:04	15:50 (WEA 05) 07:56	
3	04:47 21:34	05:27 20:58	06:19 19:53	07:10 18:41	16:36 07:06	15:48 (WEA 05) 07:58	
4	04:48 21:33	05:28 20:56	06:20 19:50	07:11 18:39	16:34 07:08	15:54 07:59	
5	04:49 21:33	05:30 20:54	06:22 19:48	07:13 18:36	16:32 07:09	15:54 08:00	
6	04:50 21:32	05:32 20:52	06:24 19:46	07:15 18:34	16:30 07:11	15:53 08:02	
7	04:50 21:32	05:33 20:51	06:25 19:43	07:17 18:32	17:31 (WEA 14) 07:13	15:52 08:03	
8	04:51 21:31	05:35 20:49	06:27 19:41	07:18 18:29	17:36 (WEA 14) 07:15	15:52 08:04	
9	04:52 21:30	05:37 20:47	06:29 19:38	07:20 18:27	17:38 (WEA 14) 07:17	15:52 08:06	
10	04:53 21:30	05:38 20:45	06:31 19:36	18:37 (WEA 12) 18:44 (WEA 12)	07:22 18:25	16:27 16:22	
11	04:55 21:29	05:40 20:43	06:32 19:34	18:34 (WEA 12) 18:45 (WEA 12)	07:24 18:23	16:25 16:20	
12	04:56 21:28	05:42 20:41	06:34 19:31	18:33 (WEA 12) 18:47 (WEA 12)	07:25 18:20	16:23 16:18	
13	04:57 21:27	05:43 20:39	06:36 19:29	18:32 (WEA 12) 18:47 (WEA 12)	07:27 18:18	16:17 16:17	
14	04:58 21:26	05:45 20:37	06:37 19:27	18:31 (WEA 12) 18:47 (WEA 12)	07:29 18:16	16:15 16:15	
15	04:59 21:25	05:47 20:35	06:39 19:24	18:30 (WEA 12) 18:47 (WEA 12)	07:31 18:13	16:14 16:14	
16	05:00 21:24	05:48 20:33	06:41 19:22	18:30 (WEA 12) 18:45 (WEA 12)	07:33 18:11	16:13 16:12	
17	05:02 21:23	05:50 20:31	06:42 19:19	18:30 (WEA 12) 18:45 (WEA 12)	07:34 18:09	16:12 16:11	
18	05:03 21:22	05:52 20:28	06:44 19:17	18:02 (WEA 13) 18:44 (WEA 12)	07:36 18:07	16:11 16:09	
19	05:04 21:20	05:53 20:26	06:46 19:15	17:57 (WEA 13) 18:41 (WEA 12)	07:38 18:05	16:09 16:08	
20	05:06 21:19	05:55 20:24	06:47 19:12	17:55 (WEA 13) 18:28 (WEA 11)	07:40 18:02	16:07 16:07	
21	05:07 21:18	05:57 20:22	06:49 19:10	17:54 (WEA 13) 18:30 (WEA 11)	07:42 18:00	16:06 16:06	
22	05:08 21:17	05:58 20:20	06:51 19:07	17:52 (WEA 13) 18:30 (WEA 11)	07:43 17:58	16:05 16:04	
23	05:10 21:15	06:00 20:18	06:52 19:05	17:52 (WEA 13) 18:31 (WEA 11)	07:45 17:56	16:04 16:03	
24	05:11 21:14	06:02 20:15	06:54 19:03	17:51 (WEA 13) 18:31 (WEA 11)	07:47 17:54	16:03 16:02	
25	05:13 21:12	06:03 20:13	06:56 19:00	17:51 (WEA 13) 18:31 (WEA 11)	06:49 16:52	16:02 16:01	
26	05:14 21:11	06:05 20:11	06:58 18:58	17:50 (WEA 13) 18:29 (WEA 11)	06:51 16:50	16:01 16:00	
27	05:16 21:09	06:07 20:09	06:59 18:55	17:51 (WEA 13) 18:28 (WEA 11)	06:53 16:48	16:00 15:59	
28	05:17 21:08	06:09 20:06	07:01 18:53	17:51 (WEA 13) 18:26 (WEA 11)	06:55 16:46	15:59 15:58	
29	05:19 21:06	06:10 20:04	07:03 18:51	17:51 (WEA 13) 18:08 (WEA 13)	06:56 16:44	15:57 15:57	
30	05:20 21:05	06:12 20:02	07:04 18:48	17:53 (WEA 13) 18:06 (WEA 13)	06:58 16:42	15:56 15:56	
31	05:22 21:03	06:14 20:00		17:53 (WEA 13) 16:40	07:00 16:40	15:55 15:55	
	Sonnenscheinstunden	507	456	382	330	263	239
	astr.max.mögl.Beschattung			465	447	20	

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt:

Klosterfelde

Lizenziertes Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:

26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** E - Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrichtungsrichtung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April		Mai		Juni
1	08:19 16:01	07:51 16:50	06:56 17:44	06:43 19:40		05:36 20:33	19:31 (WEA 05)	04:49 21:20
2	08:19 16:02	07:49 16:52	06:53 17:46	06:41 19:41		05:34 20:34	19:30 (WEA 05)	04:48 21:21
3	08:19 16:03	07:47 16:54	06:51 17:47	06:38 19:43		05:32 20:36	19:30 (WEA 05)	04:47 21:22
4	08:19 16:04	07:46 16:56	06:49 17:49	06:36 19:45		05:30 20:38	19:30 (WEA 05)	04:47 21:24
5	08:18 16:06	07:44 16:58	06:47 17:51	06:34 19:47		05:28 20:39	19:30 (WEA 05)	04:46 21:25
6	08:18 16:07	07:42 17:00	06:44 17:53	06:31 19:49		05:27 20:41	19:30 (WEA 05)	04:45 21:26
7	08:17 16:08	07:41 17:02	06:42 17:55	06:29 19:50		05:25 20:43	19:30 (WEA 05)	04:45 21:27
8	08:17 16:09	07:39 17:04	06:40 17:57	06:27 19:52		05:23 20:45	19:31 (WEA 05)	04:44 21:27
9	08:16 16:11	07:37 17:06	06:37 17:58	06:24 19:54		05:21 20:46	19:31 (WEA 05)	04:44 21:28
10	08:16 16:12	07:35 17:08	06:35 18:00	06:22 19:56		05:19 20:48	19:32 (WEA 05)	04:43 21:29
11	08:15 16:14	07:33 17:09	06:33 18:02	06:20 19:57		05:18 20:50	19:33 (WEA 05)	04:43 21:30
12	08:15 16:15	07:31 17:11	06:30 18:04	06:17 19:59		05:16 20:51	19:35 (WEA 05)	04:42 21:31
13	08:14 16:17	07:29 17:13	06:28 18:06	06:15 20:01		05:14 20:53	19:43 (WEA 05)	04:42 21:31
14	08:13 16:18	07:27 17:15	06:26 18:08	06:13 20:03	3	19:32 (WEA 14)	19:35 (WEA 14)	05:12 20:54
15	08:12 16:20	07:25 17:17	06:23 18:09	06:11 20:04	8	19:29 (WEA 14)	19:37 (WEA 14)	05:11 20:56
16	08:11 16:22	07:23 17:19	06:21 18:11	06:08 20:06	11	19:28 (WEA 14)	19:39 (WEA 14)	05:09 20:58
17	08:10 16:23	07:21 17:21	06:19 18:13	06:06 20:08	14	19:27 (WEA 14)	19:41 (WEA 14)	05:08 20:59
18	08:09 16:25	07:19 17:23	06:16 18:15	06:04 20:10	17	19:25 (WEA 14)	19:45 (WEA 14)	05:06 21:01
19	08:08 16:27	07:17 17:25	06:14 18:17	06:02 20:11	19	19:25 (WEA 14)	19:44 (WEA 14)	05:05 21:02
20	08:07 16:28	07:15 17:27	06:11 18:18	05:59 20:13	21	19:24 (WEA 14)	19:44 (WEA 14)	05:03 21:04
21	08:06 16:30	07:13 17:29	06:09 18:20	05:57 20:15	22	19:24 (WEA 14)	19:44 (WEA 14)	05:02 21:05
22	08:05 16:32	07:11 17:31	06:07 18:22	05:55 20:17	22	19:24 (WEA 14)	19:44 (WEA 14)	05:00 21:07
23	08:04 16:34	07:09 17:32	06:04 18:24	05:53 20:19	21	19:24 (WEA 14)	19:44 (WEA 14)	04:59 21:08
24	08:02 16:35	07:07 17:34	06:02 18:25	05:51 20:20	20	19:25 (WEA 14)	19:45 (WEA 14)	04:58 21:10
25	08:01 16:37	07:04 17:36	06:00 18:27	05:49 20:22	19	19:25 (WEA 14)	19:44 (WEA 14)	04:57 21:11
26	08:00 16:39	07:02 17:38	05:57 18:29	05:46 20:24	17	19:26 (WEA 14)	19:43 (WEA 14)	04:55 21:13
27	07:58 16:41	07:00 17:40	05:55 18:31	05:44 20:26	16	19:27 (WEA 14)	19:43 (WEA 05)	04:54 21:14
28	07:57 16:43	06:58 17:42	05:52 18:33	05:42 20:27	17	19:29 (WEA 14)	19:46 (WEA 05)	04:53 21:15
29	07:55 16:45		06:50 19:34	05:40 20:29	17	19:33 (WEA 05)	20:00 (WEA 11)	04:52 21:16
30	07:54 16:46		06:48 19:36	05:38 20:31	23	19:32 (WEA 05)	20:02 (WEA 11)	04:51 21:18
31	07:52 16:48		06:45 19:38			04:50 21:19	20:22 (WEA 13)	04:50 21:19
	Sonnenscheinstunden	255	276	367	418	489	504	504
	astr.max.mögl.Beschattung				287	368		531

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Schattenende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt:
Klosterfelde

Lizenzierte Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:
 26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Kalender
Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: J - Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs
 Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
 Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
 Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni	
1	08:19	16:01	07:51	16:50	06:56	17:44	06:43	19:40	07:13 (WEA 06)	05:36	06:04 (WEA 07)	04:49
2	08:19	16:02	07:49	16:52	06:54	17:46	06:41	19:40	07:13 (WEA 06)	05:34	06:03 (WEA 07)	04:48
3	08:19	16:03	07:48	16:54	06:51	17:48	06:38	19:42	07:13 (WEA 06)	05:32	06:03 (WEA 07)	04:48
4	08:19	16:04	07:46	16:56	06:49	17:49	06:36	19:45	07:14 (WEA 06)	05:31	06:03 (WEA 07)	04:47
5	08:18	16:06	07:44	16:58	06:47	17:51	06:34	19:47	07:15 (WEA 06)	05:29	06:02 (WEA 07)	04:46
6	08:18	16:07	07:43	17:00	06:44	17:53	06:31	19:49	07:16 (WEA 06)	05:27	06:02 (WEA 07)	04:45
7	08:18	16:08	07:41	17:02	06:42	17:55	06:29	19:50	07:23 (WEA 06)	05:25	06:03 (WEA 07)	04:45
8	08:17	16:10	07:39	17:04	06:40	17:57	06:27	19:52		05:23	06:03 (WEA 07)	04:44
9	08:17	16:11	07:37	17:06	06:38	17:59	06:24	19:54		05:21	06:04 (WEA 07)	04:44
10	08:16	16:12	07:35	17:08	06:35	18:00	06:22	19:56		05:19	06:05 (WEA 07)	04:43
11	08:15	16:14	07:33	17:10	06:33	18:02	06:20	19:58		05:18	06:06 (WEA 07)	04:43
12	08:15	16:15	07:31	17:12	06:31	18:04	06:18	19:59		05:16	06:08 (WEA 07)	04:42
13	08:14	16:16	07:30	17:13	06:28	18:06	06:15	20:01		05:14	06:12 (WEA 07)	04:42
14	08:13	16:18	07:28	17:15	06:26	18:08	06:13	20:03		05:13		04:42
15	08:12	16:20	07:26	17:17	06:23	18:10	06:11	20:05		05:11		04:42
16	08:12	16:22	07:24	17:19	06:21	18:11	06:08	20:06	06:35 (WEA 11)	05:09		04:42
17	08:11	16:23	07:22	17:21	06:19	18:13	06:06	20:08	06:44 (WEA 11)	05:08	06:46 (WEA 11)	04:41
18	08:10	16:25	07:19	17:23	06:16	18:15	06:04	20:10	06:33 (WEA 11)	05:06	06:33 (WEA 11)	04:41
19	08:09	16:27	07:17	17:25	06:14	18:17	06:02	20:12	06:47 (WEA 11)	05:05	06:46 (WEA 11)	04:41
20	08:07	16:28	07:15	17:27	06:12	18:19	06:00	20:13	06:30 (WEA 11)	05:03	06:30 (WEA 11)	04:41
21	08:06	16:30	07:13	17:29	06:09	18:21	05:57	20:15	06:47 (WEA 11)	05:02	06:47 (WEA 11)	04:41
22	08:05	16:32	07:11	17:31	06:07	18:23	05:55	20:17	06:29 (WEA 11)	05:01	06:29 (WEA 11)	04:41
23	08:04	16:34	07:09	17:33	06:05	18:25	05:53	20:19	06:47 (WEA 11)	05:00	06:47 (WEA 11)	04:41
24	08:03	16:36	07:07	17:35	06:02	18:27	05:51	20:21	06:47 (WEA 11)	04:58	06:47 (WEA 11)	04:41
25	08:01	16:37	07:05	17:37	06:00	18:29	05:49	20:23	06:46 (WEA 11)	04:56	06:46 (WEA 11)	04:41
26	08:00	16:39	07:02	17:39	05:57	18:31	05:47	20:25	06:30 (WEA 11)	04:54	06:30 (WEA 11)	04:41
27	07:59	16:41	07:00	17:41	05:55	18:33	05:45	20:27	06:45 (WEA 11)	04:52	06:45 (WEA 11)	04:41
28	07:57	16:43	06:58	17:43	05:53	18:35	05:42	20:29	06:31 (WEA 11)	04:50	06:31 (WEA 11)	04:41
29	07:56	16:45	06:56	17:45	05:51	18:37	05:40	20:31	06:44 (WEA 11)	04:48	06:44 (WEA 11)	04:41
30	07:54	16:47	06:54	17:47	05:49	18:39	05:38	20:33	06:33 (WEA 11)	04:46	06:33 (WEA 11)	04:41
31	07:53	16:49	06:52	17:49	05:47	18:41	05:36	20:35	06:43 (WEA 11)	04:44	06:43 (WEA 11)	04:41
Sonnenscheinstunden	255	276	367	458	549	640	731	822	913	1004	1095	1186
astr.max.mögl.Beschattung				359	418	489	560	631	702	773	844	915

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):
 Tag im Monat | Sonnenaufgang (SS:MM) | Sonnenuntergang (SS:MM) | Minuten mit Schatten | Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten) | Zeitpunkt (SS:MM) Schattensenke (WEA mit letztem Schatten)

Projekt: **Klosterfelde**

Lizenziertes Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:
 26.07.2022 12:36/3.3.261

SHADOW - Kalender
Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: K - Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs
 Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
 Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
 Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	July	August	September	Oktober	November	Dezember
1	04:46 21:35	05:24 21:01	06:15 19:57	18:39 (WEA 13) 18:46 (WEA 12)	07:06 18:13 (WEA 05)	07:02 16:38
2	04:46 21:34	05:25 21:00	06:17 19:55	33 18:40 (WEA 13) 24 19:04 (WEA 13)	18:08 18:44	36 18:13 (WEA 14) 17:10 (WEA 05)
3	04:47 21:34	05:27 20:58	06:19 19:53	18:39 (WEA 13) 23 19:02 (WEA 13)	07:10 18:41	41 18:12 (WEA 14) 17:08 (WEA 05)
4	04:48 21:33	05:28 20:56	06:20 19:50	18:40 (WEA 13) 22 19:02 (WEA 13)	07:11 18:39	44 18:10 (WEA 14) 17:06 (WEA 05)
5	04:49 21:33	05:30 20:54	06:22 19:48	18:40 (WEA 13) 20 19:00 (WEA 11)	07:13 18:36	42 18:08 (WEA 14) 17:05 (WEA 05)
6	04:50 21:32	05:32 20:52	06:24 19:46	18:42 (WEA 13) 20 19:02 (WEA 11)	07:15 18:34	40 18:06 (WEA 14) 17:05 (WEA 05)
7	04:51 21:32	05:33 20:51	06:25 19:43	18:44 (WEA 13) 19 19:03 (WEA 11)	07:17 18:32	36 18:04 (WEA 14) 17:05 (WEA 05)
8	04:51 21:31	05:35 20:49	06:27 19:41	18:46 (WEA 13) 17 19:03 (WEA 11)	07:18 18:29	32 18:03 (WEA 14) 17:03 (WEA 05)
9	04:52 21:30	05:37 20:47	06:29 19:39	18:47 (WEA 13) 16 19:03 (WEA 11)	07:20 18:27	24 17:27 (WEA 05) 16:23
10	04:53 21:30	05:38 20:45	06:31 19:36	18:47 (WEA 13) 16 19:03 (WEA 11)	07:22 18:25	22 17:26 (WEA 05) 16:22
11	04:55 21:29	05:40 20:43	06:32 19:34	18:46 (WEA 13) 16 19:02 (WEA 11)	07:24 18:23	22 17:26 (WEA 05) 16:20
12	04:56 21:28	05:42 20:41	06:34 19:31	18:47 (WEA 13) 15 19:02 (WEA 11)	07:25 18:20	20 17:25 (WEA 05) 16:18
13	04:57 21:27	05:43 20:39	06:36 19:29	18:48 (WEA 13) 13 19:01 (WEA 11)	07:27 18:18	17 17:23 (WEA 05) 16:17
14	04:58 21:26	05:45 20:37	06:37 19:27	18:48 (WEA 13) 10 18:58 (WEA 11)	07:29 18:16	13 17:20 (WEA 05) 16:15
15	04:59 21:25	05:47 20:35	06:39 19:24	18:52 (WEA 11) 3 18:55 (WEA 11)	07:31 18:13	9 17:09 (WEA 05) 16:14
16	05:00 21:24	05:48 20:33	06:41 19:22	07:33 18:11	07:34 18:09	07:30 16:12
17	05:02 21:23	05:50 20:31	06:42 19:19	07:34 18:09	07:36 18:07	07:31 16:11
18	05:03 21:22	05:52 20:28	06:44 19:17	07:36 18:07	07:38 18:05	07:33 16:09
19	05:04 21:20	05:53 20:26	06:46 19:15	07:38 18:05	07:38 18:05	07:35 16:08
20	05:06 21:19	05:55 20:24	06:47 19:12	07:40 18:02	07:40 18:02	07:37 16:07
21	05:07 21:18	05:57 20:22	06:49 19:10	07:42 18:00	07:42 18:00	07:39 16:06
22	05:08 21:17	05:58 20:20	06:51 19:07	18:01 (WEA 14) 4 18:05 (WEA 14)	07:44 17:58	07:40 16:04
23	05:10 21:15	06:00 20:18	06:53 19:05	17:56 (WEA 14) 13 18:09 (WEA 14)	07:45 17:56	07:42 16:03
24	05:11 21:14	06:02 20:15	06:54 19:03	17:54 (WEA 14) 17 18:11 (WEA 14)	07:47 17:54	07:44 16:02
25	05:13 21:12	06:03 20:13	06:56 19:00	17:52 (WEA 14) 20 18:12 (WEA 14)	06:49 16:52	07:45 16:01
26	05:14 21:11	06:05 20:11	06:58 18:58	17:50 (WEA 14) 22 18:12 (WEA 14)	06:51 16:50	07:47 16:00
27	05:16 21:09	06:07 20:09	06:59 18:55	17:49 (WEA 14) 24 18:13 (WEA 14)	06:53 16:48	07:49 15:59
28	05:17 21:08	06:09 20:06	07:01 18:53	17:49 (WEA 14) 25 18:14 (WEA 14)	06:55 16:46	07:50 15:58
29	05:19 21:06	06:10 20:04	07:03 18:51	17:47 (WEA 14) 26 18:13 (WEA 14)	06:56 16:44	07:52 15:57
30	05:20 21:05	06:12 20:02	07:04 18:48	17:47 (WEA 14) 26 18:13 (WEA 14)	06:58 16:42	07:53 15:56
31	05:22 21:03	06:14 20:00	18:39 (WEA 13) 37 19:23 (WEA 12)	07:00 16:40	07:00 16:40	08:19 16:00
	Sonnenscheinstunden astr.max.mögl.Beschattung	507 456	360	382 444	330 440	263 239

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)		Zeitpunkt (SS:MM) Schattende	Schattende (WEA mit letztem Schatten)

6.2 Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen zur Verhinderung und Begrenzung von Störfällen

Anlagen:

- 6.2.1 Enercon_Anlagensicherheit.pdf

Technische Beschreibung

ENERCON Windenergieanlagen
Anlagensicherheit

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
 Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
 E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
 Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Nicole Fritsch-Nehring
 Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokumentes sind urheberrechtlich durch das deutsche Urheberrechtsgesetz sowie durch internationale Verträge geschützt.

Sämtliche Urheberrechte an den Inhalten dieses Dokumentes liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Urheber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Dem Nutzer werden durch die Bereitstellung der Inhalte keine gewerblichen Schutzrechte, Nutzungsrechte oder sonstigen Rechte eingeräumt oder vorbehalten. Dem Nutzer ist es untersagt, für das Know-how oder Teile davon Rechte gleich welcher Art anzumelden.

Die Weitergabe, Überlassung und sonstige Verbreitung der Inhalte dieses Dokumentes an Dritte, die Anfertigung von Kopien, Abschriften und sonstigen Reproduktionen sowie die Verwertung und sonstige Nutzung sind – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung des Urhebers untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Verstöße gegen das Urheberrecht sind rechtswidrig, gem. §§ 106 ff. Urheberrechtsgesetz strafbar und gewähren den Trägern der Urheberrechte Ansprüche auf Unterlassung und Schadensersatz.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0248369-1b
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2015-06-30	de	DA	WRD GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Sicherheitseinrichtungen	5
3	Sensorensystem	6
4	Sicheres Anhalten der Windenergieanlage	9
5	Fernüberwachung.....	10
6	Wartung	11

1 Einleitung

ENERCON Windenergieanlagen der aktuellen Produktpalette verfügen über eine Vielzahl von sicherheitstechnischen Einrichtungen, die dazu dienen, die Anlagen dauerhaft in einem sicheren Betriebsbereich zu halten.

Organisatorische Maßnahmen, wie regelmäßige, protokollierte Wartungsarbeiten, tragen ebenfalls zu einem zuverlässigen, sicheren Betrieb der Windenergieanlagen bei.

Neben Komponenten, die ein sicheres Anhalten der Windenergieanlagen gewährleisten, zählt zu den sicherheitstechnischen Einrichtungen ein komplexes Sensorsystem. Dieses erfasst ständig alle relevanten Betriebszustände und stellt die entsprechenden Informationen über das Fernüberwachungssystem ENERCON SCADA System bereit.

Bewegen sich sicherheitsrelevante Betriebsparameter außerhalb eines zulässigen Bereichs, werden die Windenergieanlagen mit reduzierter Leistung weiterbetrieben oder angehalten.

Im Folgenden werden die wesentlichen sicherheitstechnischen Einrichtungen der ENERCON Windenergieanlagen sowie organisatorische Maßnahmen zur Erhöhung der Anlagensicherheit näher beschrieben.

Weitere Dokumente zu sicherheitsrelevanten Themen, wie Blitzschutz, Brandschutz, Eiserkennung und Notstromversorgung, sind auf Anfrage verfügbar.

2 Sicherheitseinrichtungen

Not-Halt-Taster

ENERCON Windenergieanlagen verfügen über mehrere Not-Halt-Taster. Bei Betätigung eines Not-Halt-Tasters werden die Rotorblätter verstellt und der Rotor der Windenergieanlage wird angehalten.

Die Not-Halt-Taster schalten die Windenergieanlage nur teilweise spannungsfrei. Einige sicherheitsrelevante Baugruppen der Windenergieanlage werden auch nach Betätigung eines Not-Halt-Tasters weiterhin mit Spannung versorgt.

Hauptschalter

Am Steuerschrank der ENERCON Windenergieanlage befindet sich ein Hauptschalter mit dem nahezu alle Komponenten der Anlage spannungsfrei geschaltet werden können.

Ein zweiter Hauptschalter, der die meisten Komponenten in der Gondel spannungsfrei schaltet, befindet sich am Gondelsteuerschrank.

Der Mittelspannungsbereich, die angeschlossenen Stromschienen und die mit diesen direkt oder über die Niederspannungsverteilung verbundenen Schaltschrankeingänge werden von beiden Hauptschaltern nicht beeinflusst.

3 Sensorensystem

Eine Vielzahl von Sensoren erfasst laufend den aktuellen Zustand der Windenergieanlage und die relevanten Umgebungsparameter. Die Anlagensteuerung wertet die Signale aus und steuert die Windenergieanlage stets so, dass die aktuell verfügbare Windenergie optimal ausgenutzt wird und dabei die Sicherheit des Betriebs gewährleistet ist.

Redundante Sensoren

Um eine Plausibilitätsprüfung durch Vergleich der gemeldeten Werte zu ermöglichen, sind für einige Betriebszustände (z. B. für die Messung der Temperatur im Generator) mehr Sensoren eingebaut als eigentlich notwendig wären. Ein defekter Sensor wird zuverlässig erkannt und kann durch die Aktivierung eines Reservesensors ersetzt werden. Die Windenergieanlage kann dadurch in der Regel ohne den Austausch größerer Komponenten sicher weiter betrieben werden.

Kontrolle der Sensoren

Die Funktionstüchtigkeit aller Sensoren wird entweder im laufenden Betrieb regelmäßig durch die Anlagensteuerung selbst oder, wo dies nicht möglich ist, im Zuge der Anlagenwartung kontrolliert.

Drehzahlüberwachung

Die Anlagensteuerung der ENERCON Windenergieanlage regelt durch Verstellung des Blattwinkels die Rotordrehzahl so, dass die Nenndrehzahl auch bei sehr starkem Wind nicht nennenswert überschritten wird. Auf plötzlich eintretende Ereignisse, wie z. B. eine starke Windböe oder eine schlagartige Verringerung der Generatorlast, kann die Blattverstellung jedoch unter Umständen nicht schnell genug reagieren. Wenn dann die Nenndrehzahl um mehr als ca. 15 % überschritten wird, hält die Anlagensteuerung den Rotor an. Nach drei Minuten unternimmt die Windenergieanlage automatisch einen neuen Startversuch. Ist diese Störung innerhalb von 24 Stunden fünfmal aufgetreten, wird ein Defekt vermutet. Es wird kein weiterer Startversuch unternommen.

Zusätzlich zur elektronischen Überwachung ist ein elektromechanischer Überdrehzahl-schalter (Fliehkraftschalter) Teil jeder Blattverstelleinheit. Jeder einzelne dieser Schalter kann die Windenergieanlage per Notverstellung anhalten. Die Schalter lösen aus, wenn die Nenndrehzahl des Rotors um mehr als 25 % überschritten wird. Für den Neustart der Windenergieanlage müssen die Überdrehzahl-schalter manuell zurückgesetzt werden, nachdem die Ursache für die Überdrehzahl gefunden und beseitigt wurde.

Luftspaltüberwachung

Die Breite des Luftspalts zwischen Rotor und Stator des Ringgenerators wird mithilfe von Mikroschaltern, verteilt über den Rotorumfang, überwacht. Löst einer der Schalter wegen Unterschreitung des Mindestabstands aus, wird die Windenergieanlage angehalten und nach kurzer Zeit neu gestartet.

Tritt diese Störung innerhalb von 24 Stunden noch einmal auf, bleibt die Windenergieanlage angehalten, bis die Ursache beseitigt wurde.

Schwingungsüberwachung

Die Schwingungsüberwachung erkennt zu starke Vibrationen und Schwingungen bzw. Auslenkungen der Turmspitze der Windenergieanlage.

Sensoren erfassen die Beschleunigungen der Gondel in Richtung der Nabenachse (Längsschwingung) und quer dazu (Querschwingung). Die Anlagensteuerung berechnet daraus laufend die Auslenkung des Turms gegenüber der Ruheposition.

Zudem werden Vibrationen in Abhängigkeit vom Steuerungstyp der Windenergieanlage entweder über eine in der Schwingungsüberwachung integrierte Funktion oder über einen separaten Vibrationswächter erkannt.

Überschreiten Schwingungen bzw. Auslenkungen das zulässige Maß, hält die Windenergieanlage an. Nach kurzer Zeit erfolgt ein automatischer Neustart.

Werden unzulässige Vibrationen erkannt oder treten unzulässige Turmschwingungen mehrfach auf, hält die Windenergieanlage an und unternimmt keinen erneuten Startversuch.

Temperaturüberwachung

Einige Komponenten der ENERCON Windenergieanlage werden gekühlt. Zudem messen Temperatursensoren kontinuierlich die Temperatur an Anlagenkomponenten, die vor hohen Temperaturen geschützt werden müssen.

Bei zu hohen Temperaturen wird die Leistung der Windenergieanlage reduziert, gegebenenfalls wird sie angehalten. Die Anlage kühlt ab und läuft im Allgemeinen automatisch wieder an, sobald eine vorgegebene Grenztemperatur unterschritten wird.

Einige Messpunkte sind zusätzlich mit Übertemperaturschaltern ausgerüstet. Diese veranlassen ebenfalls ein Anhalten der Windenergieanlage, jedoch ohne automatischen Wiederanlauf nach Abkühlung, wenn die Temperatur einen bestimmten Grenzwert überschreitet.

Einige Baugruppen, z. B. die Energiespeicher der Blattverstelleinheiten und der Generator, werden bei zu niedrigen Temperaturen gewärmt, um sie betriebsbereit zu halten.

Gondelinterne Geräuschüberwachung

Im Rotorkopf befinden sich Sensoren, die auf laute Schlaggeräusche, etwa durch lose oder defekte Komponenten, reagieren. Die Windenergieanlage wird angehalten, wenn einer der Sensoren Geräusche meldet und kein Hinweis auf andere Ursachen vorliegt.

Um äußere Ursachen für Geräusche, v. a. Hagelschlag bei Gewitter, auszuschließen, werden die Meldungen aller Windenergieanlagen in einem Windpark miteinander verglichen. Bei Einzelanlagen wird zusätzlich ein Gondelgeräuschsensor genutzt. Wenn die Sensoren mehrerer Anlagen oder der Gondelgeräuschsensor gleichzeitig Geräusche melden, werden äußere Ursachen vermutet. Die Geräuschsensoren werden für einen kurzen Zeitraum deaktiviert, so dass keine Windenergieanlage im Windpark angehalten wird.

Überwachung der Kabelverdrillung

Sollte sich die Gondel der Windenergieanlage bis zu dreimal um die eigene Achse gedreht und die im Turm hinabgeführten Kabel verdrillt haben, nutzt die Steuerung der Windenergieanlage die nächste Gelegenheit, um die Kabel automatisch zu entdrillen.

Die Überwachung der Kabelverdrillung verfügt über eine Sensorik, die bei einer Überschreitung des zulässigen Stellbereichs die Stromversorgung der Azimutmotoren unterbricht.

4 Sicheres Anhalten der Windenergieanlage

Anhalten durch Rotorblattverstellung

Die ENERCON Windenergieanlage kann durch manuellen Eingriff oder automatisch durch die Anlagensteuerung angehalten werden.

Jedes Rotorblatt ist dazu mit einer Blattverstelleinheit ausgestattet. Die Blattverstelleinheit besteht aus einer Steuerung, einer Antriebseinheit und einem Energiespeicher.

Durch die Blattverstelleinheit wird die Stellung der Rotorblätter zum Wind gesteuert. Bei einer nicht sicherheitsrelevanten Störung werden die Rotorblätter über die Steuerung der Windenergieanlage aus dem Wind gedreht, worauf der Rotor der Windenergieanlage anhält.

Notverstellung

Der Energiespeicher der Blattverstelleinheit hat die für eine Notverstellung nötige Energie gespeichert und wird während des Anlagenbetriebs im geladenen Zustand gehalten und laufend getestet. Bei einer Notverstellung werden die Antriebseinheiten vom zugehörigen Energiespeicher mit Energie versorgt. Die Rotorblätter fahren ungesteuert und voneinander unabhängig in eine Stellung, in der sie keinen Auftrieb erzeugen, die sogenannte Fahnenstellung.

Da die drei Blattverstelleinheiten sich sowohl gegenseitig kontrollieren als auch unabhängig voneinander funktionieren, können beim Ausfall einer Komponente die verbliebenen Blattverstelleinheiten weiterhin arbeiten und den Rotor anhalten.

5 Fernüberwachung

Standardmäßig sind alle ENERCON Windenergieanlagen über das ENERCON SCADA System (Supervisory Control and Data Acquisition) mit der regionalen Serviceniederlassung verbunden. Diese kann jederzeit die Betriebsdaten von jeder Windenergieanlage abrufen und ggf. sofort auf Auffälligkeiten und Störungen reagieren.

Auch alle Statusmeldungen gehen über das ENERCON SCADA System an eine Serviceniederlassung und werden dort dauerhaft gespeichert. Nur so ist gewährleistet, dass alle Erfahrungen aus dem praktischen Langzeitbetrieb in die Weiterentwicklung der ENERCON Windenergieanlagen einfließen können.

Die Anbindung der einzelnen Windenergieanlagen läuft über einen speziell dafür vorgesehenen Personal Computer (ENERCON SCADA Server), der üblicherweise in der Übergabestation oder in dem Umspannwerk eines Windparks aufgestellt wird. In jedem Windpark ist ein ENERCON SCADA Server installiert.

Das ENERCON SCADA System, seine Eigenschaften und seine Bedienung sind in separaten Dokumenten beschrieben.

Auf Wunsch des Betreibers kann die Überwachung der Windenergieanlagen von einer anderen Stelle übernommen werden.

6 Wartung

Um den dauerhaft sicheren und optimalen Betrieb der Windenergieanlagen sicherzustellen, müssen diese in regelmäßigen Abständen gewartet werden.

ENERCON Windenergieanlagen werden regelmäßig, je nach Anforderung mindestens einmal jährlich, gewartet. Dabei werden alle sicherheitsrelevanten Komponenten und Funktionen geprüft, z. B. Blattverstellung, Windnachführung, Sicherheitssysteme, Blitzschutzsystem, Anschlagpunkte und Sicherheitssteigleiter. Die Schraubverbindungen an den tragenden Verbindungen (Hauptstrang) werden geprüft.

Alle weiteren Komponenten werden einer Sichtprüfung unterzogen, bei der Auffälligkeiten und Schäden festgestellt werden. Verbrauchte Schmierstoffe werden nachgefüllt.

6.2.1 Konzept zur Verhinderung von Störfällen

6.3 Sicherheitsbericht

7.1 Vorgesehene Maßnahmen zum Arbeitsschutz

Anlagen:

- 7.1_D0161003-3_#_de_#_Technische_Beschreibung_EL1_V2.0.pdf
- 7.1_D0162555-4_EG-Baumusterprüfzertifikat_EL1_V2.0_de.pdf
- 7.1_D0167596-8_#_de_#_Konformitätserklärung_EL1_V2_10-1nnn.pdf
- 7.1_D0446785-1_#_de_#_TB Einrichtungen zum Arbeits-, Personen- und Brandschutz.pdf
- 7.1_D0647055-0_#_de_#_Produktbeschreibung_Sicherheitssteigleiter_LMB_Version_05-2016.pdf
- 7.1_SL_AU_Arbeitsschutz Aufbau_rev001_ger-ger.pdf

Technische Beschreibung

ENERCON Aufstiegshilfe

EL1 V2.0

SAP 655207, SAP 667721

Herausgeber ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Simon-Hermann Wobben
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0161003-3		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2017-10-09	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Produktansicht.....	4
2	Allgemeines.....	6
3	Daten.....	7

1 Produktansicht

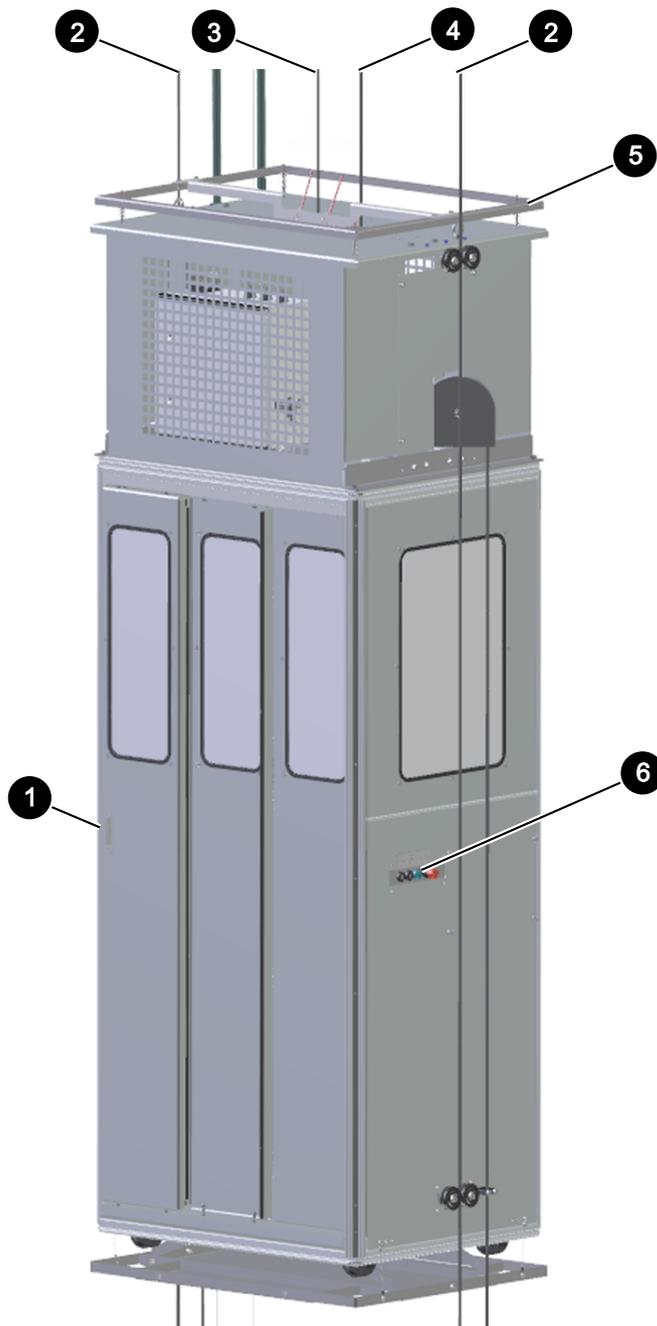


Abb. 1: Fahrkorb (außen)

1 Fahrkorbtür	2 Führungsseile
3 Fahrseil	4 Sicherheitsseil
5 Dachtaster	6 Bedieneinheit (außen)

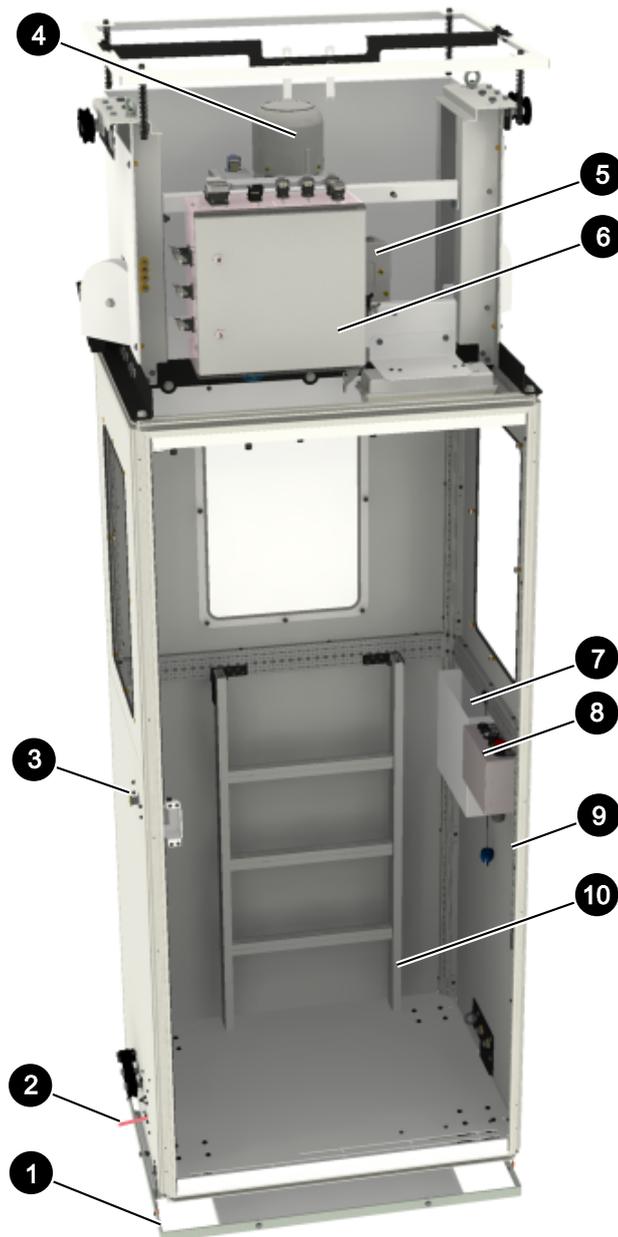


Abb. 2: Fahrkorb (innen)

1	Korbbodentaster	2	Außentaster
3	Türsicherheitsschalter	4	Winde
5	Fangvorrichtung	6	Steuerschrank
7	Dokumententasche	8	Bedieneinheit (innen)
9	Euroschlüssel mit Kette	10	Tritthilfe

2 Allgemeines

Die Aufstiegshilfe ist ein geschlossenes, seilgeführtes System zur Personen- und Materialbeförderung. Die Aufstiegshilfe besteht im Wesentlichen aus Aufhängung, Fahrkorb, Seilführungen und Not-Bedienstelle. Der Fahrkorb ist eine geschlossene Kabine, die sich mit Hilfe einer Winde an einem gespannten Drahtseil auf- und abwärts bewegt.

Eine Fangvorrichtung sichert den Fahrkorb an einem zusätzlichen Sicherheitsseil.

Die Drahtseile sind oben an einer Traverse befestigt und werden mit Hilfe von Spannvorrichtungen gespannt. Die beiden Führungsseile, die sich an den Seiten des Fahrkorbs befinden, verhindern eine Dreh- und Pendelbewegung des Fahrkorbs.

Die Auf- und Abwärtsfahrten werden vom Fahrkorb aus gesteuert. Im Notfall ist die Aufstiegshilfe über die Not-Bedienstelle im Turmfuß bedienbar. Eine Überlastung der Winde wird durch eine Überlastabschaltung verhindert.

3 Daten

Tab. 1: Maße und Gewichte

Angabe	Wert	Einheit
Zulässige Nutzlast	240	kg
Gesamtgewicht (Fahrkorb)	250	kg
Gesamthöhe	2890	mm
Gesamtbreite	1080	mm
Gesamttiefe	800	mm

Tab. 2: Energieversorgung

Angabe	Wert	Einheit
Leistung	max. 4000	W
Spannung	400	V
Strom	max. 6,1	A
Schutzart	IP 54	
Frequenz	50	Hz
Anschluss (3~/N/PE)	5x 2,5	mm ²

Tab. 3: Umgebungsbedingungen

Angabe	Wert	Einheit
Umgebungstemperatur	-20 bis +60	°C
Luftfeuchtigkeit	max. 75	%
Umgebung	sauber, trocken	
	Betrieb nur im Innenraum	
Atmosphäre	nicht explosionsfähig	

Tab. 4: Drahtseil

Angabe	Wert	Einheit
Seilnennendurchmesser	9	mm
Mindestbruchkraft	65,7	kN
Nutzlast	8	kN

Tab. 5: Winde Typ G-trac

Angabe	Wert	Einheit
Gewicht	53	kg
Tragfähigkeit	600	kg
Motorleistung	2,2	kW
Stromaufnahme	4,7	A
Emissionsschallpegel	70	dB(A)
Spannung	400	V
Höhe	608	mm
Breite	352	mm
Tiefe	305	mm
Frequenz	50	Hz

Tab. 6: Winde Typ X 622 P

Angabe	Wert	Einheit
Gewicht	51	kg
Tragfähigkeit	600	kg
Motorleistung	2,2	kW
Stromaufnahme	5,6	A
Emissionsschallpegel	70	dB(A)
Spannung	400	V
Höhe	539	mm
Breite	297	mm
Tiefe	330	mm
Frequenz	50	Hz

Tab. 7: Fangvorrichtung Typ G-lock

Angabe	Wert	Einheit
Gewicht	12	kg
Tragfähigkeit	600	kg
Seilnenngeschwindigkeit	≤18	m/min
Höhe	400	mm
Breite	155	mm
Tiefe	145	mm

Tab. 8: Fangvorrichtung Typ BSO 520 E

Angabe	Wert	Einheit
Gewicht	7	kg
Tragfähigkeit	600	kg
Seilnennengeschwindigkeit	≤18	m/min
Höhe	214	mm
Breite	121	mm
Tiefe	131	mm

Tab. 9: Leuchte

Angabe	Wert	Einheit
Spannung	230	V
Frequenz	50/60	Hz
Leuchtdauer im Akkubetrieb	ca. 3	h

Tab. 10: Betriebsstoffe

Anwendungsort	Art	Wassergefährdungsklasse	Menge
Fahr- und Sicherheitsseil mit Winde Typ G-trac und Fangvorrichtung Typ G-lock	Öl HHS 2000	1	ca. 100 ml
Winde Typ G-trac	Öl Renolin PG 68	1	600 ml

ZERTIFIKAT

EG-Baumusterprüfung

EG-Richtlinie 2006/42/EG, Artikel 12, Absatz 3b
Maschinen

Zertifikatsregistrier-Nr.: 01/205/0613D/18

Die Zertifizierungsstelle für Maschinen NB 0035
der TÜV Rheinland Industrie Service GmbH
bescheinigt hiermit dem Unternehmen

ENERCON GmbH
Dreerkamp 5
26605 Aurich
Bundesrepublik Deutschland

die Übereinstimmung des Produktes

Aufstiegshilfe für turmartige Bauwerke, seilgeführt
Typ: EL1 V2.0

Technische Daten:

- Tragfähigkeit: 240 kg / 2 Personen
- Eigengewicht: 250 kg
- Hubgeschwindigkeit: 18 m/min
- Hubwinde: Goracon G-trac 600 oder
Tractel Greifzug tirak™ X622P
Tragseil jeweils 9 mm
- Fangvorrichtung: Goracon G-lock 600 Typ 060955 oder
Tractel Greifzug blocstop™ BSO 520E
Fangseil jeweils 9 mm
- Haltestellen: Ausstattung der Fahrkorb- und Haltestellentüren
mit einem mechanischen Verriegelungssystem

Baumuster – Prüfort: Köln

Modifikation D zum Zertifikat: 01/205/0613C/15 vom 26.05.2015:

- Verlängerung der Zertifikatsgültigkeit

mit den Anforderungen nach Anhang I der Richtlinie 2006/42/EG über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom Mai 2006 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Maschinen.

Der Nachweis wurde erbracht durch eine EG-Baumusterprüfung, Bericht Nr.: 18_062-1 vom 31.07.2018 und ist gültig unter Beachtung der in diesem Dokument aufgeführten Erfordernisse.

Dieses Zertifikat ist gültig bis zum 2023-08-06

Köln, den 06.08.2018



Zertifizierungsstelle
Notifiziert unter Nr. 0035
Der Zertifizierer


Dipl.-Ing. Walter Ringhausen

EG-/EU-Konformitätserklärung

Der Hersteller

ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

erklärt:

Die Maschine: **Aufstiegshilfe Typ EL1 V2.0**
(Aufstiegshilfe für turmartige Bauwerke, seilgeführt.)

Artikelnr.: 655206, 655207, 665721
Seriennummern 10-1 bis 10-n

ist konform mit den Bestimmungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
und der EMV-Richtlinie 2014/30/EU.

Hinsichtlich der elektrischen Gefahren werden gemäß Anhang I Nr. 1.5.1 der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG die Schutzziele der Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU eingehalten.

Folgende harmonisierte Normen wurden angewendet:

EN ISO 12100:2010	Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010).
EN 1808:2015	Sicherheitsanforderungen an hängende Personenaufnahmemittel — Berechnung, Standsicherheit, Bau — Prüfungen
EN 349:1993+A1:2008	Sicherheit von Maschinen - Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen
EN 795:2012	Persönliche Absturzschutzausrüstung — Anschlagleinrichtungen
EN ISO 13849-1:2015	Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2015)
EN ISO 13849-2:2012	Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 2: Validierung (ISO 13849-2:2012)
EN ISO 13850:2015	Sicherheit von Maschinen - Not-Halt – Gestaltungsleitsätze (ISO 13850:2015)
EN ISO 13857:2008	Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857:2008)

- EN 60204-1:2006/AC:2010 Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen
— Teil 1: Allgemeine Anforderungen
(IEC 60204-1:2005 (modifiziert))
- EN 60204-32:2008 Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen
— Teil 32: Anforderungen für Hebezeuge (IEC 60204-32:2008)

Bevollmächtigter des Herstellers für die Zusammenstellung der technischen Unterlagen:
Ingo Arendt, ENERCON GmbH, Dreekamp 5, 26605 Aurich, Deutschland.

Die EG-Baumusterprüfung vom 31.07.2018, Zertifikatsregistrier-Nr. 01/205/0613D/18,
Bericht Nr. 18_062-1, wurde durchgeführt vom TÜV Rheinland Industrie Service GmbH,
Alboinstraße 56, 12103 Berlin, TÜV CERT-Zertifizierungsstelle für Maschinen NB 0035.

Ort: Aurich
Datum: 2018-08-10



Robert Fehrmann

Der Unterzeichner ist CE-Koordinator des Herstellers und von diesem zur Ausstellung und
Unterschrift dieser Konformitätserklärung schriftlich bevollmächtigt.

Technische Beschreibung

Einrichtungen zum Arbeits-, Personen- und Brandschutz

ENERCON Windenergieanlagen

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Simon-Hermann Wobben
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0446785-1		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2019-06-27	de	DA	WRD Management Support GmbH / Produktkonformität

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in (). Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Dokument-ID	Dokument
DIN EN 3-7:2007	Tragbare Feuerlöscher - Teil 7: Eigenschaften, Leistungsanforderungen und Prüfungen
DIN EN 50308:2005*VDE 0127-100:2005	Windenergieanlagen - Schutzmaßnahmen - Anforderungen für Konstruktion, Betrieb und Wartung
DIN EN 60332-1-2:2005*VDE 0482-332-1-2:2005	Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall - Teil 1-2: Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader, einer isolierten Leitung oder einem Kabel - Prüfverfahren mit 1-kW-Flamme mit Gas-/Luft-Gemisch
DIN EN 61400-24:2011*VDE 0127-24:2011	Windenergieanlagen - Teil 24: Blitzschutz

Allgemeines

Die Windenergieanlage ist nahezu das ganze Jahr über unbemannt und verschlossen. Der aktuelle Status der Windenergieanlage wird laufend durch das SCADA System ausgelesen und durch den ENERCON Service überwacht, sodass die Windenergieanlage in der Regel nur zu Wartungszwecken betreten werden muss. Diese Wartungen finden alle 6 bis 12 Monate für einige Stunden bis wenige Tage statt und werden von 2 bis 6 Personen durchgeführt.

Schulungen

Die Windenergieanlage ist eine abgeschlossene elektrische Betriebsstätte, d. h. der Zugang ist nur für Elektrofachkräfte und elektrotechnisch unterwiesene Personen erlaubt. Laien dürfen die Windenergieanlage nur in Begleitung von Elektrofachkräften oder von elektrotechnisch unterwiesenen Personen betreten. Alle Mitarbeiter, die in oder an der Windenergieanlage arbeiten, werden vor Beginn ihrer ersten Tätigkeit und in regelmäßigen Abständen geschult. Die Schulungen umfassen:

- Nutzung der Aufstiegshilfe
- Nutzung der Persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA; Auffanggurt, mitlaufendes Auffanggerät und Bandfalldämpfer)
- Leiterrettung und Evakuierung der Windenergieanlage
- Ausbildung zum Ersthelfer
- Ausbildung zum Brandschutzhelfer
- Ausbildung zur elektrotechnisch unterwiesenen Person (mindestens)

Beleuchtung

Der gesamte Turminnenraum, das Maschinenhaus und der Innenraum des Rotorkopfs sind beleuchtet. Die Beleuchtung ist mit einer Notversorgung ausgerüstet, so dass die Beleuchtung bei Netzausfall gemäß DIN EN 50308:2005*VDE 0127-100:2005 für mindestens 30 Minuten gewährleistet ist. Eine Sicherheitskennzeichnung ist dauerhaft und gut sichtbar angebracht.

Schutz vor herabfallenden Teilen

In der Nähe und innerhalb der Windenergieanlage besteht Helmpflicht. Zusätzlich minimieren Po-deste und Sicherheitsnetze im Turm die Gefahr von herabfallenden Teilen.

Blitzschutz

Ein Blitzschutz wird von IV (niedrig) bis I (hoch) eingestuft. Die Windenergieanlage ist für den höchsten Lightning Protection Level (LPL I) ausgelegt. Das Blitzschutzsystem entspricht der DIN EN 61400-24:2011*VDE 0127-24:2011.

Flucht- und Rettungswege

Der reguläre Rettungsweg aus der Gondel führt über eine Steigleiter, die über die gesamte Turmhöhe zur Verfügung steht. Die Windenluke am hinteren unteren Ende der Gondel kann unter der Zuhilfenahme des mitzuführenden Rettungsgeräts als alternativer Rettungsweg benutzt werden. Über die Windenluke können auch verletzte Personen evakuiert werden. Die Aufstiegshilfe darf im Brandfall nicht benutzt werden. Für den Fall, dass Personen die Aufstiegshilfe benutzen und es

währenddessen zu einem Brandereignis kommt, können sich diese Personen mit dem Notablass in der Aufstiegshilfe bis zum nächsten Podest ablassen. Von dort muss die Steigleiter genutzt werden.

Brandschutz

Während der Wartungsarbeiten ist die Leistungselektronik in der Windenergieanlage abgeschaltet. Dadurch wird das Brandrisiko bei Anwesenheit von Personen minimiert. Nur wenige Komponenten bleiben aktiv, z. B. die Beleuchtung, Steckdosen und Steuerung.

Die Windenergieanlage und speziell die elektrische Ausrüstung bestehen aus schwer entzündlichen Materialien. Die Leistungskabel sind nach DIN EN 60332-1-2:2005*VDE 0482-332-1-2:2005 flammwidrig ausgelegt. Das bedeutet, dass die Kabel, sobald sie sich nicht mehr im Brandherd befinden, nicht weiter als 50 cm brennen. Eine Brandweiterleitung durch die Kabel ist ausgeschlossen. Die größte Brandlast der Windenergieanlage ist das Öl des hermetisch abgeschlossenen Transformators. Dieses Öl ist schwer entflammbar und weist einen geringen spezifischen Heizwert und einen hohen Brennpunkt auf.

Bei der Detektion von Rauch wird die Leistungselektronik abgeschaltet und die Rotorblätter drehen aus dem Wind. Dadurch wird die Rotordrehzahl auf ein Minimum reduziert, bis hin zum Stillstand.

Zur Bekämpfung von Kleinst- und Entstehungsbränden werden CO₂-Feuerlöscher für die Brandklasse B entsprechend der DIN EN 3-7:2007 eingesetzt. Löschversuche dürfen nur vorgenommen werden, wenn die eigene Sicherheit und ein sicherer Fluchtweg gewährleistet sind. Feuerlöscher befinden sich in der Gondel, im Service-Fahrzeug und im Turmfuß. Die Anbringungsstellen der Feuerlöscher entsprechen der DIN EN 3-7:2007. Die Feuerlöscher werden alle 2 Jahre durch einen Sachkundigen geprüft. Ein Vermerk über die letzte Prüfung ist fest am Feuerlöscher angebracht.

Rettungsplan und Notrufplan

Im Turmfuß und in der Gondel der Windenergieanlage sind jeweils ein Rettungsplan und ein Notrufplan angebracht. Alle notwendigen Informationen, z. B. die Koordinaten der Windenergieanlage und wichtige Rufnummern, sind auf dem Notrufplan zu finden. In einer Notsituation setzt die anwesende Person den Notruf ab. Der ENERCON Service ist rund um die Uhr erreichbar. Er kann dem Rettungsdienst fehlende Informationen mitteilen, ihn zum Einsatzort führen und, falls dies notwendig ist, die Unterstützung weiterer Teams anfordern. Der anwesenden Person bleibt somit mehr Zeit, der betroffenen Person Hilfe zu leisten.

Zwischen Turmfuß und Maschinenhaus ist die Kommunikation durch Telefonverbindung bzw. Funkgeräte möglich.

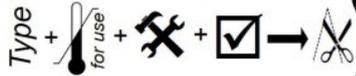
Produktbeschreibung Sicherheitssteigleiter LMB

Version 05-2016 – EC (DE - Deutsche Originalversion)



konsequent systematisch

Steigleiter / Vertical ladder
LMB-Tr280CC / LMB-Tr273,3CC



logaer
maschinenbau



EN ISO
14122-4:2010



Type
RS-S / LMB

Logaer Maschinenbau GmbH
www.logaer-maschinenbau.de
Nur Originalbauteile zulässig.
Only original components may be used.



Produktion in Deutschland

nach EN ISO 9001,

Logaer Maschinenbau GmbH

Original Siegel - (Prägung)



Geprüft

nach EN ISO 14122-4

von der DGUV Test,

Prüf- und Zertifizierungsstelle

Fachbereich

Handel und Logistik (HL)



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 2

1 Wichtige Informationen 2

1.2 Symbole 3

1.3 Begriffserklärungen..... 4

1.4 Artikelzuordnung..... 7

2 Produktbeschreibung..... 11

2.1 Allgemein..... 11

2.1.1 zugelassen als Steigschutzeinrichtung mit..... 11

2.1.2 Leitersegmente und Zubehör..... 13

2.2 LMB-Sicherheitssteigleiter 16

2.2.1 LMB-Vormontage mit Sperrklinken-System 17

2.2.2 Sonderhalter 23

2.3 LMB-Ausstiegsvorrichtung 23

2.4 LMB-Ruhepodest..... 23

2.5 LMB-Zwischensegmente 24

3 Kontakt 25

3.1 Montage und Instandhaltung, Zentrale Kontaktposition EC..... 25

3.2 Steigschutzeinrichtung..... 25

3.3 Leitersegmente und Zubehör; Montage-, Gebrauchs- und Instandhaltungsanleitung..... 25

1 Wichtige Informationen



	Jegliche Haftung der Logaer Maschinenbau GmbH, aus welchen Gründen auch immer, ist ausgeschlossen, sofern die Montage-, Gebrauchs- und Instandhaltungsanleitung nicht in jeglicher Hinsicht eingehalten wird.
--	--

	Absturzgefahr! Steigleitern über 3 m Absturzhöhe dürfen ohne Steigschutzeinrichtung nicht betrieben werden!
--	--

1.2 Symbole

	Anleitung bzw. Herstellerinformationen beachten. <i>ISO 7010 M002.</i>
CE 0158	CE-Kennzeichnung mit Identifikationsnummer für die Einbindung einer benannten Stelle in das Konformitätsbewertungsverfahren.
	Prüfzeichen der Canadian Standards Association.
	Cold climate (CC).
	DGVV-Test (<u>D</u> eutsche <u>G</u> esetzliche <u>U</u> nfall <u>v</u> ersicherung; links), seit 2010 das neue Erscheinungsbild der BG-Prüfzert (<u>B</u> erufsgenossenschaft; rechts).
	Siegel Logaer Maschinenbau GmbH (<i>Bildmarke</i>).
	Zutritt verboten, Steigweg gesperrt. <i>ISO 7010 D-P006.</i>
	Warnung <i>Bei Nichtbeachten ist ab einer Steighöhe von 3 m grundsätzlich von der Schadensfolge Tod oder schwerste Verletzungen auszugehen, ISO 7010 W001.</i>
	Warnung vor Absturzgefahr, rechts auch mit angelegter PSA. <i>Bei Nichtbeachten ist ab einer Steighöhe von 3 m grundsätzlich von der Schadensfolge Tod oder schwerste Verletzungen auszugehen.</i>
	Warnung vor herabfallenden Gegenständen.
	Gebot Auffanggurt benutzen. <i>ISO 7010 M018.</i>
	Gebot für die Benutzung zusätzlicher Sicherungsseile nach EN 354/355 (<i>im unmittelbaren Bereich einer Gefährdung</i>).
	Position der Steigsperre bzw. Endsicherung.
	Steigrichtung
	Richtig
	Falsch.
	Montage nicht abgeschlossen oder mangelhaft, Steigschutz eingeschränkt. Ggf. Bereichsweise.
	Montage abgeschlossen, Benutzung mit Auffanggerät EN 353-1 freigegeben. Ggf. mit Pfeil, Freigabe in Pfeilrichtung.
	Hyperlinks (grau hinterlegt)

1.3 Begriffserklärungen

Die folgenden Begriffserklärungen sowie die weiteren Produktbeschreibungen in diesem Kapitel sind keine technisch vollständigen Erläuterungen!

		Pos.	siehe Seite
Ableitschutz-Kantung	Kantungen an den äußeren Enden des Trittblechtes, gem. ISO 14122-4 mind. 20 mm hoch.		18
Anschlagmöglichkeit	Möglichkeit zum Anlegen einer zusätzlichen Absturzsicherung, z.B. Sicherungsseil mit Bandfalldämpfer nach EN 354/355, direkt an der Steigleiter oder an bauseitigen Anschlagsystemen.		
Artikel	Einzelartikel (E) sind (vor-)montierte Bestell- und Liefereinheiten. Baugruppen (OB und B) sind aus Einzelartikeln gebildete Funktionseinheiten als Bestelleinheit. Lieferzeiten je nach Abruf und Wiederbeschaffungszeit.	OB, B, E	7, 15
Auffanggerät, mitlaufend	Mitlaufendes Auffanggerät mit einer selbsttätigen Blockierfunktion, die in der festen Führung (hier im C-Profil der LMB-Steigleiter) entlangläuft. Bestandteil Steigschutzeinrichtung, PSA.		11
Auffanglasche	Ausprägung im C-Profil der LMB-Steigleiter, die ebenso wie die eingestanzten Langlöcher als Auffangpunkt für das mitlaufende Auffanggerät dient. Teilung LMB-C-Profil= 1/2 x Trittabstand: LMB-Tr280CC = 140 mm; LMB-Tr273,3CC = 136,65 mm.		
Ausstiegsvorrichtung	Die LMB-Ausstiegsvorrichtung ermöglicht es, das mitlaufende Auffanggerät innerhalb eines Leiterstranges in das C-Profil einzuführen bzw. aus diesem zu entnehmen. Neue Variante als Zwischensegment!	B9 E25 – E28	12, 23, 24
Baugruppe	siehe Artikel	OB, B	7, 15
Befestigungsabstand	Abstand zwischen den Verschraubungen der Befestigungsbügel an der Steigleiter. Regulär lt. ISO 14122-4 sind 4 Trittabstände (LMB-Empfehlung): LMB-Tr280CC = 1120 mm; LMB-Tr273,3CC = 1093,2 mm. Max. für die LMB-Steigleitern = 1400 mm, auch mehrfach in Folge. Abstand zum C-Profil-Anfang und -Ende = max. 500 mm	BL	
Befestigungsabstand Teilung	Die Teilung für die Befestigung gerader Steigleitersegmente entspricht 1/2 Trittabstand: Bei Tr280 = 140 mm, bei Tr273,3 = 136,65 mm	t	18
Befestigungsbügel	Verbindung zwischen Befestigungsgrundlage und LMB-Steigleiter. Länge Befestigungsbügel = BBL	BB BBL	22
Befestigungsgrundlage	Tragfähiges Bauwerk, Gebäude, Anlage oder Untergestell, an welches die Steigleiter mit den Befestigungsbügeln angeschraubt wird (M16-8.8).		
Befestigungs-Distanzscheibe	Unterlegscheibe E8 (Ø30x4, EN 14399-6)– stellt den direkten Kontakt zwischen Befestigungsbügel und Befestigungsanker sicher. Altern. HLB16.	E8	22
Befestigungs-Stützhebel	Verringert die Auslastung der Befestigungsgrundlage bei Betonbauwerken, notwendig bei allen Bügellängen ab 210 mm. Option zum Ausgleich mit 2xM16.	E11 E12	
Befestigungsbügel Montagewinkel	Die Befestigungsbügel sind vorzugsweise am C-Profil auszurichten (0 oder 180 °), eine je nach Bügelvariante unterschiedlich große Abweichung (± 5 ° bzw. ± 30 °) ist jedoch zulässig.	a	
C-Profil	Trager Mittelholm der Steigleiter als Führung des mitlaufenden Auffanggerätes mit Langlöchern und Auffanglaschen.	(1)	18
C-Profil-Verbinder 2-Loch-Verbinder 3-Loch-Verbinder	Bauteil zum Verbinden der Steigleitern am Steigleiterstoß. Die LMB-C-Profil-Verbinder sind tragfähig, so dass auch kürzeste Leitersektionen mit normalen Befestigungsabständen montiert werden können.	B1 B6	16, 16, 19
cold climate (CC)	Ab 06-2013 sind alle LMB-Steigleiterkomponenten aus Werkstoffen mit Eignungsnachweis für -40°C hergestellt, Kennzeichnung CC für cold climate. Bauteile ohne CC-Kennzeichnung haben ein älteres Fertigungsdatum und sind bis -20°C zugelassen, siehe Montage-, Gebrauchs- und Wartungsanleitung Version 10-2012.	CC	14
Ebene Ausstieg	Gegen Absturz zu sichernde Ausstiegsstelle an der Steigleiter, z.B. am oberen Ende oder bei Ausstiegsvorrichtungen. Jede Ausstiegsstelle, die auch über einen anderen Zugang als die Steigleiter erreicht werden kann, gilt auch als Einstiegsstelle.	ea	19
Ebene Einstieg	Absturzsichere Einstiegsstelle an der Steigleiter, in der Regel Bodenebene. An jeder Einstiegstelle ist die Einschubsicherung sowie die Kennzeichnung anzubringen. Die Montage einer Steigsperre ist im Einzelfall zu prüfen.	ee	19
EC	Enercon GmbH	EC	
ESC	Enercon Service Center, zentrale Kontaktposition für technische Nachfragen bei Montage und Instandhaltung von Enercon-Windkraftanlagen. Sammelstelle für Fehler- und Lösungsmöglichkeiten.	ESC	25

Einschubsicherung	Seitlich am C-Profil montiertes Bauteil, welches das falsche Einsetzen des Auffanggerätes verhindert. Muss an jeder Ein- und Ausführstelle vorhanden sein. An der Ausstiegsvorrichtung bereits integriert.	B3	16, 16, 19
Einzelartikel	siehe Artikelliste	E	7, 15
Fußfreiraum	Eintrittsmaß zur Störkante, in der Regel die Turmwandung, auf der gesamten Auftrittsweite Trittbloch. Lt. ISO 14122-4 mind. 200 mm. Nur bei einzelnen Hindernissen mind. 150 mm, am Ruhepodest 100 mm.	Tt	
Kennzeichnung	Steigleitern sind Teil der Steigschutzeinrichtung und mit Kennzeichnungen und Warnhinweisen zu versehen.	B20 – B28	14, 16
Leitersegment	Ein Teilstück der LMB-Steigleiter, durch die Verbindung mit dem C-Profil-Verbinder entsteht der Steigweg.	E1 – E7	16
Leitersegment Standard	Gerades LMB-Steigleitersegment in den bevorzugten Produktionslängen. Standard für LMB-Tr280CC = 11 x 280 = 3080 mm, 13 x 280 = 3640 mm und 14 x 280 = 3920 mm; Standard für LMB-Tr273,3CC = 14 x 273,3 = 3826,2 mm.	E1, E2, E17; E3	16, 16, 18, 19
Leitersegment Versatz	LMB-Steigleitersegment mit 2 Biegungen, zum kurzfristigen horizontalen Versatz des Steigweges, z.B. Flanschumgehung. Standardversatz 250 mm.	E4 – E7, E16	20
Leitersegment Vormontiert	LMB-Steigleitersegment gerade oder mit Versatz + Sperrklinken oben und unten fest montiert.	E13 – E22	17
LMB	Wortmarke der Logaer Maschinenbau GmbH .	LMB	12, 25
Neigungswinkel Negatives Steigen	Der Neigungswinkel ist der Steigungswinkel der LMB-Steigleiter von der Lotrechten. Senkrecht = 90 °, mind. 75 °, max. 103,5 °.	a	20
Nennlänge	Nennlänge der LMB-Steigleitersegmente X mal Trittabstand, andere Längen möglich, max. Fertigungslänge = 4000 mm. Fertigungslänge = Nennlänge - 1 mm für Steigleiterstoß ± Fertigungstoleranz	L	18, 20
PSA	Schutzausrüstung, hier gegen Absturz, die vom Benutzer persönlich getragen und benutzt wird. Dies schließt ein gewisses Maß an eigenverantwortlicher Kontrolle (Zustand, Funktion und Instandhaltung) sowie eigenverantwortlichem Handeln ein.	PSA	2, 11, 14
Ruhepodest	Das LMB-Ruhepodest für Steigleitern ist ein klappbares Ruhepodest zum Anbau an den Mittelholm der LMB-Steigleitern. Der Abstand im Steigweg ist normabhängig, lt. EN 50308 (2004) max. 9 m.	B10	12, 23
Sonderhalter	Befestigung der LMB-Steigleiter bzw. der Befestigungsbügel am Bauwerk, die als Bestandteil der LMB-Steigleitern geprüft und zugelassen sind.	B101 B110	23
Sprachkürzel	Abkürzung der Sprachen nach ISO 639-1		1, 4
Steigleiter	Die LMB-Steigleiter ist eine ortsfeste Steigleiter aus tragendem Mittelholm, dem C-Profil, und beidseitigen Trittflächen auf den angeschweißten Trittprofilen.		16, 18
Steigleiterstoß, Spaltmaß	Stelle, an der 2 Leitersegmente aneinander gesetzt werden, verbunden durch den C-Profil-Verbinder (B1, B6). Der Montagespaltmaß ist am Stoß auf 1 - 3 mm einzustellen, Messbereich sind die Schenkel rechts und links des C-Profils, diese sind die Lauffläche der Auffanggeräte. Nach den Setzvorgängen: 0 bis 3 mm.	s	19
Steigschutzsystem, Steigschutzeinrichtung	Schutzeinrichtung, bestehend aus dem LMB-C-Profil der Steigleitersegmente (inkl. C-Profil-Verbindungen und Befestigungen) sowie dem mitlaufenden Auffanggerät, als Einheit zertifiziert nach EN 353-1.		2, 11, 25
Steigsperr	Endsicherung, die an dem C-Profil angebracht ist, um zu verhindern, dass das Auffanggerät während eines normalen Aufstiegs oder Abstiegs unbeabsichtigt die Führung verlässt. Der Durchgang wird durch eine bewusste Handlung (Entriegeln) ermöglicht.	B2	3, 16, 16, 19
Steigsperr fest, Feste Steigsperr	Fest eingebaute Endsicherung, die verhindert, dass das Auffanggerät das C-Profil verlässt.	B4	15, 16, 19
Steigsperr für die Montage; Montagesteigsperr	Endsicherung ähnlich der Steigsperr B2, mit Einschubsicherung. Kann vorübergehend bei Montage- und Revisionsarbeiten eingebaut werden. Die Montagesteigsperr hat eine geringere Korrosionsschutzklasse als die Steigsperr B2, dies ist beim Verbleib im Steigweg zu beachten.	B16	19
Steigsperr – Steigsperrsystem mit Sperrklinken und Deaktivierungssätzen	Deaktivierbares Steigsperrsystem, als Endsicherung an jedem Steigleitersegment oder an jeder vormontierten Turmsektion oben und unten, für erhöhte Sicherheit während der Montage sowie bei Revisionsarbeiten. Ersetzt die bisher zur Montageabsicherung eingesetzten festen Steigsperr.	B11 - B15; B17 - B19.	17, 20
Steigrichtung	= Steigen nach oben, Richtungspfeil (z. B. auf dem Auffanggerät).	↑	3, 18-20
Trittabstand	Abstand zwischen zwei Trittböcken, bei der Steigleiter LMB-Tr280CC = 280 mm, bei LMB-Tr273,3CC = 273,3 mm.	Tr	18
Trittbloch	Tritt der Steigleiter.	(2)	18
Überhängendes Steigen	Durch die Turmverjüngung und bei Hindernissen wie Turmflanschen entsteht ein überhängender Steigweg. Siehe auch Neigungswinkel.	a	20

Verschraubung	Alle LMB-Steigleiter-Bestandteile werden inkl. Befestigungselemente M12-8.8 (Verbindungen Steigleitersegment zum Anbauteil, z.B. Befestigungsbügel, C-Profil-Verbinder etc.) je nach Verschraubung Ausführung A, B oder C geliefert. Werden LMB-Steigleiterbestandteile ohne Verschraubung benötigt, ist der Artikelnummer die Kennzeichnung -F hinzuzufügen, z.B. 10026246-F.	-A; -B; -C -F	3, 15
Verstärkungsholm	Der LMB-Verstärkungsholm wird am C-Profil installiert. Der Holm ist als Unterkonstruktion der LMB-Steigleiter geprüft und zugelassen und ermöglicht freie Steigleiterenden an der Ausstiegsebene sowie größere Befestigungsabstände innerhalb der Steigleiter. E: Holm, Zwischenstück (min. 5x), Flachrundschrauben M12x110 und M12x130	B7; B8; E30; E31; E32; E33	19
Zwischensegment (Einzeltrittblech)	Kurzes LMB-Steigleitersegment mit nur einem Trittblech. LMB-Tr280CC = 1x 280 = 280 mm LMB-Tr273,3CC = 1x 273,3 = 273,3 mm	E9 E10	
Zwischensegment mit Überlänge	Kurzes LMB-Steigleitersegment (ein Trittblech) mit Überlänge 2 x 25 mm. LMB-Tr280CC = 1x 280 + 2 x 25 mm = 330 mm LMB-Tr273,3CC = 1x 273,3 + 2x 25 mm = 323,3 mm	E23 E24	24

Pos.	Siehe 1.3	siehe Seite 
-A; -B; -C	Verschraubung	
B1	C-Profil-Verbinder Standard (2-Loch-Verbinder)	19
B2	Steigsperre	19
B3	Einschubsicherung	19
B4	Steigsperre fest, Feste Steigsperre	19
B6	C-Profil-Verbinder Lang (3-Loch-Verbinder)	19
B7 - B8	Verstärkungsholm Tr280 und Verstärkungsholm Tr273,3	21
B9	Ausstiegsvorrichtung	23
B10	Ruhepodest	23
B11 - B15, B17 - B19	Steigsperre – Steigsperrsystem mit Sperrklinken	17, 20
B16	Steigsperre für die Montage; Montagesteigsperre	19
B20 - B29	Kennzeichnung	
B101 - B102	Sonderhalter für Luftöffnung	23
B110 - B111	Sonderhalter Tripod	23
BB1 - BB36	Befestigungsbügel Standard	22
BB50 - BB54	Befestigungsbügel Lang	22
BB61 - BB66	Befestigungsbügel Verstellbar	22
BL	Befestigungsabstand	
BBL	Länge Befestigungsbügel	22
-CC	cold climate (CC)	14
E	Einzelartikel	15
ESC	Enercon Service Center	25
E1, E2, E3, E17	Steigleiter LMB-Standardsegmente	18
E4 - E7, E16	Steigleiter LMB mit Versatz	20
E8	Befestigungs-Distanzscheibe	22
E9 - E10	Zwischensegment (Einzeltrittblech) LMB-Tr280CC und LMB-Tr273,3CC	24
E11 - E12	Befestigungs-Stützhebel	
E13 - E22	LMB-Steigleitersegmente mit fest montierten Sperrklinken (LMB-Vormontage)	7, 15, 17
E23 - E24	Zwischensegment mit Überlänge 2 x 25 mm Tr280CC und Tr273,3CC	24
E25 - E28	Ausstiegsvorrichtung als Zwischensegment ohne und mit Überlänge	24
E30 - E33	Verstärkungsholm B7 - B8 Einzelteile	
ea	Ebene Ausstieg	19
EC	Enercon	
ee	Ebene Einstieg	19
L	Nennlänge	18, 20
s	Steigleiterstoß, Spaltmaß	19
Tr	Trittabstand	18
Tt	Fußfreiraum	

1.4 Artikelzuordnung

Einzelartikel (**E**) sind (vor-)montierte Bestell- und Liefereinheiten. Baugruppen (**OB** und **B**) sind aus Einzelartikeln gebildete Funktionseinheiten als Bestelleinheit.

Alle Artikel sind in den angegebenen Zeichnungen aufgeführt und können unter Benennung der Artikel-Nr. (Nr. + Verschraubung A, B oder C bzw. F ohne Verschraubung) oder unter der jeweiligen Enercon-SAP-Nr. bestellt werden.

Bsp.: C-Profil-Verbinder (B1) mit Verschraubung A: 10026246-A. Ohne Verschraubung: 10026246-F

Diese folgenden Listen sind eine nicht abschließende Übersicht.

Artikel, die regelmäßig angefordert werden, haben eine kurze Lieferzeit von Ø 4 Arbeitswochen.

Neue Artikel oder Artikel, die aufgrund unregelmäßiger Anforderungen nicht von LMB vorgehalten werden, haben je nach Fertigungs- bzw. Wiederbeschaffungszeit eine wesentlich längere Lieferzeit von mindestens 8 und bis zu 30 Arbeitswochen, genaue Daten liefern wir auf Ihre Artikelanfrage.

Pos.		Länge (mm)	Artikelnummer	Zeichnungsnummer	Enthält
OB	Oberbaugruppen, siehe Seite 7, 15, 16				Baugruppen und Einzelartikel
OB 1	Standardsegment LMB-Tr280CC 3080 mm mit 2-Loch-Verbinder	3080	10033268	021-0139-0Z01*	E1+B1
OB 2	Standardsegment LMB-Tr280CC 3080 mm mit Steigsperre unten	3080	10033269	021-0139-0Z02*	E1+B2+B3
OB 3	Standardsegment LMB-Tr280CC 3080 mm mit Steigsperre oben und 2-Loch-Verbinder	3080	10033270	021-0139-0Z03*	E1+B1+B2+B3
OB 4	Standardsegment LMB-Tr280CC 3080 mm mit fester Steigsperre und 2-Loch-Verbinder	3080	10033271	021-0139-0Z04*	E1+B1+B4
OB 5	Standardsegment LMB-Tr273,3CC 3826,2 mm mit 2-Loch-Verbinder	3826,2	10026203	021-1172-0Z01*	E2+B1
OB 6	Standardsegment LMB-Tr273,3CC 3826,2 mm mit Steigsperre unten	3826,2	10026207	021-1172-0Z02*	E2+B2+B3
OB 7	Standardsegment LMB-Tr273,3CC 3826,2 mm mit Steigsperre oben und 2-Loch-Verbinder	3826,2	10026208	021-1172-0Z03*	E2+B1+B2+B3
OB 8	Standardsegment LMB-Tr273,3CC 3826,2 mm mit fester Steigsperre und 2-Loch-Verbinder	3826,2	10026210	021-1172-0Z04*	E2+B1+B4
OB 9	Standardsegment LMB-Tr280CC 3640 mm mit 2-Loch-Verbinder	3640	20003709	021-0139-13Z01*	E3+B1
OB 10	Standardsegment LMB-Tr280CC 3640 mm mit Steigsperre unten	3640	20003710	021-0139-13Z02*	E3+B2+B3
OB 11	Standardsegment LMB-Tr280CC 3640 mm mit Steigsperre oben und 2-Loch-Verbinder	3640	20003711	021-0139-13Z03*	E3+B1+B2+B3
OB 12	Standardsegment LMB-Tr280CC 3640 mm mit fester Steigsperre und 2-Loch-Verbinder	3640	20003712	021-0139-13Z04*	E3+B1+B4
OB 13	Standardsegment LMB-Tr280CC 3920 mm mit 2-Loch-Verbinder	3920	20004467	021-0139-14Z01*	E17+B1
OB 14	Standardsegment LMB-Tr280CC 3920 mm mit Steigsperre unten	3920	20004468	021-0139-14Z02*	E17+B2+B3
OB 15	Standardsegment LMB-Tr280CC 3920 mm mit Steigsperre oben und 2-Loch-Verbinder	3920	20004469	021-0139-14Z03*	E17+B1+B2+B3
OB 16	Standardsegment LMB-Tr280CC 3920 mm mit fester Steigsperre und 2-Loch-Verbinder	3920	20004470	021-0139-14Z04*	E17+B1+B4

Pos.		(mm) (X x Tr)	Artikel- nummer	Zeichnungsnummer	Seite
E	Einzelartikel (kleinste Bestelleinheit)			Enthält ggf. Einzelteile	
E 1	Steigleiter LMB-Tr280CC Grundsegment Länge 3080 mm	3080 11 x 280	10033274	021-0139-S11*	18
E 2	Steigleiter LMB-Tr273,3CC Grundsegment Länge 3826,2 mm	3826,2 14 x 273,3	10025043	021-1172-S14*	18
E 3	Steigleiter LMB-Tr280CC Grundsegment Länge 3640 mm	3640 13 x 280	20002285	021-0139-S13*	18
E 17	Steigleiter LMB-Tr280CC Grundsegment Länge 3920 mm	3920 14 x 280	20004170	021-0139-S14*	18
E 4	Steigleitersegment LMB-Tr280CC mit Versatz +250 mm	3062 11 x 280	10033275	021-0139-0S02*	20
E 5	Steigleitersegment LMB-Tr280CC mit Versatz -250 mm	3062 11 x 280	10033276	021-0139-0S03*	20
E 16	Steigleitersegment LMB-Tr280CC mit Versatz -250 mm	3342 12 x 280	20003903	021-0139-03S12*	20
E 6	Steigleitersegment LMB-Tr273,3CC mit Versatz +250 mm	3807 14 x 273,3	10026214	021-1172-0S02*	20
E 7	Steigleitersegment LMB-Tr273,3CC mit Versatz -250 mm	3807 14 x 273,3	10026215	021-1172-0S03*	20
E 8	Distanzscheibe Befestigungsgrundlage (für Betonturm)	Ø30x4	10034358	W006-0016-E01* (EN 14399-6) (alternativ: HLB16)	22.
E 9	Steigleitersegment LMB-Tr280CC Nur ein Trittbloch.	280 1 x 280	20003173	021-0139-S01*	
E 10	Steigleitersegment LMB-Tr273,3CC Nur ein Trittbloch.	273,3 1x 273,3	20003174	021-1172-S01*	
E 11	Befestigungsstützhebel	160	20003428	W006-1001-0160-E01*	
E 12	Befestigungsstützhebel mit 2x M16	160	20003428-C	W006-1001-0160-Z01*	
E 13	Standardsegment LMB-Tr280CC Länge 3080 mm und fest montierten Sperrklinken	3080 11 x 280	20003823	021-0139-01Z01*	E1+B12+B13
E 14	Standardsegment LMB-Tr280CC Länge 3640 mm und fest montierten Sperrklinken	3640 13 x 280	20003831	021-0139-01Z01*	E3+B12+B13
E 15	Standardsegment LMB-Tr273,3CC Länge 3826,2 mm und fest montierten Sperrklinken	3826,2 14 x 273,3	20003834	021-1172-01Z01*	E2+B12+B13
E 18	Standardsegment LMB-Tr280CC Länge 3920 mm und fest montierten Sperrklinken	3920 14 x 280	20004367	021-0139-01Z01*	E17+B12+B13
E 19	Steigleitersegment LMB-Tr280CC mit Versatz +250 mm und fest montierten Sperrklinken	3062 11 x 280	20003829	021-0139-01Z01*	E4+B12+B13
E 20	Steigleitersegment LMB-Tr280CC mit Versatz -250 mm und fest montierten Sperrklinken	3062 11 x 280	20003830	021-0139-01Z01*	E5+B12+B13
E 21	Steigleitersegment LMB-Tr280CC mit Versatz -250 mm und fest montierten Sperrklinken	3342 12 x 280	20003832	021-0139-01Z01*	E16+B12+B13
E 22	Steigleitersegment LMB-Tr273,3CC mit Versatz -250 mm und fest montierten Sperrklinken	3807 14 x 273,3	20003835	021-0139-01Z01*	E7+B12+B13
E 23	Zwischensegment mit Überlänge LMB- Tr280CC Länge 330 mm	330 1x 280	20004471	021-0139-50S01*	24
E 24	Zwischensegment mit Überlänge LMB- Tr273,3CC Länge 323,3 mm	323,3 1x 273,3	20004472	021-1172-51S01*	24
E 25	Ausstiegsvorrichtung Tr280CC als Zwischensegment	560 2x 280	20004473	021-1037-10Z*	24
E 26	Ausstiegsvorrichtung Tr273,3CC als Zwischensegment	545,6 2x 273,3	20004474	021-1037-11Z*	24
E 27	Ausstiegsvorrichtung Tr280CC als Zwischensegment mit Überlänge	610 2x 280	20004475	021-1037-50Z*	24
E 28	Ausstiegsvorrichtung Tr273,3CC als Zwischensegment mit Überlänge	595,6 2x 273,3	20004476	021-1037-51Z*	24
E 30	Holm Tr280CC u. Tr273,3CC	2360	10048046	021-0139-1172-0E07*	
E 31	Zwischenstück	25x25x80	10048139	W011-0001-0030-E01*	
E 32	LMB-Schraube für E30+E31+BB	M12x130	20001287	021-0139-1172-B02*	
E 33	LMB-Schraube für E30+E31	M12x110	20001286	021-0139-1172-B01*	

Pos.			Artikelnummer	Zeichnungsnummer	Seite 
B	Baugruppen	(mm)		* Für den aktuellen Index	Enthält Einzelartikel
B 1	Standard-C-Profil-Verbinder (2-Loch-Verbinder)	180	10026246	W008-0001-0180-Z01*	19
B 2	Steigsperre	Ø10	10032891	W010-0001-0010-Z01*	19
B 3	Einschubsicherung	links	10000112	W009-0001-0050-Z01*	19
B 4	Feste Steigsperre	M12	10033492	W010-0002-0012-Z01*	19
B 6	Langer C-Profil-Verbinder (3-Loch-Verbinder)	317	10049808	W008-0002-0317-Z01*	19
B 7	Verstärkungsholm für Tr280	2410	10033285	021-0139-0Z07*	21
B 8	Verstärkungsholm für Tr273,3	2360	10033286	021-1172-0Z07*	21
B 9	Ausstiegsvorrichtung	180	10026792	021-1037-0Z*	23
B 10	Ruhepodest	300x350	10001084	021-1018-0Z*	23
B 11	Deaktivierungssatz für Zwischensegmente	1600	20004461	W010-0094-0007-06Z*	
B 12	Sperrklinke unten	M12	20003142	W010-0094-0007-01Z*	17
B 13	Sperrklinke oben	M12	20003141	W010-0094-0007-02Z*	17
B 14	Deaktivierungssatz für 2-Loch-Verbinder	800	20003143	W010-0094-0007-03Z*	17
B 15	Deaktivierungssatz für 3-Loch-Verbinder	800	20003144	W010-0094-0007-04Z*	17
B 16	Montagesteigsperre	rot	20000556	W010-0091-0010-Z01*	19
B 17	Deaktivierungssatz Nachrüsten für 2-Loch-Verbinder	800	20004257	W010-0094-0007-13Z*	17
B 18	Deaktivierungssatz Nachrüsten für 3-Loch-Verbinder	800	20004258	W010-0094-0007-14Z*	17
B 19	Deaktivierungssatz Nachrüsten für Zwischensegmente	1600	20004463	W010-0094-0007-16Z*	
B 30	Sperrmodul für den Steigweg, 2 Sperrklinken + 2 Sperr-/Warnschilder	-	20004580	W010-0094-0008-0Z	20
B 102	Sonderhalter für Luftöffnung	für R1587	20000843	W006-0007-1587-Z01*	23
B 110	Sonderhalter Tripod	357-485 mm, 8,4°	20000844	014-1315-02Z01*	23
B 111	Sonderhalter Tripod fix	300 mm, ± 8,4°	20004180	014-1315-04Z01*	23

Pos.			Artikelnummer	Seite 
B	Baugruppen			Enthält Einzelartikel
B 20	Kennzeichnungsaufkleber Warnungen geänderter Trittabstand	en / de	20003251-DeEn**	
B 21	Kennzeichnungsaufkleber CE LMB-Tr280CC / Tr273,3CC (-40°C)	en / de	20003426-DeEn**	
B 21a	Kennzeichnungsaufkleber CE - Nachrüsten LMB-Tr280 / Tr273,3 (-20°C) LMB-Tr280CC / Tr273,3CC (-40°C)	en / de	20001986-DeEn**	
B 24	Kennzeichnungsaufkleber CSA LMB-Tr280CC / Tr273,3CC (-40°C)	en / fr	20003427-FrEn**	
B 24a	Kennzeichnungsaufkleber CSA - Nachrüsten LMB-Tr280 / Tr273,3 (-20°C) LMB-Tr280CC / Tr273,3CC (-40°C)	en / fr	20003423-FrEn**	
B 29	Kennzeichnungsaufkleber CE-2002 LMB-Tr280CC / Tr273,3CC (-40°C)	en / de	20003424DeEn**	
B 29a	Kennzeichnungsaufkleber CE-2002 - Nachrüsten LMB-Tr280 / Tr273,3 (-20°C) LMB-Tr280CC / Tr273,3CC (-40°C)	en / de	20003422-DeEn**	

** = Kennzeichnungsaufkleber:

20003251	-	DeEn	-	
LMB-Artikelnummer	-	Sprachkürzel (~ ISO 639-1), siehe Seite 4	-	Für alle LMB-Tr: Montagejahr zum Ausschneiden

Pos.		Länge BBL (mm)	Artikel- nummer	Zeichnungsnummer.	Enthält
BB	Baugruppe Befestigungsbügel	Zwischenmaße möglich.		* Für aktuellen Index	Siehe Seite 22
BB 1	Befestigungsbügel	110	10048040	W006-0001-0110-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 2	Befestigungsbügel	160	10026239	W006-0001-0160-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 3	Befestigungsbügel	170	10026223	W006-0001-0170-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 4	Befestigungsbügel	180	10026224	W006-0001-0180-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 5	Befestigungsbügel	190	10026225	W006-0001-0190-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 6	Befestigungsbügel	200	10026227	W006-0001-0200-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 7	Befestigungsbügel	210	10026228	W006-0001-0210-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 8	Befestigungsbügel	220	10026229	W006-0001-0220-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 9	Befestigungsbügel	230	10026230	W006-0001-0230-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 10	Befestigungsbügel	240	10026231	W006-0001-0240-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 11	Befestigungsbügel	250	10026232	W006-0001-0250-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 12	Befestigungsbügel	260	10026233	W006-0001-0260-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 13	Befestigungsbügel	270	10026234	W006-0001-0270-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 14	Befestigungsbügel	280	10026235	W006-0001-0280-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 15	Befestigungsbügel	290	10026236	W006-0001-0290-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 16	Befestigungsbügel	300	10026237	W006-0001-0300-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 17	Befestigungsbügel	310	20002110	W006-0001-0310-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 18	Befestigungsbügel	320	20001100	W006-0001-0320-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 19	Befestigungsbügel	330	20003772	W006-0001-0330-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 20	Befestigungsbügel	340	20004160	W006-0001-0340-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 21	Befestigungsbügel	350	20004161	W006-0001-0350-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 22	Befestigungsbügel	360	20003773	W006-0001-0360-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 23	Befestigungsbügel	370	20004162	W006-0001-0370-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 24	Befestigungsbügel	380	20004163	W006-0001-0380-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 25	Befestigungsbügel	390	20003603	W006-0001-0390-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 26	Befestigungsbügel	400	20003604	W006-0001-0400-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 27	Befestigungsbügel	410	10026238	W006-0001-0410-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 28	Befestigungsbügel	420	20003488	W006-0001-0420-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 29	Befestigungsbügel	430	20003489	W006-0001-0430-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 30	Befestigungsbügel	440	20003604	W006-0001-0440-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 31	Befestigungsbügel	450	20001349	W006-0001-0450-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 32	Befestigungsbügel	460	20003186	W006-0001-0460-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 33	Befestigungsbügel	470	20003187	W006-0001-0470-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 34	Befestigungsbügel	480	20003188	W006-0001-0480-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 35	Befestigungsbügel	490	20003189	W006-0001-0490-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 36	Befestigungsbügel	500	20002239	W006-0001-0500-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 50	Langer Befestigungsbügel	160	10026244	W006-0004-0160-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 54	Langer Befestigungsbügel	200	20000612	W006-0004-0200-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 61	Verstellbarer Befestigungsbügel kurz 0°	185-280	20003194	W006-0008-0280-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 62	Verstellbarer Befestigungsbügel kurz 8,4°	185-280	10046226	W006-0005-0280-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 63	Verstellbarer Befestigungsbügel mittel 0°	270-380	20002500	W006-0008-0380-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 64	Verstellbarer Befestigungsbügel mittel 8,4°	270-380	10042574	W006-0005-0380-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 65	Verstellbarer Befestigungsbügel lang 0°	370-500	20002195	W006-0008-0500-Z01*	M12 (A, B o. C)
BB 66	Verstellbarer Befestigungsbügel lang 8,4°	370-500	20002194	W006-0005-0500-Z01*	M12 (A, B o. C)

2 Produktbeschreibung

2.1 Allgemein



Der Inhaber des **CE-Zertifikats** für die gesamte Steigschutzeinrichtung ist der Hersteller des Auffanggerätes. Dieser übernimmt die Zertifizierung gemäß PSA-Richtlinie **89/686/EWG** nach **EN 353-1:2002 + CNB/P/11.073**.

Der Inhaber des **CSA-Zertifikats** für die gesamte Steigschutzeinrichtung ist der Hersteller des Auffanggerätes. Dieser übernimmt die Zertifizierung gemäß **Standard Z259.2.1**.

In nicht-EU-Staaten, welche das Sicherheitsniveau der **EN 353-1:2002** (ohne Zusatzprüfungen) weiterhin akzeptieren, können diese Auffanggeräte bis zum Ablauf der jeweiligen Einsatztauglichkeit* weiter verwendet werden.

(* = siehe Herstellerhinweise) (siehe auch 2.1.1.1)



Steigleitern besitzen kein separates CE- oder CSA-Zeichen, sie sind Bestandteil der Steigschutzeinrichtung. Die Steigschutzeinrichtung ist auf der Steigleiter inklusive CE- bzw. CSA-Zeichen gekennzeichnet. *Weitere Zertifizierungen sind möglich, siehe Kapitel 1.*

2.1.1 zugelassen als Steigschutzeinrichtung mit



Railstop RS S-05
Railstop RS S-05 CSA

Bornack GmbH & Co. KG
Bustadt 9
D – 74360 Ilsfeld
www.bornack.de



CE 0158



Das Auffanggerät **RS S-05** wurde zusammen mit den **LMB-Sicherheitssteigleitern** als Steigschutzsystem nach **EN 353-1:2002 + CNB/P/11.073** zertifiziert, das System erfüllt alle Anforderungen der **PSA-Richtlinie 89/686/EWG** und ist in der EU zugelassen, Konformitätskennzeichnung **CE0158**.

Das Auffanggerät **RS S05-CSA** wurde zusammen mit den **LMB-Sicherheitssteigleitern** als Steigschutzsystem nach **Z259.2. 1** zertifiziert, Konformitätskennzeichnung **CSA**.



SKYTAC-SPEED

Skylootec GmbH
Im Bruch 11-15
D- 56567 Neuwied
www.skylootec.de



CE 0123



Das Auffanggerät **SKYTAC-SPEED** wurde zusammen mit den **LMB-Sicherheitssteigleitern** als Steigschutzsystem nach **EN 353-1:2002 + CNB/P/11.073** zertifiziert, das System erfüllt alle Anforderungen der **PSA-Richtlinie 89/686/EWG** und ist in der EU zugelassen, Konformitätskennzeichnung **CE0123**.

Zur Info:

MKL-Technik Twinstop

MKL-Technik GmbH
Am Langacker 20
D- 95233 Helmbrechts
www.mkl-technik.de



CE 0123



Das Auffängergerät Twinstop wurde zusammen mit den LMB-Sicherheitssteigleitern als Steigschutzsystem nach EN 353-1:2002 + CNB/P/11.073 geprüft. Twinstop erfüllt alle Anforderungen der PSA-Richtlinie 89/686/EWG und ist in der EU zugelassen, Konformitätskennzeichnung CE0123.



Die Funktion dieses Auffängergerätes auf den LMB-Sicherheitssteigleitern ist allerdings nur mit Sonderverschraubungen, wie z. B. der LMB-Flachkopfschraube gewährleistet, Umsetzung auf Anfrage.

Fig. 2-1: LMB-Flachkopfschraube

2.1.1.1 CE-2002

	<p>Bis zum Beschluss 2010/170/EU waren noch die folgenden Auffängergeräte mit den LMB-Steigleitern als Steigschutzsystem nach EN-353-1 zertifiziert: Diese erfüllten die zusätzlichen Anforderungen gemäß CNB/P/11.073 jedoch nicht und müssen innerhalb der EU dem Gebrauch als PSA entzogen werden!</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> Railstop RS S02 Bornack GmbH (www.bornack.de) 	
	<ul style="list-style-type: none"> Skytac und Skytac-L Skylotec GmbH (www.skylotec.de) 	
	<ul style="list-style-type: none"> Climbtec SHE-Solution Bergmann GmbH & Co. KG (www.she-solution.de) 	

2.1.2 Leitersegmente und Zubehör



Logaer Maschinenbau GmbH

Mühlenweg 2d
D - 26789 Leer
www.logaer-maschinenbau.de

Die **Sicherheitssteigleitern** sind von der Prüf- und Zertifizierungsstelle im DGUV-Test auf ihre Normkonformität geprüft und entsprechend gekennzeichnet, siehe auch Kapitel 5.



DGUV Test
Prüf- und Zertifizierungsstelle HL
Fachbereich Handel und Logistik
Postfach 1208
D - 53002 Bonn
www.dguv.de



Sicherheitssteigleiter LMB-Tr280CC und LMB-Tr273.3CC

Bestandteil der DGUV-Zertifizierung nach ISO 14122 Teil 4.
Bestandteil der CE-Zertifizierungen nach EN 353 Teil 1.

LMB-Ausstiegsvorrichtung,

Bestandteil der CE-Zertifizierungen.

LMB-Ruhepodest,

Bestandteil der DGUV-Zertifizierungen.

Die hier beschriebenen Steigleitern sowie die Zubehör-Baugruppen besitzen keine rostanfälligen Teile und bestehen aus feuerverzinktem und nicht-rostendem Stahl.

Alle Bauteile können in auch in Küstenregionen und bei hoher Luftfeuchtigkeit eingesetzt werden.

Die **Logaer Maschinenbau** GmbH gibt bei sachgemäßer Verwendung der Sicherheitssteigleiter nebst Zubehör eine umfassende Gewährleistung von 24 Monaten, darüber hinaus wird jeder Schadensfall lebenslang auf eine mögliche Kulanz geprüft.

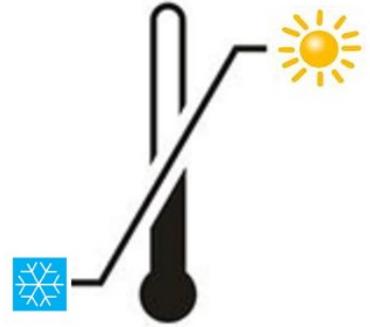


Einsatztemperaturbereiche

Für den Festigkeitsnachweis berücksichtigte Temperaturen:

- LMB-Tr280 und LMB-Tr273,3: +150 bis -20 °C
→ Ende Baujahr 06-2013!
- LMB-Tr280CC und LMB-Tr273,3CC: +150 bis -40°C.

Grenzfaktoren: Abnehmende elastische Materialeigenschaften des Stahles bei hohen Temperaturen, zunehmende Versprödung bei niedrigen Temperaturen.



Sicherheitshinweise

 	<p>Tiefe Temperaturen führen zu sprödem Bruchverhalten.</p> <p>Das Betreten der Steigleitern <u>LMB-Tr280</u> und <u>LMB-Tr273,3</u> ist ab einer Umgebungstemperatur von unter <u>-20°C</u> zu untersagen!</p> <p>Das Betreten der Steigleitern <u>LMB-Tr280CC</u> und <u>LMB-Tr273,3CC</u> ist ab einer Umgebungstemperatur von unter <u>-40°C</u> zu untersagen!</p>
--	---

Das Betreten der Sicherheitssteigleitern LMB-Tr280 und LMB-Tr273,3 kann, unabhängig vorheriger Temperaturbedingungen, bei einer Umgebungstemperatur oberhalb von -20 °C wieder gestattet werden.

Das Betreten der Sicherheitssteigleitern LMB-Tr280CC und LMB-Tr273,3CC kann, unabhängig vorheriger Temperaturbedingungen, bei einer Umgebungstemperatur oberhalb von -40 °C wieder gestattet werden.

Für die erste Benutzung nach der temperaturbedingten Sperrung empfehlen wir eine entsprechend vorsichtige Begehung mit Sichtprüfung.

Angaben für den Benutzer auf den Kennzeichnungen

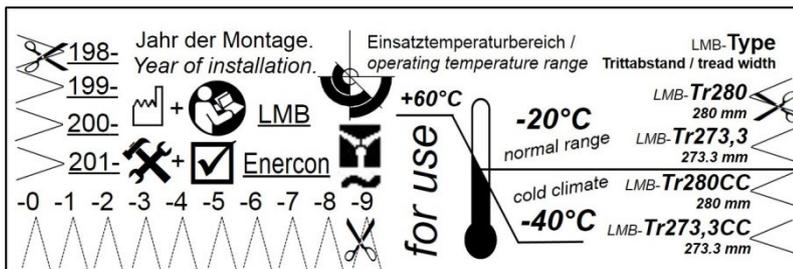


Fig. 2-2, B21a-2

Die obere Temperaturbegrenzung von + 60 °C richtet sich in erster Linie an die Sicherheit des Benutzers. Durch zu hohe Umgebungstemperaturen wird die physische Kondition eingeschränkt, dies kann zu Gefährdungen führen!

Falls unter Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten oder nationale Unfall-Verhütungsvorschriften zur Absicherung des Benutzers von dieser Empfehlung abgewichen werden muss (z.B. -5°C / +40°C), kann dies durch entsprechende Angaben bereits auf der Kennzeichnung berücksichtigt werden.

	<p>Zu beachten sind aber in jedem Fall auch die Produktinformationen der verwendeten Auffangeinrichtung, des Auffanggurtes und der weiteren PSA gegen Absturz!</p>
---	---

Zu den Artikeln: Baugruppen und Einzelartikel

Die Artikel der LMB-Steigleitern nebst Zubehör sind in Oberbaugruppen, Baugruppen und Einzelartikel aufgeteilt. Siehe Kapitel 1.4.

Die entsprechend angegebenen Positionsnummern (siehe auch Kapitel 1.3) wurden in dieser Anleitung verwendet und an die bildliche Darstellung angezogen.

Oberbaugruppen sind Zusammenstellungen von Baugruppen und Einzelteilen, die zusammen eine Funktion erfüllen, im Zusammenbau also eine Funktionseinheit bilden.

Sie sind in den angegebenen Zeichnungen aufgeführt und können unter Benennung der Artikel-Nr. (Nr., siehe Kapitel 1.4 + A, B oder C für die Verschraubung bzw. F ohne Verschraubung) oder unter der jeweiligen Enercon-SAP-Nr. bestellt werden.

Oberbaugruppen OB und Baugruppen B sind derzeit nicht vormontiert, die Montage (bzw. Vormontage) erfolgt nach dieser Anleitung. Geliefert werden Einzelartikel, in entsprechender Stückzahl zusammengefasst. (Ausblick siehe Kapitel 2.2.1)

Einzelartikel E sind einzelne Bauteile oder bereits fertig (vor-) montierte Zusammenstellungen, zu diesen zählen auch die mit den Sperrklinken (B12, B13) vormontierte Steigleitersegmente (E13 – E28).

Wenn Sie die Baugruppenstruktur nicht nutzen möchten oder Einzelnes nachbestellen, bilden die Einzelartikel die jeweils kleinste Bestelleinheit.

Artikel, die regelmäßig angefordert werden, haben eine kurze Lieferzeit von Ø 4 Arbeitswochen.

Neue Artikel oder Artikel, die aufgrund unregelmäßiger Anforderungen nicht von LMB vorgehalten werden, haben je nach Fertigungs- bzw. Wiederbeschaffungszeit eine wesentlich längere Lieferzeit von mindestens 8 und bis zu 30 Arbeitswochen, genaue Daten liefern wir auf Ihre Artikelanfrage.

Achtung Bestellangaben: Keine Baugruppen oder Einzelartikel auflisten, die Sie bereits mit einer Oberbaugruppen bestellt haben!

Tab. 2-1	Fig. 2-2,			
	Steigleiter Grundaufbau			
Benennung	Tr280 3080 mm	Tr280 3640 mm	Tr280 3920 mm	Tr273,3 3826,2 mm
Standardsegment mit C-Profil-Verbinder (2-Loch-Verbinder)	OB1	OB9	OB13	OB5
Steigleiter mit Steigsperre unten (ee)	OB2	OB10	OB14	OB6
Steigleiter mit Steigsperre oben (ea)	OB3	OB11	OB15	OB7
Steigleiter mit fester Steigsperre oben (ea)	OB4	OB12	OB16	OB8
Standard Steigleitersegment	E1	E3	E17	E2
Vormontiert mit Sperrklinken	E13	E14	E18	E15
Standard C-Profil-Verbinder (2-Loch-Verbinder)	B1			
Steigsperre	B2			
Einschubsicherung	B3			
Feste Steigsperre	B4			
Satz Kennzeichnungsaufkleber	B21 bis B29			
Langer C-Profil-Verbinder (3-Loch-Verbinder)	B6			
Sperrklinke oben	B13			
Sperrklinke unten	B12			
Deaktivierungssatz 2-Loch-Verbinder	B14			
Deaktivierungssatz 3-Loch-Verbinder	B15			
siehe auch	Kapitel 1.3 und 1.4			

2.2 LMB-Sicherheitssteigleiter

Oberbaugruppen

OB1 (OB5/OB9/OB13) OB2 (OB6/OB10/OB14) OB3 (OB7/OB11/OB15) OB4 (OB8/OB12/OB16)

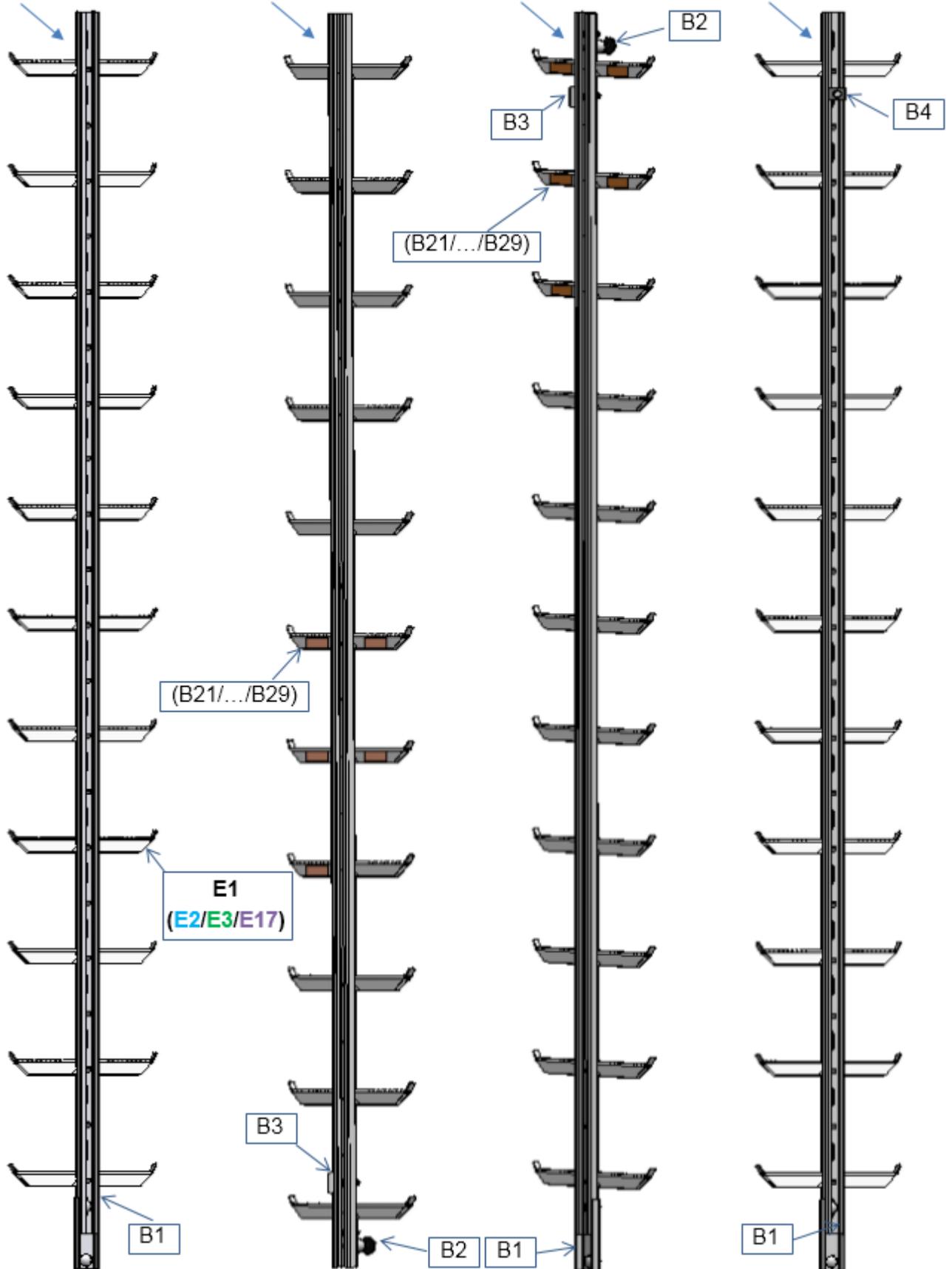


Fig. 2-3, Oberbaugruppen

2.2.1 LMB-Vormontage mit Sperrklinken-System

Die werkseitige Vormontage gewährleistet den funktionell überprüften Einbau der fest montierten Sperrklinken B12 und B13 mit allen Standardsegmenten (E1, E2, E3, E17) und den Steigleitersegmenten mit Versatz (E4, E5, E7, E16):

E 13	Standardsegment LMB-Tr280CC Länge 3080 mm E1+B12+B13
E 14	Standardsegment LMB-Tr280CC Länge 3640 mm E2+B12+B13
E 15	Standardsegment LMB-Tr273,3CC Länge 3826,2 E3+B12+B13
E 18	Standardsegment LMB-Tr280CC Länge 3920 mm E17+B12+B13
E 19	Steigleitersegment LMB-Tr280CC mit Versatz +250 mm E4+B12+B13
E 20	Steigleitersegment LMB-Tr280CC mit Versatz -250 mm E5+B12+B13
E 21	Steigleitersegment LMB-Tr280CC mit Versatz -250 mm E7+B12+B13
E 22	Steigleitersegment LMB-Tr273,3CC mit Versatz -250 mm E16+B12+B13

Lieferung auf Europool-Paletten mit Distanzstreben aus Polystyrol (Hartschaum):

Standardsegmente 7 Stück pro Lage, max. 28 Stück pro Paket.

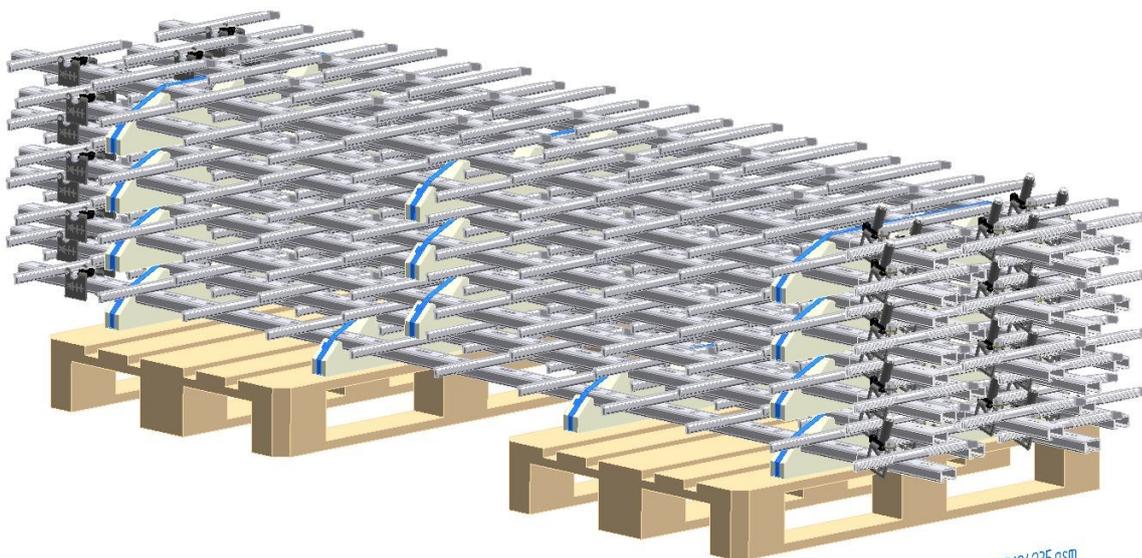


Fig. 2-4, LMB-Vormontage

Steigleitersegmente mit Versatz 7 Stück pro Lage, max. 21 Stück pro Paket.

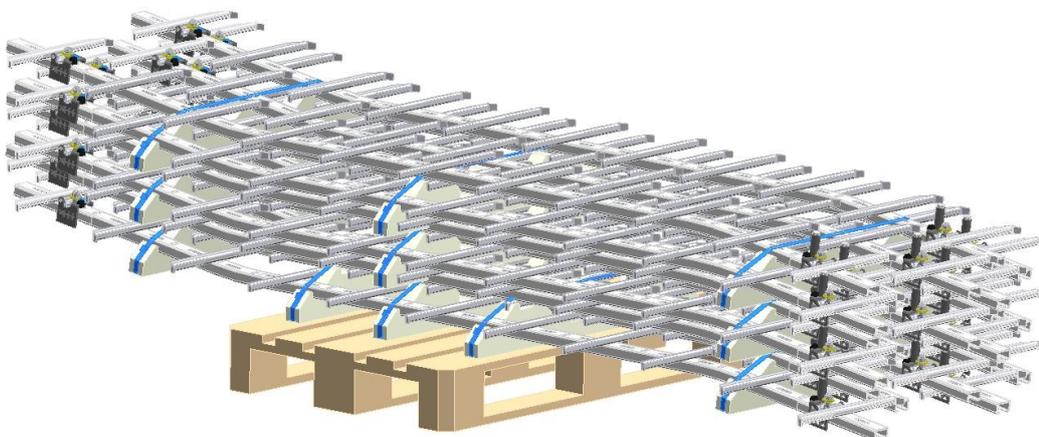


Fig. 2-6, LMB-Vormontage

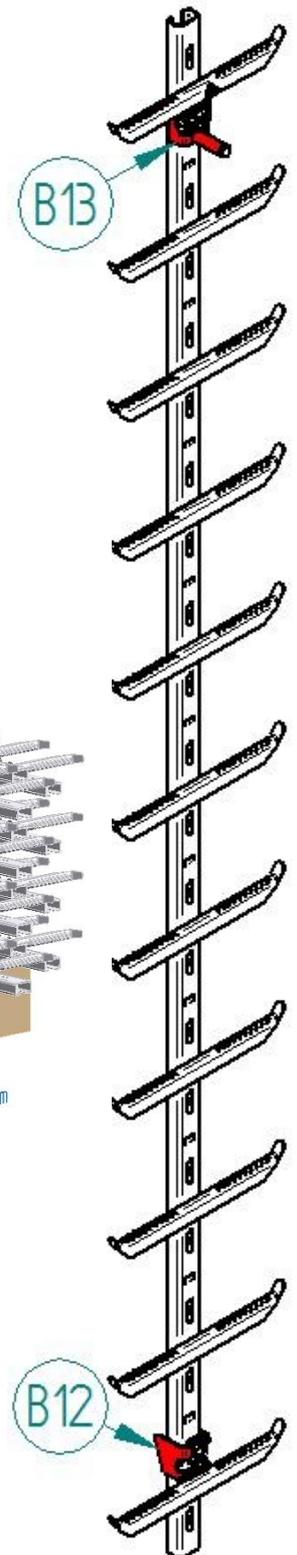
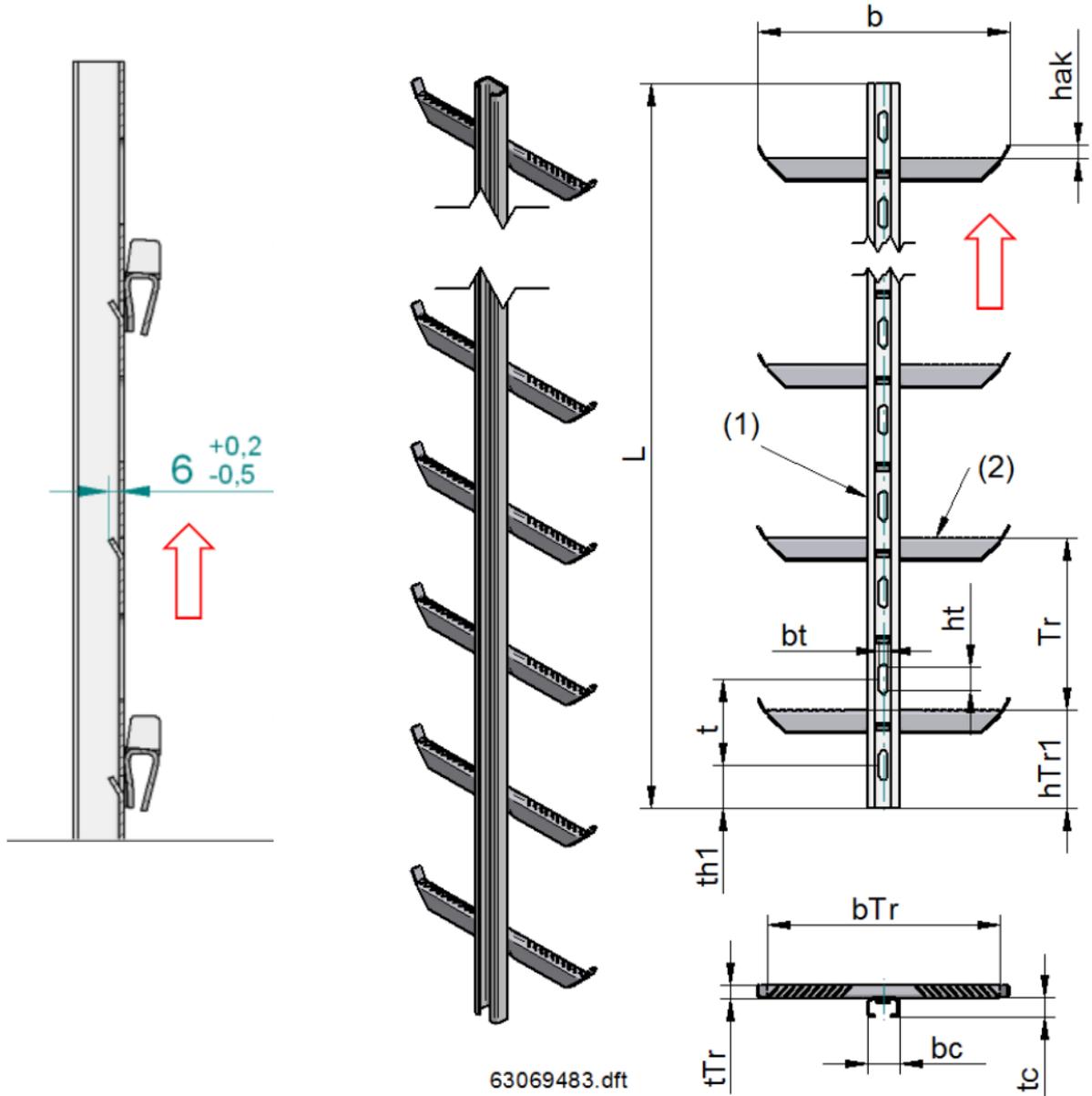


Fig. 2-5, E13

LMB-Leitersegment Standard



63069483.dft

Fig. 2-7, LMB-Steigleiter

Tab. 2-2	Leitersegment Standard	E1 (mm)	E2 (mm)	E3 (mm)	E17 (mm)
(1)	C-Profil				
(2)	Trittlech	11x	14x	13x	14x
<i>Tr</i>	Steigleitertyp	LMB-Tr280CC	LMB-Tr273,3CC	LMB-Tr280CC	LMB-Tr280CC
<i>L</i>	Nennlänge	3080	3826,2	3640	3920
<i>t</i>	Teilung Lochbild im C-Profil	140	136,65	140	140
<i>b</i>	Breite		400		
<i>hak</i>	Abgleitschutz-Kantung		20		
<i>hTr1</i>	Trittlech 1 – C-Profil unten		155		
<i>bTr</i>	Trittbreite		365		
<i>tTr</i>	Trittlechtiefe		20		
<i>bc</i>	Breite C-Profil		50		
<i>tc</i>	Tiefe C-Profil		30		
<i>ht</i>	Langloch		36,5		
<i>bt</i>	Langloch		13,5		
<i>th1</i>	Langloch 1		68,5		

LMB-Steigleiter oben, unten, Steigleiterstoß

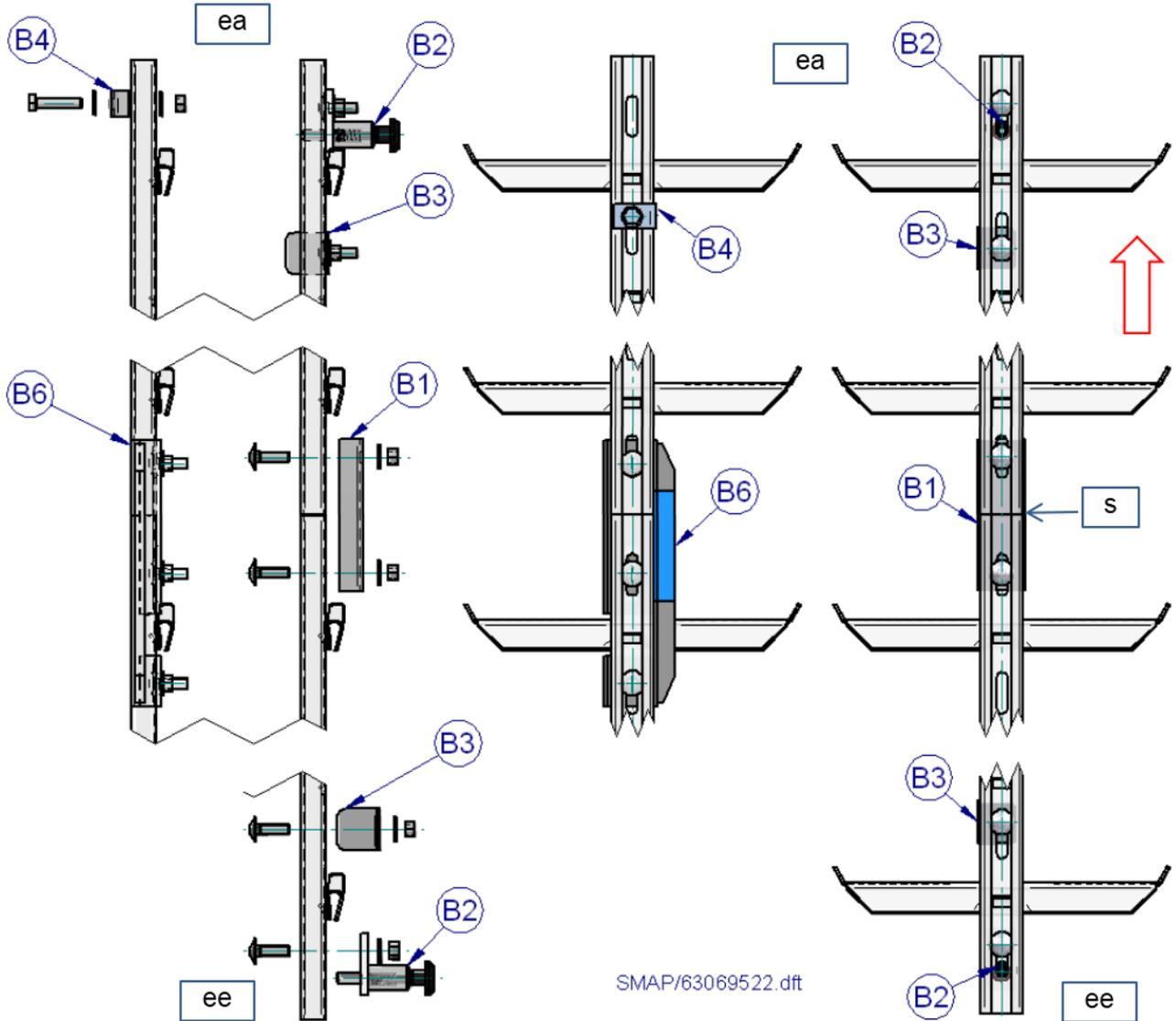


Fig. 2-8, LMB-Steigleiter

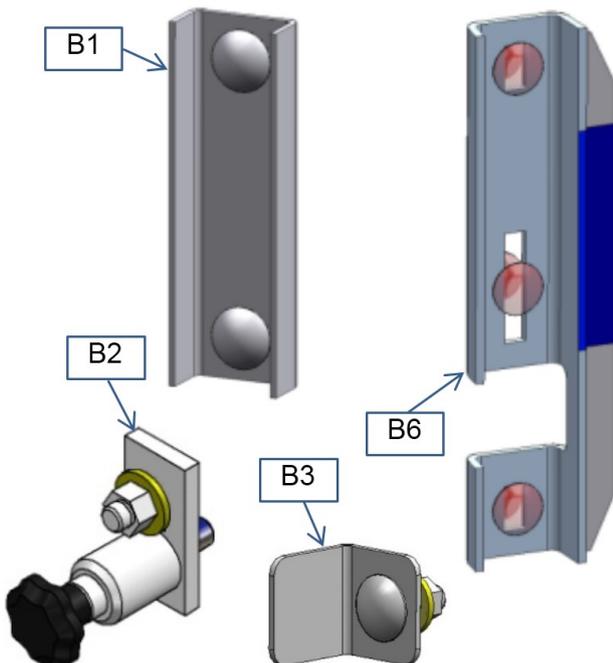


Fig. 2-9, LMB-Steigleiter

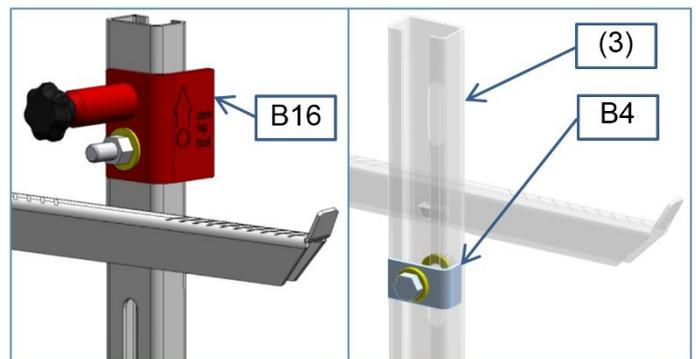


Fig. 2-10, LMB-Steigleiter

Tab. 2-3	
	siehe auch Tab. 2-1 + Kapitel 1.3
s	Steigleiterstoß (bei Montage 1 - 3 mm, Messbereich Schenkel rechts und links des C-Profils = Laufflächen der Auffanggeräte)
ea	Oberes Ende des Steigweges
ee	Unteres Ende des Steigweges
(3)	B4 wird bei Vormontage im 2. Langloch montiert, so kann ggf. der C-Profil-Verbinder (1) oben montiert werden.

LMB-Sperrklinken aktiv

LMB-Sperrklinken deaktiviert

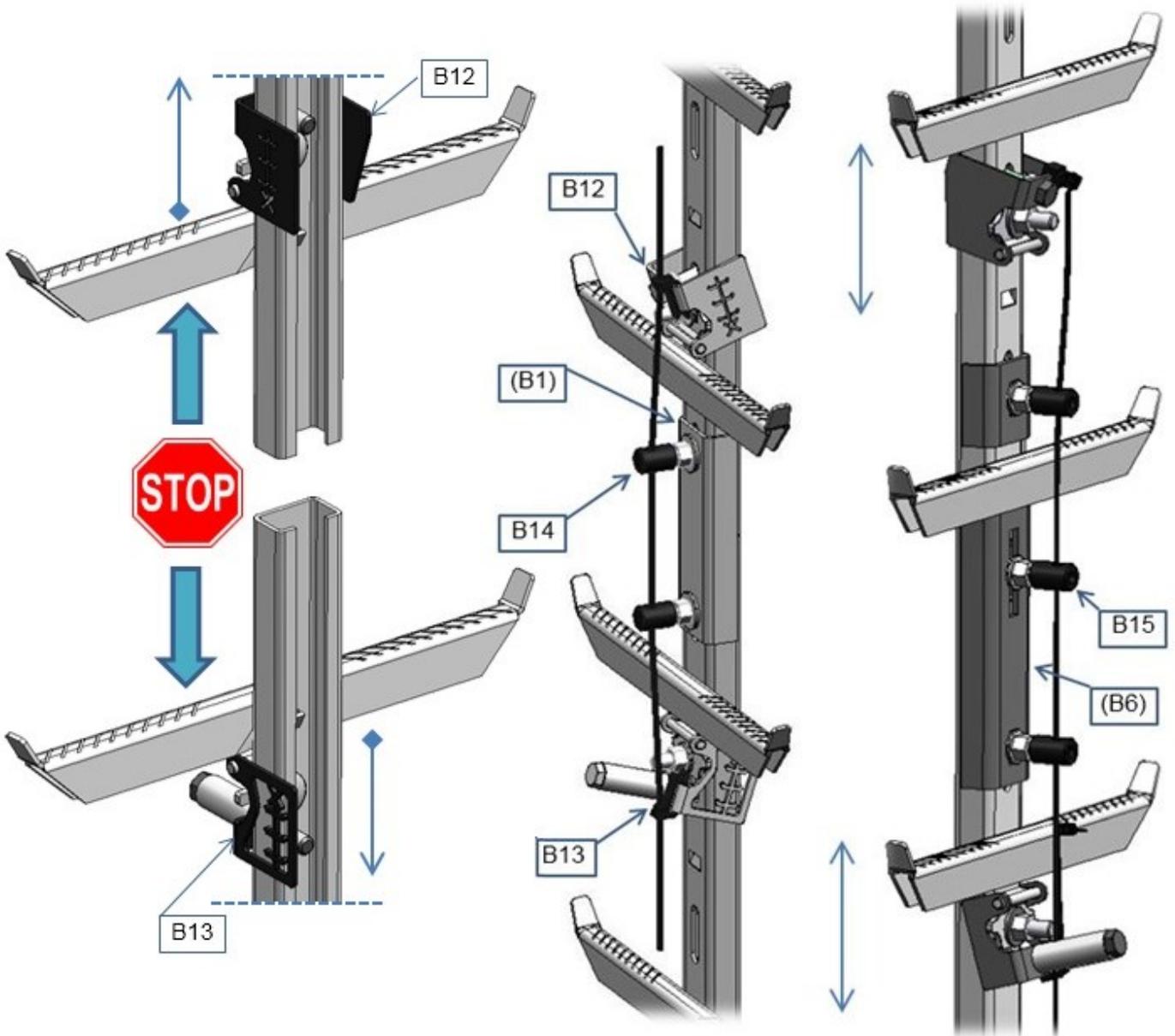


Fig. 2-11, LMB-Sperrklinke

Zur Info: LMB-Sperromodul

B 30: Montage-Sperrklinken + 2 Sperr-/ Warningschilder

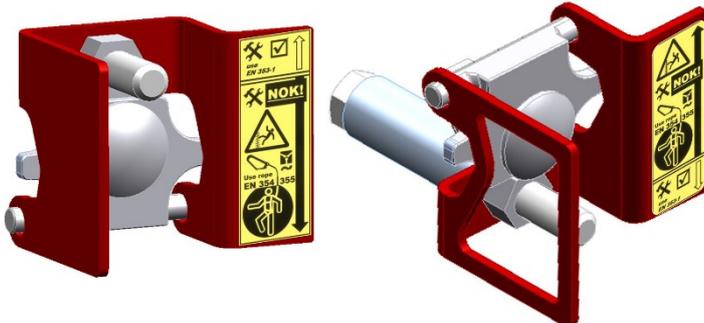


Fig. 2-13, Montage-Sperrklinken

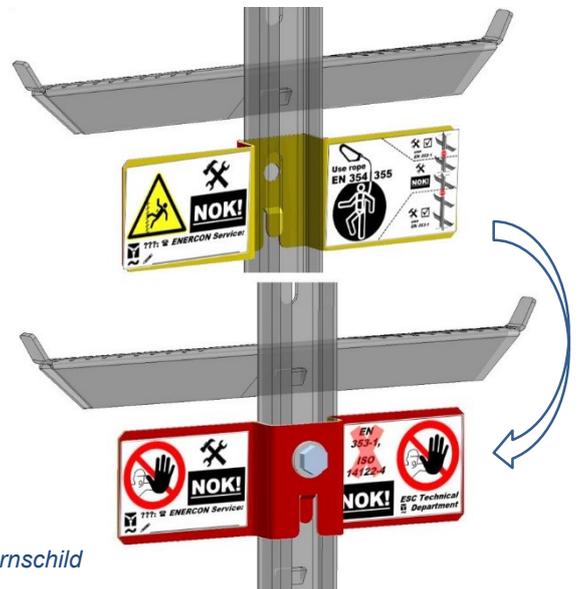


Fig. 2-12 Sperr-/ Warningschild

LMB-Steigleitersegment mit Versatz

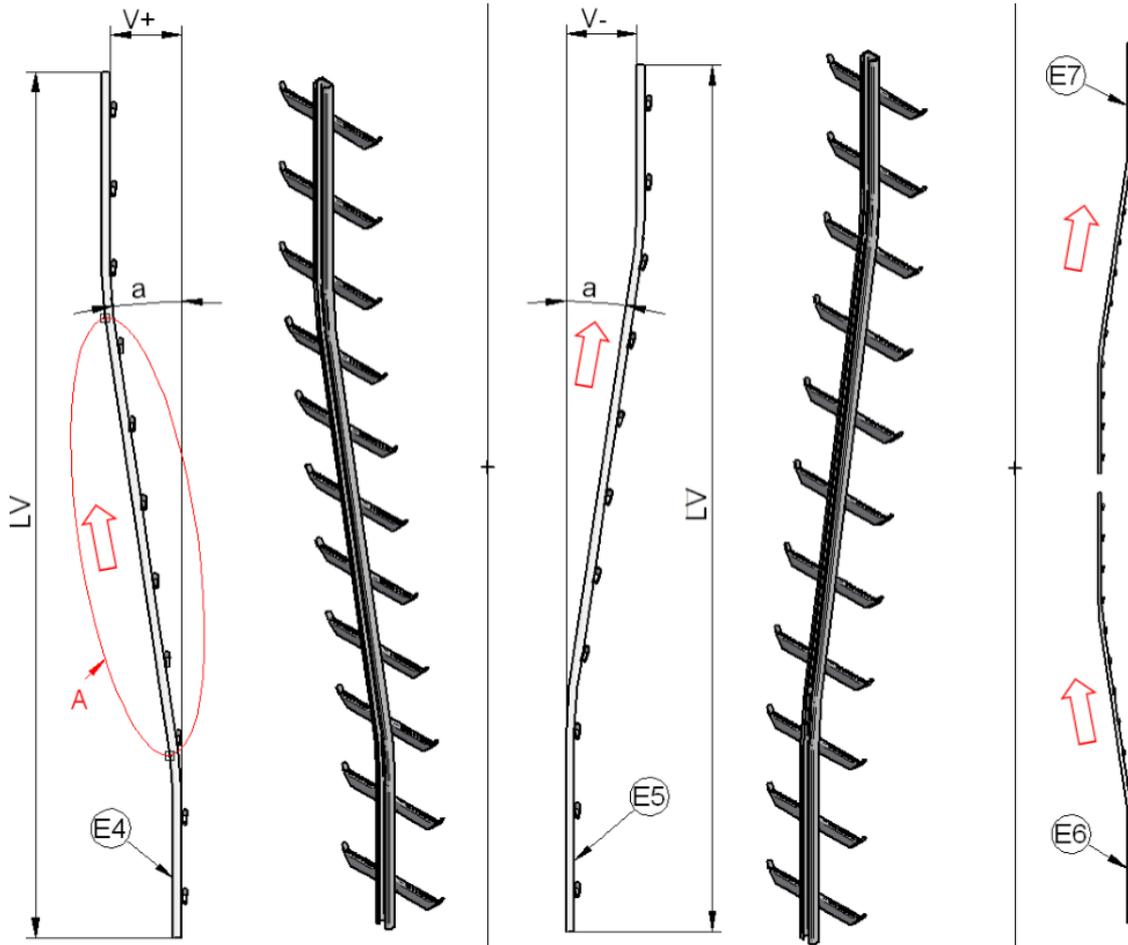


Fig. 2-14, LMB-Steigleiter mit Versatz

Tab. 2-4	Versetztes Leitersegment	E4 (mm)	E5 (mm)	E16 (mm)	E6 (mm)	E7 (mm)
	Steigleiter LMB-	Tr280CC	Tr280CC	Tr280CC	Tr273,3CC	Tr273,3CC
LV	Nennlänge	3062	3062	3342	3807	3807
a	Winkel	-8,4°	+8,4°	+8,4°	-8,4°	+8,4°
V	Versatz	+250	-250	+250	+250	-250
A	Bereich Überhang					

LMB-Verstärkungsholm

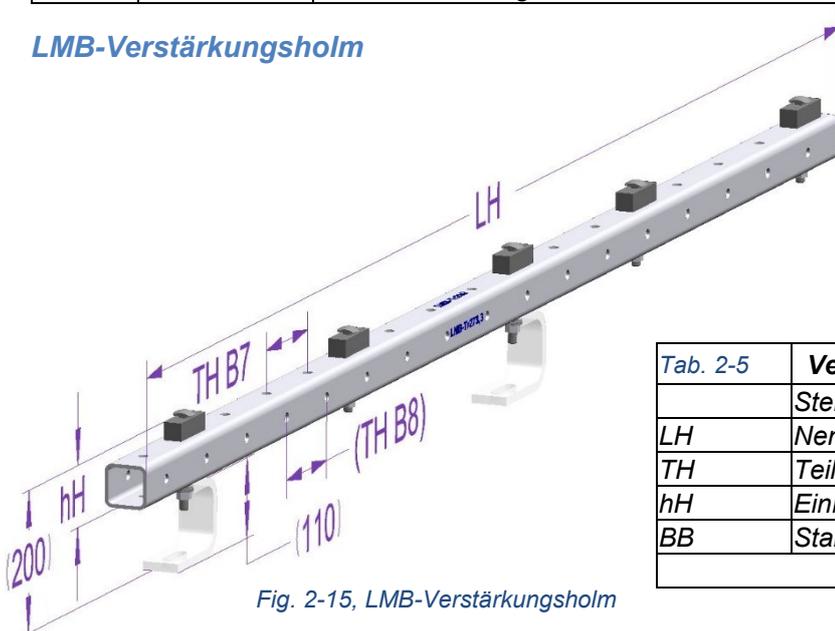


Fig. 2-15, LMB-Verstärkungsholm

Tab. 2-5	Verstärkungsholm	B7 (mm)	B8 (mm)
	Steigleiter	Tr280	Tr273,3
LH	Nennlänge	2360	2360
TH	Teilung Lochbild	140	136,65
hH	Einbautiefe	85	
BB	Standard	110	

LMB-Befestigungsbügel

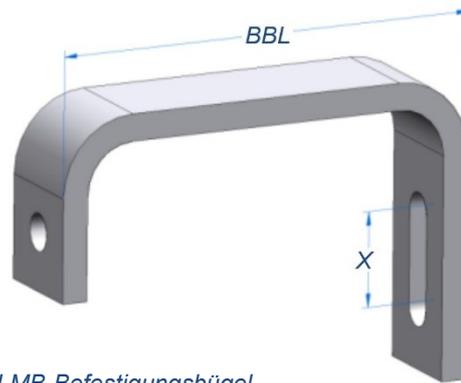
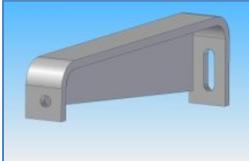
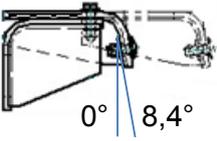
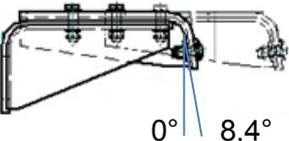
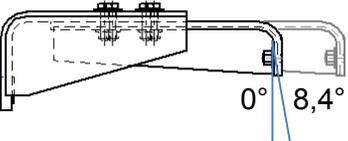


Fig. 2-16, LMB-Befestigungsbügel

Tab. 2-6	Bezeichnung	Positions-Nr.	BBL / X (mm)
	Standard-Befestigungsbügel (ohne Knotenblech) (Länge L Schritt 10 mm)	BB1	110 / 42
		BB2	160 / 42
		BB3	170 / 42
		BB4 – BB 5	180 – 190 / 42
		BB6	200 / 42
	Standard-Befestigungsbügel (mit Knotenblech) (Länge L Schritt 10 mm)	BB7	210 / 42
		BB8	220 / 42
		BB9 – BB35	230 – 490 / 42
		BB36	500 / 42
	Langer Befestigungsbügel (Länge L Schritt 10 mm)	BB50	160 / 140
		BB51 - 53	170 – 190 / 140
		BB54	200 / 140
	Verstellbarer Befestigungsbügel <i>kurz</i>	BB61	185-280 / 42 0°
		BB62	185-280 / 42 8,4°
	Verstellbarer Befestigungsbügel <i>mittel</i>	BB63	270-380 / 42 0°
		BB64	270-380 / 42 8,4°
	Verstellbarer Befestigungsbügel <i>lang</i>	BB65	370-500 / 42 0°
		BB66	370-500 / 42 8,4°
	Distanzscheibe Befestigungsgrundlage	E8	Ø 30 x 4

Hinweise zum Wechseln unterschiedlicher Befestigungsbügel und zu Änderungen der Turmneigung.

2.2.2 Sonderhalter

a. Sonderhalter für Lüftungsöffnung (B101 und B102)

b. Sonderhalter Tripod (B110 und B111)

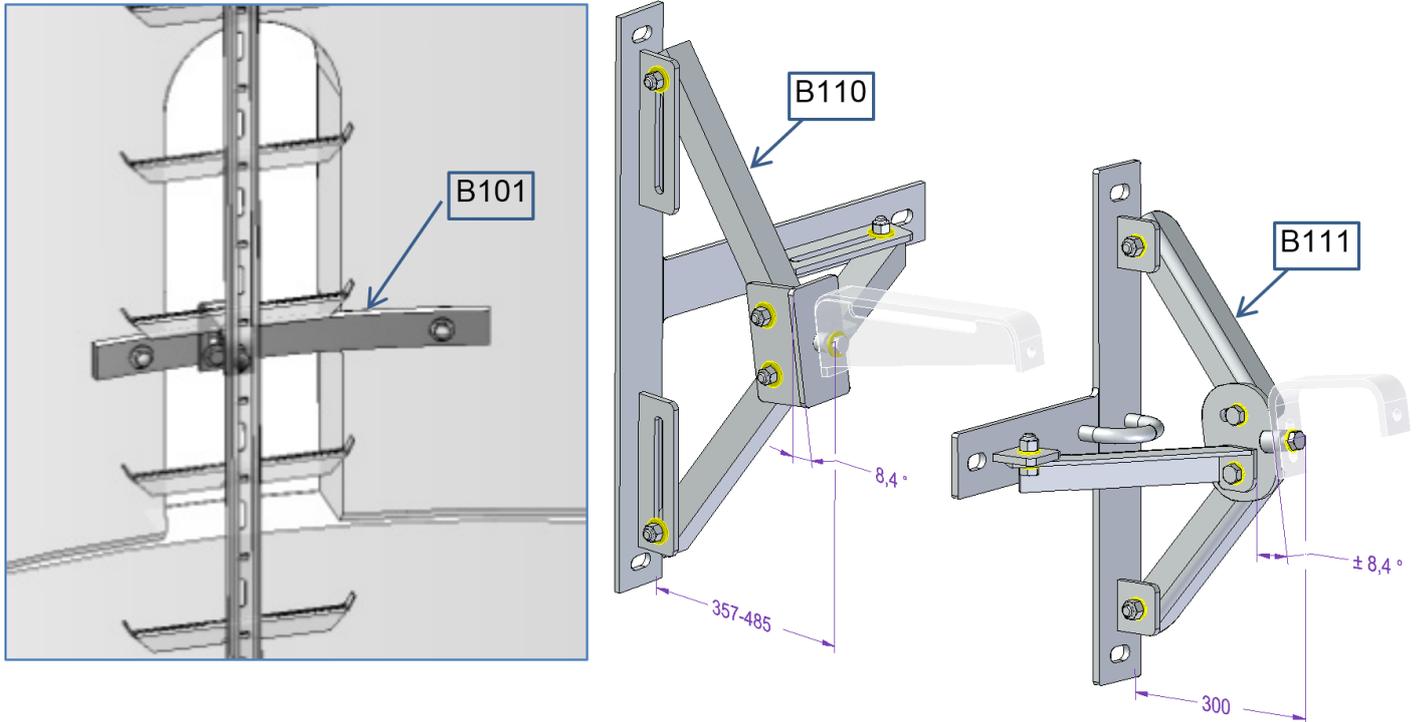


Fig. 2-17, Sonderhalter

2.3 LMB-Ausstiegsvorrichtung

LMB-Ausstiegsvorrichtung B9

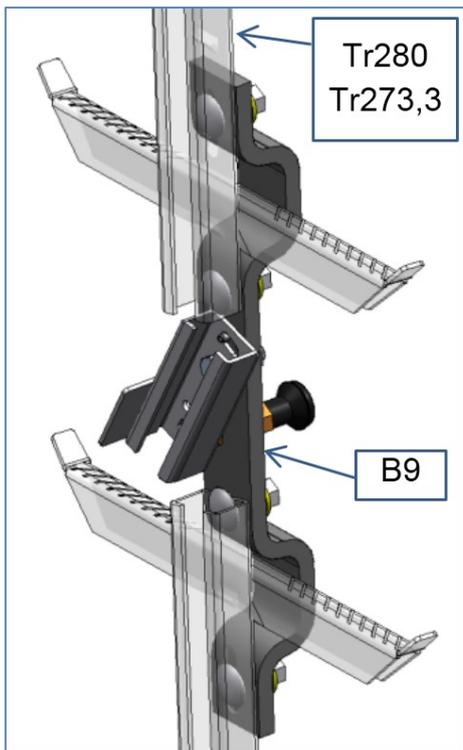


Fig. 2-18, LMB-Ausstiegsvorrichtung

(neue Variante siehe Kapitel 2.5)

2.4 LMB-Ruhepodest

LMB-Ruhepodest B10

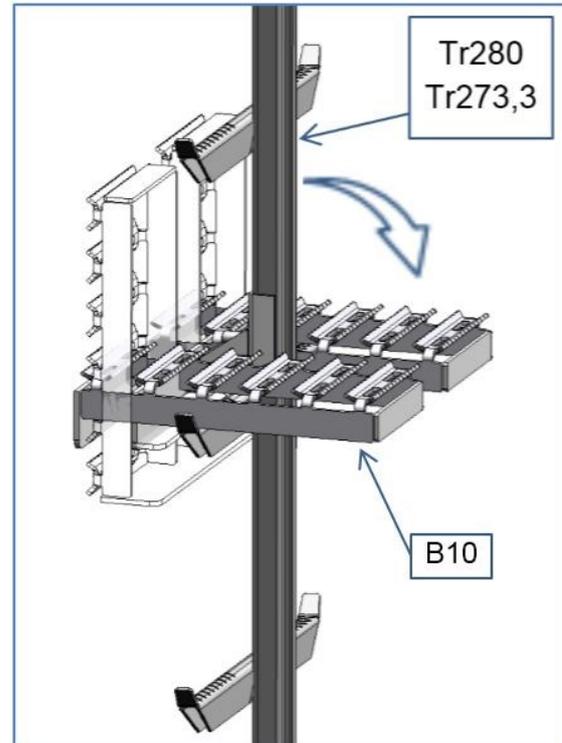


Fig. 2-19, LMB-Ruhepodest

2.5 LMB-Zwischensegmente

LMB-Zwischensegment E9, E10, E23, E24

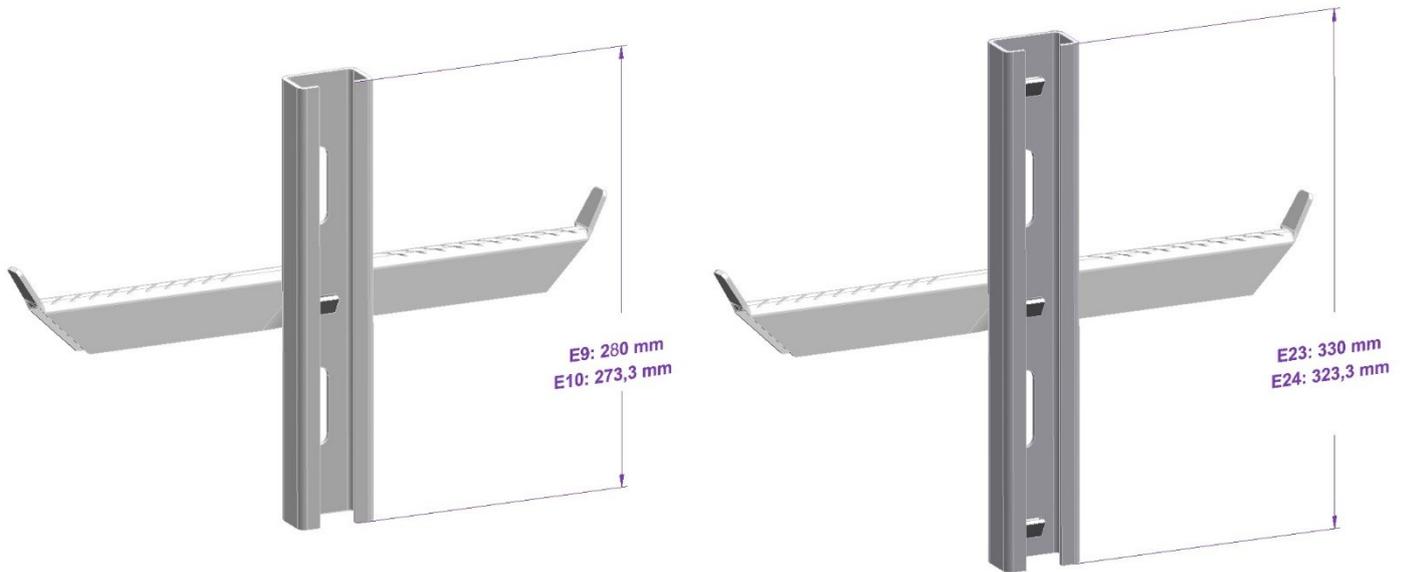


Fig. 2-20 LMB-Zwischensegmente

LMB-Ausstiegsvorrichtung als Zwischensegment E25, E26 E27, E28



Fig. 2-21 LMB-Ausstiegsvorrichtung als Zwischensegment

3 Kontakt

3.1 Montage und Instandhaltung, Zentrale Kontaktposition EC



ESC Technical Department
Mechanical Engineering

ENERCON Service Center
Dornumer Straße 20
D - 26607 Aurich

esc-mechanical-engineering@enercon.de



3.2 Steigschutzeinrichtung



Bornack GmbH & Co. KG
Bustadt 9
D – 74360 Ilsfeld
www.bornack.de



Skylotec GmbH
Im Bruch 11-15
D - 56567 Neuwied
www.skylotec.de

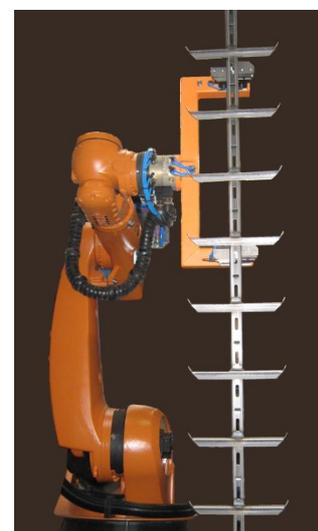


3.3 Leitersegmente und Zubehör; Montage-, Gebrauchs- und Instandhaltungsanleitung



konsequent systematisch

Logaer Maschinenbau GmbH
Mühlenweg 2d
D - 26789 Leer
www.logaer-maschinenbau.de



Die für den Aufbau und Montage der ENERCON Windenergieanlagen benötigten Montageteams bestehen in der Regel aus sechs bis acht Mitarbeitern sowie ein bis zwei Kranführern. Die Anzahl ist abhängig vom Typ der Windenergieanlage. Die Mitarbeiter werden regelmäßig von fachkundigen Personen in technischen sowie organisatorischen Abläufen in der Montage und des Aufbaus von WEA geschult und unterwiesen. Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte unterstützen diese fachkundigen Personen bei ihrer Tätigkeit. Besondere Schwerpunkte bei den Schulungen bilden das Tragen und der sichere Umgang mit der persönlichen Schutzausrüstung, Anschlag von Lasten, Umgang mit elektrischen und mechanischen Betriebsmitteln, Erste-Hilfe-Einrichtungen und Maßnahmen sowie sicheres Verhalten auf der Baustelle. Alle für den Aufbau und die Montage benötigten Arbeitsschritte sind in einer umfassenden Montageanleitung beschrieben.

Elektrische Betriebsmittel, Anschlagmittel, Lastaufnahmemittel, persönliche Schutzausrüstung und alle für den Aufbau von WEA verwendeten Werkzeuge werden regelmäßig nach den Berufsgenossenschaftlichen Vorschriften von Sachkundigen überprüft und gegebenenfalls instand gesetzt oder erneuert. Alle Mitarbeiter eines Montageteams sind nach dem arbeitsmedizinischen Grundsatz G 41, Arbeiten mit Absturzgefahr, untersucht. Kran- sowie Lastkraftwagenfahrer sind nach G 25, Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten, untersucht. Auf jeder Baustelle arbeiten mindestens zwei ausgebildete Ersthelfer. Alle ENERCON – Kranführer wurden/werden regelmäßig durch den Berufsverband der Schwerlast- und Kranunternehmen in Zusammenarbeit mit der Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltung geschult. Die ENERCON – Lastkraftwagenfahrer werden regelmäßig intern und / oder extern durch den TÜV geschult.

Die Mitarbeiter der Abteilung Arbeitssicherheit und Qualitätssicherung führen regelmäßige Baustellenbegehungen durch. Es ist ihre Aufgabe die Einhaltung der berufsgenossenschaftlichen sowie der eigenen Vorschriften zu überprüfen, Arbeitsverfahren zu beobachten und erkannte, mögliche Gefährdungen der Mitarbeiter umgehend beseitigen zu lassen.

Alle Fremdunternehmen, die für ENERCON tätig sind, werden verpflichtet die gesetzlichen und die ENERCON Arbeitsschutzbestimmungen einzuhalten. Die Einhaltung dieser Vorschriften wird durch ENERCON Mitarbeiter überprüft. Durch das enge Zusammenspiel aller verantwortlichen Mitarbeiter soll ein sicheres und gesundes Arbeitsumfeld geschaffen und erhalten werden.

Das oberste Ziel von ENERCON ist das Schützen aller ENERCON – Mitarbeiter und dritter Personen vor Arbeitsunfällen sowie gesundheitlichen Belastungen.

Informationen zum Dokument:	
Erstellt/Datum/Rev.:	H. van Hülsen/30.08.2006/001
Abteilung:	Arbeitssicherheit
Geprüft/Datum:	A. Brucks/30.08.2006
Übersetzt/Datum:	-
Geprüft/Datum:	-
Dateiname:	SL_AU_Arbeitsschutz Aufbau_rev001_ger-ger.doc

7.6 Sonstiges

Anlagen:

- Herstellererklärung_Asbesthaltige_Stoffe_in_ENERCON_WEA.pdf

Herstellereklärung

Hersteller:

ENERCON GmbH
Dreerkamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Asbesthaltige Stoffe

In ENERCON Windenergieanlagen werden keine asbesthaltigen Stoffe eingesetzt.

Aurich, 18.09.18

Ort, Datum

Aurich, 18.09.2018

Ort, Datum

 **ENERCON**
ENERGIE FÜR DIE WELT
ENERCON GmbH
Dreerkamp 5 - 26605 Aurich

Harald Wegmann
Functional Safety Manager

 **ENERCON**
ENERGIE FÜR DIE WELT
ENERCON GmbH
Dreerkamp 5 - 26605 Aurich

Ingo Arendt
Head of Technical Support

8.1 Vorgesehene Maßnahmen für den Fall der Betriebseinstellung (§ 5 Abs. 3 BImSchG)

Anlagen:

- 8.1_SL_AU_Maßnahmen Betriebseinstellung_Rev04_ger-ger.pdf
- Rückbauverpflichtung_unterschrieben.pdf
- Gantt-Diagramm Rückbau.pdf
- Rückbaukostenschätzung_E-138 EP3 E2_131mHST.pdf

Nach Betriebseinstellung verpflichtet sich der Betreiber, die Anlage gemäß §35 Abs. 5 S. 2 BauGB vollständig zurückzubauen und den Standort wieder in den vorherigen Zustand zu versetzen.

Sollte der vollständige Rückbau als unverhältnismäßig zu beurteilen sein oder öffentliche Belange insbesondere des Umwelt- und Naturschutzes durch den vollständigen Rückbau erheblich nachteilig beeinträchtigt werden, ist dies im Einzelfall durch die zuständige Genehmigungsbehörde zu entscheiden.

Bei der technischen Umsetzung der Rückbaumaßnahme steht die Firma ENERCON dem Betreiber beratend zur Verfügung, zudem hat der Betreiber die Möglichkeit, die Firma ENERCON mit dem Rückbau zu beauftragen.

Aktuelle Rückbaukostenschätzungen werden von der Firma ENERCON jährlich herausgegeben. Diese unverbindlichen Kostenschätzungen basieren auf den gesammelten Erfahrungen und den aktuellen Rohstoff- sowie Personalkosten.



Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG • Postfach 1120 • 16321 Bernau

Landesamt für Umwelt
Abteilung T1 Referat T13
Müllroser Chaussee 50
15236 Frankfurt (Oder)

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen
WP-KL-Re

Datum
03.05.2022

Rückbauverpflichtung

Sehr geehrte Damen und Herren,

hiermit verpflichtet sich die Antragstellerin *Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG* dazu, die im Rahmen des Repowerings nach § 16b des BImSchG geplanten Windkraftanlage Typ Enercon E-138 nach Einstellung des Betriebs zurückzubauen und die Kosten für einen späteren Rückbau zu tragen. Als Sicherungsmittel werden hierfür eine Bankbürgschaft, eine Versicherungsbürgschaft oder die Verpfändung eines Rücklagenkontos verwendet werden.

**Windpark Klosterfelde
GmbH & Co. KG**
An der Plansche 4
16321 Bernau

Vach, Frank (Unterschrift)

(Firmenstempel)

Sitz:
An der Plansche 4
16321 Bernau
•
Postadresse:
Postfach 1120
16311 Bernau
•
Amtsgericht
Frankfurt (Oder)
•
HRA 3447 FF

persönlich
haftende
Komplementärin

up umweltplan
GmbH

An der Plansche 4
16321 Bernau

•
Telefon
03338-70330

•
FAX
03338-703329

•
E-mail
info@
umweltplan.com

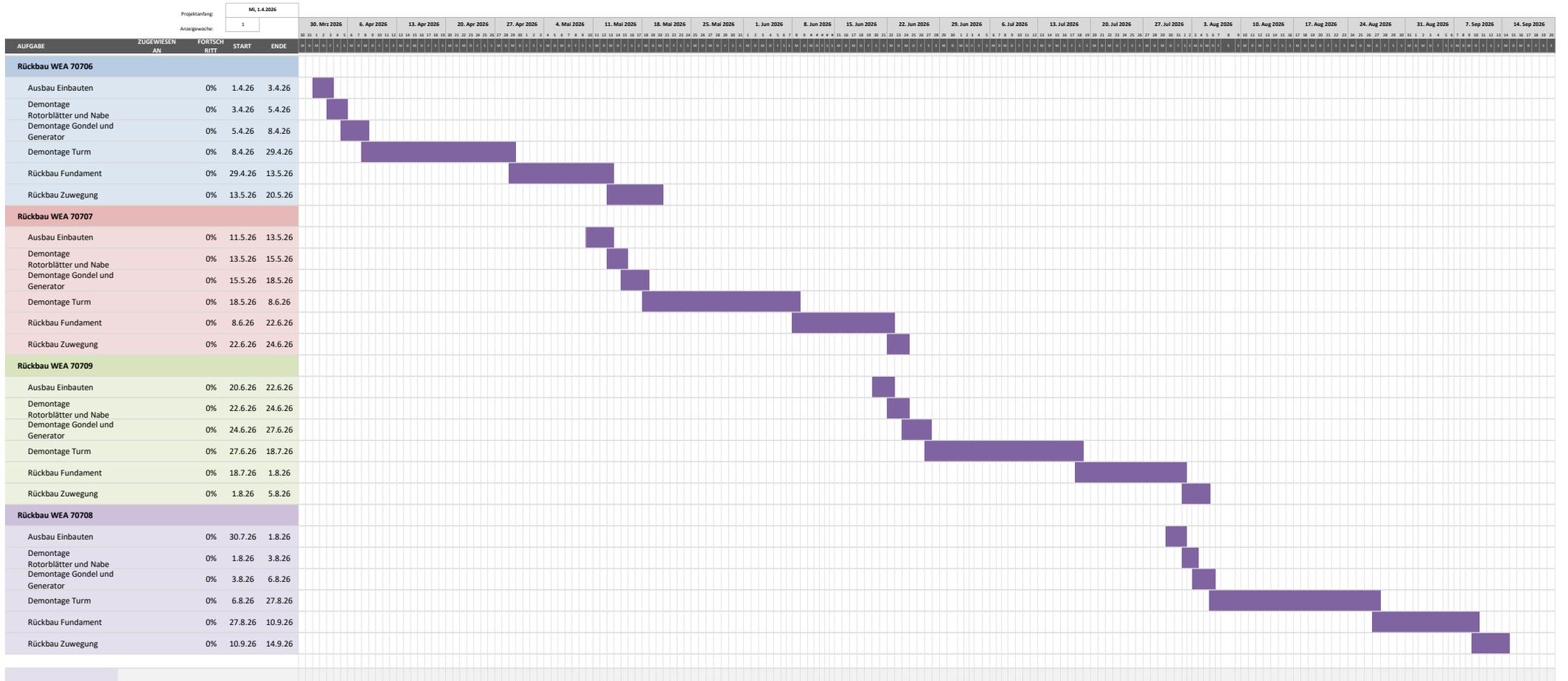
•
Amtsgericht
Frankfurt (Oder)

•
HRB 11174 FF

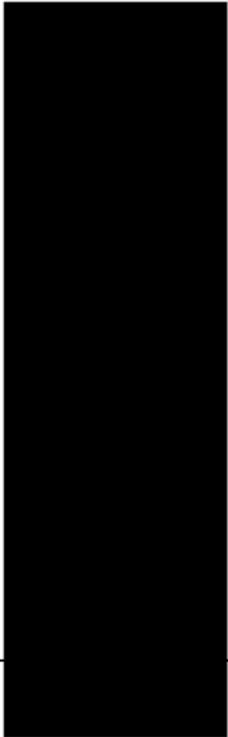
•
Geschäftsführer
Frank Vach

Repowering Klosterfelde - Rückbauplanung der Bestandsanlagen (unverbindlich)

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG



Anlagentyp:	E-138 EP3 E2 HST131m
Parkgröße:	1 Windenergieanlage
Leistung	GP [EUR]
Demontage WEA + Stahlsektion	Netzabbindung Demontage Anlage (Gondel inkl. Generator & Blätter) Demontage Stahlurmkomponenten
Demontage Fundament	Abnahme Fundamentabdeckung Demontage Fundament Recycling + Transport
Transport	Abtransport Anlage (Gondel inkl. Generator & Blätter) 200km Abtransport Stahlurmkomponenten 200 km
Recycling	Recycling Turm (Stahlkomponenten) Recycling Anlage (Gondel inkl. Generator & Blätter) Recycling Kabel
<u>Summe Netto pro Windenergieanlage:</u>	
<p>Gültigkeitszeitraum: 01. Januar 2020 bis 31. Dezember 2020</p> <p>Die Kostenschätzung bezieht sich auf einen Rückbau nach Ende der Auslegungslebensdauer.</p> <p>Diese Kostenschätzung dient nur der Information. Alle Angaben sind ohne Gewähr. Die Kostenschätzung stellt kein Angebot dar und ist keine Zusicherung, dass ENERCON die Rückbauleistung zur oben genannten Summe ausführt.</p>	



9.6 Sonstiges

Anlagen:

- 9.5_SL_AU_Stellungnahme Abfallentsorgung_D_rev01_ger-ger.pdf
- 9.5_D0704785-2_#_de_#_Abfallmengen_Aufbau_E-138_EP3_und_E-138_EP3_E2.pdf
- 9.5_D0959872-0_#_de_#_Abfallmengen_Anlagenbetrieb_EP3.pdf

1 Allgemeines

Dieses Dokument beschreibt übergreifend die Grundlagen der Abfallentsorgung für Unternehmen im Bereich Aufbau und Service von ENERCON Windenergieanlagen.

2 Stellungnahme zur Abfallentsorgung und zum Umweltmanagement

Hiermit bestätigen wir, dass die von der ENERCON GmbH in Aufbau und Service der ENERCON Windenergieanlagen eingesetzten Gesellschaften alle geforderten abfallrechtlichen Vorschriften einhalten und Abfälle fachgerecht entsorgen. Wir arbeiten dabei ausschließlich mit zertifizierten Entsorgungsfachbetrieben zusammen.

Das Umweltmanagement der ENERCON GmbH ist nach DIN EN ISO 14001 zertifiziert.

3 Ansprechpartner

Bei Fragen im Zusammenhang mit der Entsorgung von Abfällen steht Ihnen das Umwelt- und Abfallmanagement der ENERCON GmbH unter den folgenden Kontaktdaten zur Verfügung:

ENERCON GmbH

Umwelt- und Abfallmanagement

Borsigstr. 26

26607 Aurich

E-Mail: environment@enercon.de

Tel.: 04941 9187-1393

Fax: 04941 9187-1009

Die Abfallmengen beinhalten den Aufbau der gesamten Windenergieanlage und beziehen sich ausschließlich auf den Montageplatz.

Die Zuordnung der Abfallarten entspricht der deutschen Abfallverzeichnisverordnung.

Tab. 1: Abfallmengen Aufbau E-138 EP3 und E-138 EP3 E2

Bezeichnung	Abfallschlüssel	Menge in m ³	
		Stahlurm	Hybridurm
Verpackungen aus Papier und Pappe	15 01 01	1	1,3
Verpackungen aus Kunststoff	15 01 02	3	4
Holz	17 02 01	3	3,5
gemischte Metalle	17 04 07	0,5	1
gemischte Bau- und Abbruchabfälle	17 09 04	4	5
gemischte Siedlungsabfälle	20 03 01	4	5
Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten	15 01 10*	0,03	0,05
Aufsaug- und Filtermaterialien	15 02 02*	0,05	0,07

Mit * gekennzeichnete Abfallarten gelten als gefährlich im Sinne des § 48 des deutschen Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG).

Die Abfallmengen entstehen beim Betrieb der ENERCON Windenergieanlage.
 Die Zuordnung der Abfallarten entspricht der deutschen Abfallverzeichnisverordnung.

Tab. 1: Abfallmengen Anlagenbetrieb EP3

Bezeichnung	Abfallschlüssel	Jährliche Menge in kg
Gemischte Siedlungsabfälle	20 03 01	3
Aufsaug- und Filtermaterialien (einschließlich Ölfilter a. n. g.), Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	15 02 02*	2
Papier und Pappe	20 01 01	2
Verpackungen aus Kunststoff	15 01 02	2

Mit * gekennzeichnete Abfallarten gelten als gefährlich im Sinne des § 48 des deutschen Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG).

11.8 Sonstiges

Anlagen:

- 11.8_D0762766-1_de_Wassergefährdende_Stoffe_E-138_EP3_E2.pdf

Technische Beschreibung

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Wassergefährdende Stoffe

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Simon-Hermann Wobben
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0762766-1
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2019-04-17	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in (). Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments.

Dokument-ID	Titel
D0718341	Sicherheitsdatenblatt DEMAG Spezialschmierfett Kette
D0420786	Sicherheitsdatenblatt Glykosol N 45 %
D0306661	Sicherheitsdatenblatt Goracon GTO 68
D0515908	Sicherheitsdatenblatt HHS 2000
D0188406	Sicherheitsdatenblatt Klüberplex AG 11-461
D0515511	Sicherheitsdatenblatt Klüberplex BEM 41-141
D0381897	Sicherheitsdatenblatt Klübersynth GH 6-220, VG 220
D0790455	Sicherheitsdatenblatt Liebherr Spezialfett 1026 LS
D0361512	Sicherheitsdatenblatt Midel 7131
D0418756	Sicherheitsdatenblatt Mobil SHC Grease 460 WT
D0341148	Sicherheitsdatenblatt MOUSSEAL-CF
D0387695	Sicherheitsdatenblatt Nyrosten N113
D0696957	Sicherheitsdatenblatt RENOLIN ZAF 32 LT
D0514498	Sicherheitsdatenblatt RENOLIN UNISYN CLP 220
D0816342	Sicherheitsdatenblatt Shell Gadus S5 T460 1.5
D0306770	Sicherheitsdatenblatt SPIRAX S4 TXM
D0321747	Sicherheitsdatenblatt TECTROL CLP 220
D0222692	Wassergefährdende Stoffe Transformatorstation

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Einstufung von wassergefährdenden Stoffen	5
1.2	Vermeidung von wassergefährdenden Stoffen	5
1.3	Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.....	5
1.4	Sicherheitsmaßnahmen	6
1.5	Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung	6
1.6	Wartung und Wartungsintervalle	6
1.7	Entstehung von Abwasser.....	6
2	Übersicht wassergefährdende Stoffe	7
3	Eigenschaften und Zusammensetzung der wassergefährdenden Stoffe	9
4	Übersicht mechanische Komponenten	10
4.1	Azimutantriebe	10
4.1.1	Sicherheitsvorrichtungen.....	10
4.2	Blattverstellantriebe	10
4.2.1	Sicherheitsvorrichtungen.....	10
4.3	Azimutlager	10
4.3.1	Sicherheitsvorrichtungen.....	10
4.4	Blattflanschlager.....	11
4.4.1	Sicherheitsvorrichtungen.....	11
4.5	Rotorlagerung	11
4.5.1	Sicherheitsvorrichtungen.....	11
4.6	Zentralschmiereinheit	11
4.6.1	Sicherheitsvorrichtungen.....	11
4.7	Hydrauliksystem Rotorarretierung und Rotorbremse	12
4.7.1	Sicherheitsvorrichtungen.....	12
4.8	Kran Gondel	12
4.8.1	Sicherheitsvorrichtungen.....	12
4.9	Aufstiegshilfe	12
4.9.1	Sicherheitsvorrichtungen.....	12
4.10	Flüssigkeitskühlung E-Modul.....	13
4.10.1	Sicherheitsvorrichtungen.....	13
4.11	Interner Transformator.....	13
4.11.1	Sicherheitsvorrichtungen.....	13
5	Übersicht optionale Komponenten.....	14
5.1	Automatisches Löschesystem in der Gondel.....	14
5.1.1	Sicherheitsvorrichtungen.....	14

1 Einleitung

1.1 Einstufung von wassergefährdenden Stoffen

Wassergefährdende Stoffe werden gemäß der deutschen „Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)“ in folgende Kategorien eingestuft:

- Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1): schwach wassergefährdend
- Wassergefährdungsklasse 2 (WGK 2): deutlich wassergefährdend
- Wassergefährdungsklasse 3 (WGK 3): stark wassergefährdend
- allgemein wassergefährdend (awg)

1.2 Vermeidung von wassergefährdenden Stoffen

Die benötigte Menge an wassergefährdenden Stoffen wird bereits durch die Konstruktion der Windenergieanlage auf ein Minimum begrenzt.

Dank des direktgetriebenen ENERCON Ringgenerators entfällt das große Getriebe im Antriebsstrang. Dadurch werden wesentlich geringere Mengen an wassergefährdenden Stoffen eingesetzt. Der direktgetriebene ENERCON Ringgenerator ist mit einer Luftkühlung ausgestattet, so dass der Einsatz von Flüssigkeitskühlmitteln geringer ist. Eine Flüssigkeitskühlung findet nur im Bereich der Leistungsschränke am E-Modul statt.

Durch die Verwendung von elektromechanischen Komponenten (Azimut- und Blattverstellantriebe) werden große Mengen an Hydraulikfluid eingespart.

Im Transformator, der sich im Turmfuß befindet, wird synthetischer Ester als dielektrische Isolierflüssigkeit eingesetzt. Der synthetische Ester galt bisher als nicht wassergefährdend. Mit Inkrafttreten der Neufassung der deutschen AwSV im August 2017 ist der synthetische Ester als allgemein wassergefährdend eingestuft. Der synthetische Ester ist leicht biologisch abbaubar.

1.3 Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Azimut- und Blattverstellgetriebe werden herstellerseitig befüllt angeliefert und je nach Bedarf nachgefüllt. Durch das geschlossene Ölsystem findet kein Kontakt des Servicepersonals mit dem Getriebeöl statt.

Das Hydrauliksystem der Rotorarretierung wird in der Produktionsstätte montiert und befüllt, daher findet kein Kontakt des Servicepersonals mit der Hydraulikflüssigkeit statt.

Bei den eingesetzten Schmierstoffgebern handelt es sich um geschlossene Patronen, die während der Wartung durch geschultes Servicepersonal getauscht werden. Durch das geschlossene System der Schmierstoffgeber findet wenig Kontakt des Servicepersonals mit dem Schmierstoff statt.

Die Zentralschmiereinheit zum Schmieren einiger mechanischer Komponenten wird während der Wartung durch geschultes Servicepersonal nachgefüllt. Das Nachfüllen der Zentralschmiereinheit erfolgt über ein geschlossenes Nachfüllsystem. Durch das geschlossene Nachfüllsystem der Zentralschmiereinheit findet wenig Kontakt des Servicepersonals mit dem Schmierstoff statt.

Einige Komponenten werden manuell über Schmierbohrungen nachgeschmiert. Der Schmiervorgang erfolgt über eine Fettpresse.

1.4 Sicherheitsmaßnahmen

Die technischen Sicherheitsvorrichtungen zum Schutz vor dem Austreten von wassergefährdenden Stoffen aus der Windenergieanlage werden bei den jeweiligen Komponenten im Kap. 4, S. 10 und Kap. 5, S. 14 beschrieben.

Alle Komponenten, in denen wassergefährdende Stoffe zum Einsatz kommen, werden während der Wartung durch geschultes Servicepersonal auf Undichtigkeit und außergewöhnlichen Fettaustritt kontrolliert. Die mechanischen Komponenten verfügen über geeignete Auffangeinrichtungen.

Durch die kontinuierliche Fernüberwachung der Windenergieanlage werden Störungen und Unfälle, die zum Austritt von wassergefährdenden Stoffen führen können, frühzeitig erkannt und Gegenmaßnahmen eingeleitet.

1.5 Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

Folgende Maßnahmen müssen durchgeführt werden, wenn wassergefährdende Stoffe unbeabsichtigt freigesetzt werden:

- Flächenmäßige Ausdehnung verhindern (z. B. durch Eindämmen oder Ölsperren).
- Wassergefährdende Stoffe mit flüssigkeitsbindendem Material wie Sand, Kieselgur, Säurebinder, Universalbinder oder Sägemehl aufnehmen.
- Schmierstoff mechanisch aufnehmen.
- Die aufgenommenen Stoffe und damit kontaminierte Werkzeuge und Materialien nach örtlichen Bestimmungen in den dafür vorgesehenen Behältern entsorgen.

1.6 Wartung und Wartungsintervalle

Das Wartungsintervall für diese Windenergieanlage beträgt 12 Monate.

Alle Schmierstellen werden auf ungewöhnlichen Schmierstoffaustritt geprüft und geschlossene Systeme, wie z. B. das Flüssigkeitskühlsystem, auf Undichtigkeit kontrolliert. Bei Bedarf werden die Auffangwannen gereinigt. Der aufgenommene Schmierstoff wird vorschriftsmäßig entsorgt.

1.7 Entstehung von Abwasser

Bei Betrieb der Windenergieanlage fällt grundsätzlich kein Abwasser an.

Das witterungsbedingte Niederschlagswasser wird entlang der Oberfläche der Windenergieanlage und über das Fundament in das Erdreich abgeleitet. Dort versickert es.

Durch konstruktive Maßnahmen zur Abdichtung des Maschinenhauses ist sichergestellt, dass eine Verunreinigung des abfließenden Wassers mit Schadstoffen nicht erfolgt.

2 Übersicht wassergefährdende Stoffe

Tab. 1: Übersicht der wassergefährdenden Stoffe in der Windenergieanlage E-138 EP3 E2

Schmierstoffbeinhaltende Komponenten	Anzahl	Handelsname	Schmierstoffmenge ¹	Jährlicher Schmierstoffbedarf ¹	Art der Schmierung
Azimutgetriebe	12	RENOLIN UNISYN CLP 220	16,5 l	²	manuell
Abtriebswellenlager im Azimutgetriebe	12	Liebherr Spezialfett 1026 LS ⁴ Klüberplex BEM 41-141 ⁴ Mobil SHC Grease 460 WT ⁴ Shell Gadus S5 T460 1.5 ⁴	0,9 l	-	Lebensdauerschmierung
Schmierstoffgeber Azimutlagerverzahnung	4	Klüberplex AG 11-461	0,25 l	-	-
Azimutlagerverzahnung	1	Klüberplex AG 11-461	-	1 l	Schmierstoffgeber
Azimutlagerlaufbahn	1	Mobil SHC Grease 460WT	16,9 l	3,15 l	Zentralschmiereinheit Maschinenhaus
Behälter Zentralschmiereinheit Maschinenhaus	1	Mobil SHC Grease 460 WT	20 l	-	-
Blattverstellgetriebe	3	RENOLIN UNISYN CLP 220	4 l	²	manuell
Abtriebswellenlager im Blattverstellgetriebe	3	Liebherr Spezialfett 1026 LS ⁴ Klüberplex BEM 41-141 ⁴ Mobil SHC Grease 460 WT ⁴ Shell Gadus S5 T460 1.5 ⁴	0,34 l	-	Lebensdauerschmierung
Schmierstoffgeber Blattflanschlagerverzahnung	6	Klüberplex AG 11-461	0,25 l	-	-
Blattflanschlagerverzahnung	3	Klüberplex AG 11-461	-	0,5 l	Schmierstoffgeber
Blattflanschlagerlaufbahn	3	Mobil SHC Grease 460WT	8 l	8 l	manuell über Schmierbohrungen
vorderes Rotorlager	1	Mobil SHC Grease 460WT	115,6 l	9,71 l	Zentralschmiereinheit Maschinenhaus
hinteres Rotorlager	1	Mobil SHC Grease 460WT	86,6 l	8 l	Zentralschmiereinheit Maschinenhaus
Kran Gondel	LIFTKET	TECTROL CLP 220	0,35 l	-	-

Schmierstoffbeinhaltende Komponenten		Anzahl	Handelsname	Schmierstoffmenge ¹	Jährlicher Schmierstoffbedarf ¹	Art der Schmierung
	DEMAG		SPIRAX S4 TXM	0,9 l	-	-
Kette Kran Gondel	LIFTKET ⁴	1	RENOLIN UNISYN CLP 220	-	0,2 l	manuell
	DEMAG ⁴		DEMAG Spezienschmierfett Kette	-	0,2 l pro 10 m	manuell
Hydrauliksystem Rotorarretierung + Rotorbremse		1	RENOLIN ZAF 32 LT	35 l	-	-
Löschmittelbehälter automatisches Löschesystem in der Gondel ³		1	MOUSSEAL-CF	20 l	-	-
Flüssigkeitskühlung E-Modul (Leistungsschränke und USV-Schaltschrank)		1	GLYKOSOL N 45 %	360 l	-	-
Winde Aufstiegshilfe	Goracon G-trac ⁴	1	Goracon GTO 68	0,6 l	-	-
	Tractel/Greifzug tirak X 622 P ⁴	1	Klübersynth GH 6-220, VG 220	2 l	-	-
Fahrseil Aufstiegshilfe	Goracon ⁴	1	HHS 2000	-	0,1 l pro 100 m	manuell
	Tractel/Greifzug ⁴	1	Nyrogen N113	-	0,1 l pro 100 m	manuell
Sicherheitsseil Aufstiegs- hilfe	Goracon ⁴	1	-	-	-	-
	Tractel/Greifzug ⁴	1	Nyrogen N113	-	0,1 l pro 100 m	manuell
Transformator		1	Midel 7131	1845 l	-	-

¹ pro Komponente; ² nach Bedarf; ³ optional, ⁴ Variante

3 Eigenschaften und Zusammensetzung der wassergefährdenden Stoffe

Tab. 2: Eigenschaften und Zusammensetzung der wassergefährdenden Stoffe

Handelsname	Zusammensetzung	Einstufung	Form	Dichte in g/cm ³	Europäischer Abfallschlüssel ¹
DEMAG Spezienschmierfett Kette	Schmierfett	WGK 1	fest	0,90	12 01 12
Glykosol N 45 %	Monoethylenglykol und Wasser	WGK 1	flüssig	1,065	-
Goracon GTO 68	Schmierstoff	WGK 1	flüssig	1,03	13 02 06
HHS 2000	Gemisch Erdöl	WGK 2	Aerosol	0,742	16 05 04
Klüberplex AG 11-461	Mineralöl, Esteröl, Aluminium-Komplexseife und Festschmierstoff	WGK 1	pastös	1,07	-
Klüberplex BEM 41-141	Mineralöl, synthetisches Kohlenwasserstoff-Öl und Lithium-Spezialseife	WGK 1	pastös	0,88	-
Klübersynth GH 6-220, VG 220	Polyalkylenglykol-Öl	WGK1	flüssig	1,05	-
Liebherr Spezialfett 1026 LS	Mischung aus Basisölen, Verdickern und Additiven	WGK 1	pastös	0,92	12 01 12
Midel 7131	gemischtes Ester mit Pentaerythritol	awg	flüssig	0,97	-
Mobil SHC Grease 460 WT	Synthesegrundstoff und Additive	WGK 2	fest	0,88	12 01 12
MOUSSEAL-CF	Schaum-Feuerlöschmittel	WGK 2	flüssig	1,09	07 07 04
Nyrogen N113	Aerosol	WGK 2	flüssig	0,727	16 05 04
RENOLIN UNISYN CLP 220	Syntheseöl mit Additiven	WGK 1	flüssig	0,85	13 02 06
RENOLIN ZAF 32 LT	Hochraffiniertes Mineralöl mit Additiven	WGK 1	flüssig	0,86	13 01 10
Shell Gadus S5 T460 1.5	Schmierfett mit das Polyolefine, synthetische Ester und Additiven	WGK 1	halbfest	1,00	12 01 12
SPIRAX S4 TXM	Hochraffiniertes Mineralöl und Zusätze	WGK 2	flüssig	0,88	13 02 05
TECTROL CLP 220	Gemisch aus Mineralöl und Additiven	WGK 1	flüssig	0,88	13 02 05

¹ Die Angabe zum Abfallschlüssel ist aus den Sicherheitsdatenblättern entnommen. Eine genaue Absprache ist mit dem regionalen Entsorger festzulegen.

4 Übersicht mechanische Komponenten

4.1 Azimutantriebe

Die Azimutantriebe, bestehend aus Asynchronmotor und Azimutgetriebe, dienen zur Windnachführung der Windenergieanlage.

Die Getriebeschmierung erfolgt mit synthetischem Getriebeöl.

4.1.1 Sicherheitsvorrichtungen

Die Azimutgetriebe haben ein geschlossenes, voll abgedichtetes Gussgehäuse. Unter den Azimutgetrieben sind Auffangwannen mit ausreichender Aufnahmekapazität montiert. Für den Fall eines Ölaustritts während des Betriebs wie auch während des Nachfüllens der Azimutgetriebe kann die Gondelverkleidung das Getriebeöl aufnehmen.

4.2 Blattverstellantriebe

Die Blattverstellantriebe, bestehend aus Gleichstrommotor und Blattverstellgetriebe, sind Positionierantriebe für die Verstellung des Blattwinkels der Rotorblätter der Windenergieanlage.

Die Blattverstellgetriebe sind mehrstufige Planetengetriebe, die innerhalb der Rotornabe montiert sind.

4.2.1 Sicherheitsvorrichtungen

Die Blattverstellgetriebe haben ein geschlossenes, voll abgedichtetes Gussgehäuse.

Für den Fall eines Ölaustritts während des Betriebs wie auch während des Nachfüllens der Blattverstellgetriebe kann das Öl innerhalb der geschlossenen Rotornabe aufgefangen werden.

4.3 Azimutlager

Das Azimutlager stellt die Verbindung zwischen Gondel und Turm dar. Die fliegend gelagerten Ritzel des Azimutgetriebes greifen in die Außenverzahnung des Azimutlagers ein.

Die Schmierung der Azimutlagerlaufbahn erfolgt stetig durch eine Zentralschmieranlage, siehe dazu Kap. 4.6, S. 11.

Die Schmierung der Azimutlagerverzahnung erfolgt durch Schmierstoffgeber mit Schmierstoff.

4.3.1 Sicherheitsvorrichtungen

Das Azimutlager ist einseitig leakagefrei abgedichtet, gegenüberliegend tritt der überschüssige Schmierstoff aus. Das gewählte Dichtungskonzept gewährleistet die Durchspülung des Lagers mit frischem Fett von unten nach oben. Der Schmierstoff tritt auf der Zahnkranzoberseite aus und wird in Fettwannen unter der Verzahnung aufgefangen.

4.4 Blattflanschlager

Das Blattflanschlager stellt die Verbindung zwischen der Rotornabe und dem Blattadapter, an dem das Rotorblatt angeschlossen ist, dar. Die fliegend gelagerten Ritzel der Blattverstellgetriebe greifen in die Außenverzahnung des Blattflanschlagers ein.

Die Schmierung der Blattflanschlagerlaufbahn erfolgt manuell über Schmierstoffbohrungen. Die Schmierung der Blattflanschlagerverzahnung erfolgt durch Schmierstoffgeber pro Zahnkranz mit Schmierstoff.

4.4.1 Sicherheitsvorrichtungen

Das Blattflanschlager ist einseitig leakagefrei abgedichtet, gegenüberliegend tritt der überschüssige Schmierstoff aus und wird zusätzlich sekundär zur Schmierung der Blattflanschlagerverzahnung genutzt.

4.5 Rotorlagerung

Der Rotorträger rotiert auf dem Achszapfen. Der Rotorträger trägt die Rotornabe, die Blattflanschlager, die Rotorblätter und den Rotor des Ringgenerators, der starr an die Rotornabe angekoppelt ist. Der Rotorträger wird rotorkopfseitig und maschinenhausseitig mit jeweils einem Kegelrollenlager gelagert.

Die Schmierung der Lager erfolgt durch die Zentralschmiereinheit, dazu siehe Kap. 4.6, S. 11.

4.5.1 Sicherheitsvorrichtungen

Das Gebrauchtfett entweicht über einen Dichtspalt und sammelt sich in einem abgeschlossenen Bereich zwischen Achszapfen und Rotorträger. Das Gebrauchtfett wird über die vorgesehene Lebensdauer zwischen den Lagersitzen gesammelt. Die Lagerabdichtung nach außen erfolgt durch den Einsatz von Rotationsdichtungen.

4.6 Zentralschmiereinheit

Die Zentralschmiereinheit versorgt mehrere Schmierstellen der Windenergieanlage von einer zentralen Position aus mit den erforderlichen, genau dosierten Schmierstoffmengen. Die Zentralschmiereinheit befindet sich im Maschinenhaus.

Die Zentralschmiereinheit versorgt folgende mechanische Komponenten der Windenergieanlage mit Schmierstoff:

- Azimutlagerlaufbahn
- vorderes Rotorlager
- hinteres Rotorlager

4.6.1 Sicherheitsvorrichtungen

Bei der Zentralschmiereinheit handelt es sich um ein geschlossenes System. Sie ist mit einem Drucksensor ausgestattet. Sobald der Druck im System fällt, wird eine Warnung generiert. Diese Warnung wird per Fernüberwachung sofort ausgewertet, ein Serviceteam wird informiert.

4.7 Hydrauliksystem Rotorarretierung und Rotorbremse

Die Rotorarretierung und die Rotorbremse sind an einem gemeinsamen Hydrauliksystem angeschlossen.

Die Rotorarretierung dient zum Festsetzen des Rotors bei Wartungs- und Reparaturarbeiten. Das Hydrauliksystem Rotorarretierung besteht aus dem Hydraulikaggregat, den 3 Hydraulikzylindern, den Verrohrungen und den Schläuchen.

Die Rotorbremse der Windenergieanlage ist eine hydraulische Trommelbremse mit einer Bremstrommel und 3 Bremszangen. Die Rotorbremse ist zwischen Generator-Rotor und Generator-Stator montiert. Die Bremstrommel befindet sich am Generator-Rotor und die Bremszangen befinden sich am Generator-Stator.

4.7.1 Sicherheitsvorrichtungen

Es handelt sich um ein geschlossenes Hydrauliksystem, das druckfrei gehalten wird. Erst bei einer Arretierung oder Bremsung wird der Druck aufgebaut.

Für den Fall eines Hydraulikölverlusts am Hydraulikaggregat ist unter den Hydraulikaggregaten eine Auffangwanne mit ausreichender Aufnahmekapazität montiert.

Bei einer Leckage an den Schläuchen des Hydrauliksystems Rotorarretierung und Rotorbremse kann die Generator- und Gondelverkleidung das Hydrauliköl aufnehmen.

4.8 Kran Gondel

Der Kran in der Gondel dient dazu, Werkzeuge und Materialien zwischen Turmfuß und Gondel zu transportieren.

Die Kette bzw. das Seil des Krans in der Gondel wird manuell mit Schmierstoff geschmiert.

Der Kran in der Gondel ist mit Getriebeöl vorgeschmiert.

4.8.1 Sicherheitsvorrichtungen

Der eingesetzte Kran in der Gondel hat ein geschlossenes, voll abgedichtetes Gehäuse. Für den Fall eines Ölaustritts kann die Gondelverkleidung das Getriebeöl aufnehmen.

4.9 Aufstiegshilfe

Die Aufstiegshilfe ist ein geschlossenes seilgeführtes System zur Personen- und Materialbeförderung. Die Aufstiegshilfe besteht im Wesentlichen aus Aufhängung, Fahrkorb, Seilführungen und Not-Bedienstelle.

Das Fahrseil und das Sicherheitsseil werden manuell mit Schmierstoff geschmiert. Die Schmierung der Winde erfolgt durch Getriebeöl.

4.9.1 Sicherheitsvorrichtungen

Die eingesetzte Winde in der Aufstiegshilfe besitzt ein geschlossenes, voll abgedichtetes Gehäuse. Für den Fall eines Ölaustritts kann die Aufstiegshilfe das Getriebeöl aufnehmen.

4.10 Flüssigkeitskühlung E-Modul

Die Flüssigkeitskühlung E-Modul ist ein geschlossenes Kühlsystem, welche die Leistungsschränke und den USV-Schalterschrank kühlt.

4.10.1 Sicherheitsvorrichtungen

Es handelt sich um ein geschlossenes Flüssigkeitskühlsystem. Das Flüssigkeitskühlsystem ist mit einem Füllstandssensor ausgestattet. Sobald der Füllstand im geschlossenen System einen definierten Mindestwert unterschreitet, wird eine Warnung generiert. Diese Warnung wird per Fernüberwachung ausgewertet, ein Serviceteam wird informiert. Austretende Flüssigkeit wird in Auffangwannen gesammelt.

4.11 Interner Transformator

Der Transformator wandelt die Spannung am Ausgang der Leistungsschränke um und speist die Leistung in das Stromnetz ein. Benötigt die Windenergieanlage für den Eigenbedarf Strom, zieht der Transformator die benötigte Leistung aus dem Stromnetz und versorgt damit die Windenergieanlage.



In diesem Dokument wird der Transformator innerhalb der Windenergieanlage beschrieben. Die externe Transformatorstation wird im Dokument „Wassergefährdende Stoffe Transformatorstation“ (D0222692) beschrieben.

4.11.1 Sicherheitsvorrichtungen

Der Transformator steht in einer nach dem deutschen „Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG)“ zertifizierten Auffangwanne, welche für das komplette Flüssigkeitsvolumen des Transformators ausgelegt ist. Tritt Isolierflüssigkeit aus, wird eine Warnung generiert. Diese Warnung wird per Fernüberwachung ausgewertet, ein Serviceteam wird informiert. Austretende Flüssigkeit wird in der Auffangwanne gesammelt.

5 Übersicht optionale Komponenten

5.1 Automatisches Löschesystem in der Gondel

Das automatische Löschesystem in der Gondel dient dem Schutz der Windenergieanlage und der Standortumgebung. Durch den Einsatz des Systems kann die Ausdehnung eines Feuers in der Gondel verhindert werden. Entstehende Brände werden umgehend am Brandherd, z. B. einem Schaltschrank, gelöscht. Das Risiko für Schäden an der Windenergieanlage und der Umwelt wird so minimiert.

5.1.1 Sicherheitsvorrichtungen

Das automatische Löschesystem in der Gondel ist gegenüber Stößen, Vibrationen, Erschütterung und Verschmutzung unempfindlich.

Das Löschmittel wird nach dem Löschvorgang überwiegend vom Gehäuse des entsprechenden Bauteils aufgenommen. Falls Löschmittel aus dem Bauteil austritt, kann die Gondelverkleidung bzw. der Turmboden das Löschmittel aufnehmen.

An die untere Bauaufsichtsbehörde Landkreis / Stadt Barnim Am Markt 1 16225 Eberswalde
Eingangsvermerk
Aktenzeichen

An die Gemeinde / das Amt
Eingangsvermerk
Aktenzeichen

Verfahren durch die untere Bauaufsichtsbehörde

Bauanzeigeverfahren (§ 62 BbgBO)

Antrag auf

Baugenehmigung (§ 64 BbgBO)

vereinfachtes Baugenehmigungsverfahren (§ 63 BbgBO)

Vorbescheid (§ 75 BbgBO)

Zulassung einer Abweichung (§ 67 BbgBO)

Zulassung einer Ausnahme / Befreiung (§ 31 BauGB)

Verfahren durch die Gemeinde / das Amt als Sonderordnungsbehörde

(bei genehmigungsfreien Vorhaben nach § 61 i.V.m. § 58 Abs. 6 BbgBO)

Antrag auf

sonderbehördliche Erlaubnis für die Einrichtung einer Werbeanlage (§ 58 Abs. 6 BbgBO)

Zulassung einer Abweichung von einer örtlichen Bauvorschrift (§ 67 Abs. 4 BbgBO)

Zulassung einer Ausnahme / Befreiung (§ 67 Abs. 4 BbgBO i.V.m. § 31 BauGB)

1. Kurzbezeichnung des Vorhabens

Errichtung Änderung Nutzungsänderung

Repowering von vier Bestandanlagen Typ ENERCON E-66 hin zu einer Windkraftanlage Typ ENERCON E-138 nach §16 b des BImSchG

2. Baugrundstück

Grundstück im Eigentum der Bauherrin oder des Bauherrn

Gemarkung Klosterfelde	Flur 8	Flurstück(e) 8
Straße Außenbereich	Hausnummer	PLZ 16348
	Ort Klosterfelde	Ortsteil

3. Bauherrin / Bauherr / Bauherrengemeinschaft

Name / Firma Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG		Vorname / Ansprechpartner/in Frank Vach	
Straße An der Plansche	Hausnummer 4	Land Brandenburg	PLZ 16321
Ort Bernau	Telefon 03338 703321	Fax 03338 703329	E-Mail frankvach@umweltplan.com

4. vertreten durch

Erklärung der Bauherrengemeinschaft über die Vertretung gemäß § 53 Abs. 2 BbgBO ist beigefügt

Name Vach		Vorname Frank	
Straße An der Plansche	Hausnummer 4	Land Brandenburg	PLZ 16321
Ort Bernau			

Telefon 03338 703321	Fax 03338 703329	E-Mail frankvach@umweltplan.com
-------------------------	---------------------	------------------------------------

5. Entwurfsverfasserin / Entwurfsverfasser

Name von Tengg-Kobligk		Vorname Hans Dietrich	
Straße	Hausnummer	Land	PLZ
			Ort Berlin
Telefon	Fax	E-Mail dietrich@v.tengg-kobligk.de	

6. Genaue Fragestellung zum Vorbescheid auf besonderem Blatt)

--

7. Begründung des Antrages auf Abweichung / Ausnahme / Befreiung auf besonderem Blatt)

--

8. Hinweis zum Datenschutz

Zuständig für den Vollzug der Verfahren nach der Brandenburgischen Bauordnung sind die unteren Bauaufsichtsbehörden bzw. die Gemeinden und Ämter. Die mit dem beantragten Verfahren übermittelten Daten werden bei den örtlich zuständigen Behörden erfasst und gespeichert. Diese sind verantwortlich im Sinne der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) und werden nach Antragseingang die erforderlichen datenschutzrechtlichen Informationen gemäß § 13 DSGVO bereitstellen.

9. Übereinstimmungserklärung

Hiermit erkläre ich, dass die von mir gemäß § 2 Abs. 3 BauVorIV in elektronischer Form eingereichten Bauvorlagen jeweils mit den Papierexemplaren in Version, Inhalt, Darstellung und Maßstab vollständig übereinstimmen. Die von mir gewählten Dateinamen je Vorlage/Dokument lassen Versionsdatum, Dateiinhalt und Version erkennen. Diese Dateien entsprechen dem Umfang der Bauvorlagen. Im Falle der Widersprüchlichkeit gilt jeweils die Papierfassung.

10. Die aufgeführten Bauvorlagen sind beigelegt auf besonderem Blatt)

--

* Als Bauvorlagen sind die öffentlichen Vordrucke gemäß § 1 Abs. 3 BbgBauVorIV zu verwenden

11. Bautechnische Nachweise (§§ 10,11 und 12 BbgBauVorIV)

Die bautechnischen Nachweise sind fristgemäß bei der zuständigen unteren Bauaufsichtsbehörde einzureichen (§ 66 Abs. 1 BbgBO).

Die Prüfung der Nachweise der Standsicherheit bzw. des Brandschutzes ist entweder bei im Land Brandenburg anerkannten Prüfsachverständigen oder bei der zuständigen unteren Bauaufsichtsbehörde zu beauftragen (§ 66 Abs. 3 BbgBO).

Für die Prüfung der Nachweise des Wärmeschutzes und der Energieeinsparung für Sonderbauten sind Prüfsachverständige für energetische Gebäudeplanung zu beauftragen (§ 51 Abs. 2 BbgBO).

12. Erklärung der Bauherrin oder des Bauherrn im vereinfachten Baugenehmigungsverfahren

Ich bin damit einverstanden, dass über meinen Bauantrag im normalen Baugenehmigungsverfahren nach § 64 BbgBO entschieden wird, wenn die Voraussetzungen für das vereinfachte Baugenehmigungsverfahren nach § 63 BbgBO nicht vorliegen.

einverstanden

nicht einverstanden

13. Unterschrift

Ort <i>Bernau</i>	Datum <i>11.5.2012</i>
Unterschrift der Bauherrin / Bauherr / Vertretung der Bauherrengemeinschaft <i>[Handwritten Signature]</i> Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG An der Plansche 4 16321 Bernau	

Anlage 1 Stand 06-2018

Baubeschreibung

Bauanzeige vom

Antrag

auf Baugenehmigung vom

1. Kurzbezeichnung des Vorhabens **Errichtung** **Änderung** **Nutzungsänderung**

Repowering von vier Bestandanlagen Typ ENERCON E-66 hin zu einer Windkraftanlage Typ ENERCON E-138 nach §16 b des BImSchG

2. Baugrundstück

Gemarkung Klosterfelde			Flur 8	Flurstück(e) 8	
Straße Außenbereich	Hausnummer	PLZ 16348	Ort Klosterfelde	Ortsteil	

3. Bauherrin / Bauherr / Bauherrengemeinschaft

Name / Firma Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG				Vorname / Ansprechpartner/in Frank Vach	
Straße An der Plansche	Hausnummer 4	Land Brandenburg	PLZ 16321	Ort Bernau	
Telefon 03338 703321	Fax 03338 703329	E-Mail frankvach@umweltplan.com			

4. Entwurfsverfasserin / Entwurfsverfasser

Name von Tengg-Kobligk				Vorname Hans Dietrich	
Straße	Hausnummer	Land	PLZ	Ort Berlin	
Telefon	Fax	E-Mail dietrich@v.tengg-kobligk.de			

5. Gebäudeklasse gemäß § 2 Abs. 3 BbgBO

Gebäudeklasse	5	Höhe gem. § 2 Abs. 3 S. 2 BbgBO	199,3 m
Anzahl der Nutzungseinheiten	1	Brutto-Grundfläche	ca. 373,25 m ²

6. Baugrund / Grundwasserverhältnisse / Baustoffe / Konstruktion

(Nur ausfüllen, soweit die Angaben nicht den Bauzeichnungen entnommen werden können)

Baugrund	Standortspezifisches Baugrundgutachten wird nachgereicht nach Vorliegen des Genehmigungsbescheides (vor Baubeginn, Nebenbestimmung)
Grundwasserverhältnisse	

Teil des Baues	Zu verwendende Bauprodukte, Bauteile, Bauarten, Feuerwiderstand
Fundamente	
Tragkonstruktion, z. B. Kellerwände außen / innen	
Außenwände	
Außenputz / Außenwandverkleidung	
Brandschutztechnisch erforderliche Trennwände	
Brandwände	
Decken	
Böden	
Tragwerk des Daches	
Dachhaut	
Treppen	
Treppenträume	
Fenster	
Türen	
Sonstige ergänzende Angaben	

7. Feuerstätten

7.1. Feuerstätten / Verbrennungsmotoren / Blockheizkraftanlagen

Anzahl	Art, Hersteller	Verwendungszweck		Brennstoff			raumluft-		Nennleistung gem. BbgFeuV (kW)
		Heizung	Warmwasserbereitung	fest	flüssig	gasförmig	abhängig	unabhängig	
		<input type="checkbox"/>							

7.2 Zusätzliche Angaben zu Feuerstätten mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen

Brennstoffart	Kesselart	Ausrüstung / Sicherheitseinrichtung

7.3 Lüftung des Aufstellraumes

<input type="checkbox"/> zu öffnendes Fenster oder Tür ins Freie	<input type="checkbox"/> mit besonderer Fugendichtung	<input type="checkbox"/> ohne Fugendichtung	<input type="checkbox"/> Lüftungsöffnung ins Freie	freier Querschnitt cm ²
--	---	---	--	------------------------------------

<input type="checkbox"/> mit Lüftungsleitung	freier Querschnitt cm ²	<input type="checkbox"/> Lüftungsverbund mit anderen Räumen (Darstellung in Planungsunterlagen einschl. Art, Größe und Anordnung der Lüftungsöffnungen erforderlich)	Gesamtrauminhalt m ³
--	------------------------------------	---	---------------------------------

7.4 Sonstige Anlagen zur Wärmeversorgung oder haustechnische Anlagen

(z. B. Klimaanlage, raumlufttechnische Anlagen, Solaranlagen, Wärmepumpen)

Art der Anlage / Nennleistung

7.5 Abgasanlagen (Schornsteine, Abgasleitungen und Verbindungsstücke)

Abgasanlagen	Bauart, Baustoff	anzuschließende Feuerstätten		lichter Querschnitt		
		Art	Zahl	Rechteckig cm x cm	Rund Durchm. cm	Fläche cm ²
Abgasanlage 1						
Abgasanlage 2						
Abgasanlage 3						
Sonstige Abgasanlagen für z.B. offene Kamine						

8. Brennstofflagerung

8.1 Feste Brennstoffe

Art des Brennstoffes	<input type="checkbox"/> Kohle	<input type="checkbox"/> Koks	<input type="checkbox"/> Holz	<input type="checkbox"/> Holzpellets
----------------------	--------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------------

8.2 Flüssige Brennstoffe

Art des Brennstoffes	<input type="checkbox"/> Heizöl	<input type="checkbox"/> Diesel	<input type="checkbox"/> Benzin	<input type="checkbox"/> Biokraftstoff	Sonstige
Lagerung	<input type="checkbox"/> Heizöl- Lagerraum	<input type="checkbox"/> Heizraum	Sonstiger Raum		
	<input type="checkbox"/> unterirdisch	<input type="checkbox"/> oberirdisch im Freien	Standort		
Gesamtrauminhalt der/des Lagerbehälter(s) in Liter			Anzahl der Behälter	Baujahr	
Art der/des Behälters	<input type="checkbox"/> einwandig	<input type="checkbox"/> doppelwandig	Baustoff		
Herstellerfirma					Typ
Schutzvorkehrungen					

8.3 Gasförmige Brennstoffe

Art des Brennstoffes	<input type="checkbox"/> Erdgas	<input type="checkbox"/> Flüssiggas	<input type="checkbox"/> Biogas	Sonstige	
Lagerung	<input type="checkbox"/> Lagerraum	<input type="checkbox"/> Heizraum	Sonstiger Raum		
	<input type="checkbox"/> unterirdisch	<input type="checkbox"/> oberirdisch im Freien	Standort		
Gesamtrauminhalt der/des Lagerbehälter(s) in Liter			Anzahl der Behälter	Baujahr	
Art der/des Behälters	<input type="checkbox"/> ortsfest	<input type="checkbox"/> beweglich	Baustoff		
Herstellerfirma					Typ
Schutzvorkehrungen					

9. Erschließung

Zufahrt	<input type="checkbox"/> Grundstück liegt unmittelbar an einer befahrbaren öffentlichen Verkehrsfläche			
	<input checked="" type="checkbox"/> Zufahrt erfolgt über ein anderes Grundstück	<input checked="" type="checkbox"/> Zufahrt ist rechtlich gesichert	<input checked="" type="checkbox"/> Zufahrt ist befahrbar	
Abwasserbeseitigung	<input type="checkbox"/> Sammelkanalisation	<input type="checkbox"/> Kleinkläranlage	<input type="checkbox"/> abflusslose Sammelgrube	
	<input type="checkbox"/> Sickergrube	<input type="checkbox"/> sonstige Anlage		
Wasserversorgung	<input type="checkbox"/> zentrale Wasserversorgung	<input type="checkbox"/> Brunnen	<input type="checkbox"/> gesicherte Löschwasserversorgung	

10. Stellplätze, Abstellplätze für Fahrräder, Kinderspielplatz

Die Anforderungen der örtlichen Bauvorschrift der Gemeinde über die Art, Größe und Ausstattung werden erfüllt bei

Stellplätze	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> entfällt	<input type="checkbox"/>	Zahl der Stellplätze
Abstellplätze für Fahrräder	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> entfällt	<input type="checkbox"/>	Anzahl/Grundfläche in m ²
Kinderspielplatz	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> entfällt	<input type="checkbox"/>	Grundfläche in m ²

11. Barrierefreies Bauen

Die Anforderungen des § 50 BbgBO und folgender in der Liste der Technischen Baubestimmungen bekannt gemachten Normen werden erfüllt:

DIN 18024-1 : 1998-01	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> entfällt
DIN 18040-1 : 2010-10	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> entfällt
DIN 18040-2 : 2011-09	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> entfällt

Anzahl barrierefreier Wohnungen:

<input type="text"/>	Barrierefrei nutzbar gem. DIN 18040-2
<input type="text"/>	Davon barrierefrei und uneingeschränkt mit dem Rollstuhl nutzbar ("R"-Anforderungen erfüllt).

12. Energieeinsparung / Erneuerbare Energien

Einhaltung der Anforderungen des GEG entfällt
 ja nein auf Grund Befreiungsantrag (§ 102 GEG) Ausnahme (§ 105 GEG)

Einhaltung der Anforderungen an den Einsatz entfällt
 erneuerbarer Energien.

- durch Nutzung Erneuerbarer Energien (§§ 35 - 41 GEG)
 durch Maßnahmen nach dem §§ 42 - 45 GEG

13. Nutzflächen, Brutto-Rauminhalt nach DIN 277-1 (Berechnung als Anlage beifügen)

für Wohnungen

für freie Berufe

für Gewerbe

14. Rauchwarnmelder gemäß § 48 Abs. 4 BbgBO

Die Anforderungen des § 48 Abs. 4 BbgBO werden erfüllt:

ja nein entfällt Die Rauchwarnmelder werden so eingebaut oder angebracht oder betrieben,
 dass Brandrauch frühzeitig erkannt und gemeldet wird.

15. Sonstige ergänzende Angaben

(z.B. über Altlasten)

16. Unterschrift

Ort <u>Berlin</u>	Datum <u>10.05.22</u>
Unterschrift Entwurfsverfasserin / Entwurfsverfasser <u>[Handwritten Signature]</u>	

Anlage 2.1 Stand 03-2018



Betriebsbeschreibung (Gewerbliche Anlagen)Antrag
auf Baugenehmigung vom**1. Kurzbezeichnung des Vorhabens** Errichtung Änderung Nutzungsänderung

Repowering von vier Bestandanlagen Typ ENERCON E-66 hin zu einer Windkraftanlage Typ ENERCON E-138 nach §16 b des BImSchG

2. Baugrundstück

Gemarkung Klosterfelde		Flur 8	Flurstück(e) 8	
Straße Außenbereich	Hausnummer	PLZ 16348	Ort Klosterfelde	Ortsteil

3. Bauherrin / Bauherr / Bauherrengemeinschaft

Name / Firma Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG				Vorname / Ansprechpartner/in Frank Vach	
Straße An der Plansche	Hausnummer 4	Land Brandenburg	PLZ 16321	Ort Bernau	
Telefon 03338 703321	Fax 03338 703329	E-Mail frankvach@umweltplan.com			

4. Entwurfsverfasserin / Entwurfsverfasser

Name von Tengg-Kobligk				Vorname Hans Dietrich	
Straße	Hausnummer	Land	PLZ	Ort Berlin	
Telefon	Fax	E-Mail dietrich@v.tengg-kobligk.de			

5. Genaue Bezeichnung des beantragten Vorhabens

Art des Betriebes oder der Anlage	Klosterfelde Repower
Erzeugnisse	Strom
Rohstoffe, Materialien, Betriebsstoffe, Reststoffe	Wind
Arbeitsabläufe <input type="checkbox"/> Arbeitsablaufplan ist beigelegt	windabhängig
Maschinen, Apparate, Fördereinrichtungen <input type="checkbox"/> Maschinenaufstellplan ist beigelegt	

6. Betriebszeit

an Werktagen	von windabhängig	bis	Uhr	Zahl der Schichten
--------------	---------------------	-----	-----	--------------------

an Sonn- und Feiertagen	von windabhängig	bis	Uhr	Zahl der Schichten
-------------------------	---------------------	-----	-----	--------------------

7. Zahl der Beschäftigten

	männlich		weiblich		insgesamt	
	über	unter	über	unter	über	unter
	18 Jahre		18 Jahre		18 Jahre	
im bestehenden Betrieb						
davon in der stärksten Schicht						
nach Durchführung des Vorhabens						
davon in der stärksten Schicht						

8. Arbeitsräume

Besondere Einwirkungen und Gefahren	Art und Ursache	Bezeichnung des Raumes	Schutzvorkehrungen
Gesundheitlich unzutragliche Temperaturen, Wärmestrahlung			
Gefährliche Dämpfe, Nebel oder Stäube			
Gefährliche Stoffe (z. B. feuer- oder explosionsgefährliche, giftige, ätzende Stoffe)			
Lärm			
Sonstige Gesundheits- u. Unfallgefahren (z.B. mechanische Schwingungen, elektrostatische Aufladung, ionisierende Strahlung)			

9. Sozialräume

	im bestehenden Betrieb		nach Durchführung des Vorhabens	
	Fläche (m ²)	Plätze	Fläche (m ²)	Plätze
Pausenräume				
Sanitätsräume				
Liegeräume für Frauen	Rauminhalt (m ³)	Zahl der Liegen	Rauminhalt (m ³)	Zahl der Liegen
Umkleieräume Grundfläche (m ²) Zahl der Kleiderablagen	für Männer	für Frauen	für Männer	für Frauen
Waschräume Zahl der Waschbecken Zahl der Duschen				
Toilettenräume Zahl der Toilettenräume Zahl der Urinale Zahl der Toiletten				

10. Umweltschutz**10.1 Luftverunreinigung**

durch	<input type="checkbox"/> Rauch	<input type="checkbox"/> Ruß	<input type="checkbox"/> Staub	<input type="checkbox"/> Gase
	<input type="checkbox"/> Aerosole	<input type="checkbox"/> Dämpfe	<input type="checkbox"/> Gerüche	<input type="checkbox"/> Sonstige
Bezeichnung der Stoffe				
Art der Verunreinigung				
Lage der Emissionsöffnungen (Grundriss- und Höhenangaben)				
Maßnahmen zur Vermeidung schädlicher Luftverunreinigungen				

10.2 Geräusche

Art und Ursache (z. B. durch Anlagen, Tätigkeiten, Fahrzeugverkehr auf dem Grundstück)	Rotorblätter			
Dauer und Häufigkeit	Tageszeit		Nachtzeit (22.00 Uhr bis 06.00 Uhr)	
	von	bis	von	bis
	windabhängig			
Lage der Geräuschquellen (Austrittsöffnungen, ggf. Richtungs- angaben)	Entstehung durch Rotorblätter, Richtung windabhängig			
Maßnahmen zur Vermeidung schädlicher Geräusche	siehe Maßnahmen zur Minderung von Emissionen			

10.3 Erschütterungen, mechanische Schwingungen

Art und Ursache	keine			
Dauer und Häufigkeit	Tageszeit		Nachtzeit (22.00 Uhr bis 06.00 Uhr)	
	von	bis	von	bis
Lage der Erschütterungs- und Schwingungsquellen				
Maßnahmen zur Vermeidung schädlicher Erschütterungen oder Schwingungen				

10.4 Abfallstoffe

Art, Menge pro Zeiteinheit	keine			
Zwischenlagerung Art, Ort und Menge				
Art der ordnungsgemäßen Entsorgung				

10.5 Besonders zu behandelnde Abwässer

Art, Menge pro Zeiteinheit	keine			
Art und Ort der Behandlung				

Art der ordnungsgemäßen Entsorgung der Rückstände	
---	--

11. Besondere Verfahren

Verfahren nach anderen Rechtsvorschriften (z. B. Genehmigung, Erlaubnis, Eignungsfeststellung nach Wasser-, Gewerbe-, Immissionsschutzrecht)	wesentliche Änderung nach §16 b des BImSchG
Art des Verfahrens, Gegenstand, Antragsdatum	Antrag auf Baugenehmigung

12. Sonstiges (Angaben und Hinweise, die zur Beurteilung des Vorhabens notwendig sind)

13. Unterschrift

Ort <i>Berlin</i>	Datum <i>10.05.22</i>
Unterschrift Entwurfsverfasserin / Entwurfsverfasser <i>[Handwritten Signature]</i>	

Anlage 3.2 Stand 07-2016



12.6 Bauvorlageberechtigung nach § 65 BbgBO

Anlagen:

- Bauvorlaagenberechtigung.pdf



Urkunde

gemäss Berliner Architekten- und Baukammergesetz (ABKG) § 3 Absatz 5
vom 6. Juli 2006, GVBl. S. 720

Herr **Dipl.-Ing. Hans Dietrich von Tengg-Kobligk**
geboren am **4. April 1966 in Münster**
Niederlassung **[REDACTED]**
wurde am **19. März 2008**
unter der Nummer **12695**

aufgrund des Beschlusses des Eintragungsausschusses in die Architektenliste
der Architektenkammer Berlin als

FREISCHAFFENDER ARCHITECT

eingetragen.

K. Meier-Hartmann

Dipl.-Ing. Klaus Meier-Hartmann
Präsident



A

An die untere Bauaufsichtsbehörde Landkreis / Stadt Barnim Am Markt 1 16225 Eberswalde
Eingangsvermerk

Bauanzeige vom	<input type="text"/>
Antrag auf Baugenehmigung vom	<input type="text"/>
Aktenzeichen	<input type="text"/>
Hinweis: Grundlage der Gebühren für Baugenehmigungen und Prüfungen bautechnischer Nachweise	

Herstellungskosten des Vorhabens

nach § 3 Abs. 3 BbgBauGebO

1. Kurzbezeichnung des Vorhabens

Errichtung Änderung Nutzungsänderung

Repowering von vier Bestandanlagen Typ ENERCON E-66 hin zu einer Windkraftanlage Typ ENERCON E-138 nach §16 b des BImSchG	Bauteil:
--	-----------------

2. Kostengruppen für die zu ermittelnden Herstellungskosten gemäß DIN 276:2018-12

Kostengruppe	Bezeichnung	Betrag in EURO (Brutto)
300	Bauwerk: Baukonstruktion	
400	Bauwerk: Technische Anlagen	
500	Außenanlagen und Freiflächen	
730	Objektplanung	
740	Fachplanung	
	Gesamtsumme:	0

3. Unterschrift

Ort, Datum
Unterschrift Entwurfsverfasserin / Entwurfsverfasser

4. Ermittlung des fiktiven anrechenbaren Bauwertes (Nur von der Bauaufsichtsbehörde im Bedarfsfall auszufüllen)

Der fiktive anrechenbare Bauwert ergibt sich aus folgendem Anteil der Herstellungskosten:

- 50% Gebäude, die nicht in der Tabelle der Rohbauwerte genannt oder deren Rohbausumme nicht ermittelbar ist
- 60% sonstige baulichen Anlagen
- 40% sonstige bauliche Anlagen, deren Herstellungskosten maßgeblich durch eine maschinentechnische Ausstattung bestimmt werden

Rohbausumme =

 EURO

Herstellungskosten x prozentualer Anteil

12.8 Brandschutz

Anlagen:

- 12.5_D0971517-1_BSK_E-138_EP3_E2_NH131_HST.pdf
- Enercon_EP1_EP2_EP3_Blitzschutz.pdf
- 10.3 TB - Brandschutz.pdf
- 04897-22_PB01_BSK geprueft_221219.pdf
- 04897-22_STN BSD.pdf
- TP 4 - Lageplan Brandschutz.pdf
- zu 4 - Stellgn. Feuerwehr.pdf
- Mail-STN_Brandschutzdienststelle-LK-Barnim.pdf

Brandschutzkonzept

für die Errichtung einer Windenergieanlage

des Typs ENERCON E-138 EP3 E2

mit 131 m Nabenhöhe

Auftraggeber: WRD Management Support GmbH
Innovationszentrum
Borsigstr. 26
26607 Aurich

INHALTSÜBERSICHT

Seite

1	Einleitung	4
1.1	Auftrag	4
1.2	Gesetzliche Grundlagen, Regelwerke	5
1.3	Verwendete Unterlagen	5
1.4	Schutzziele	6
1.5	Bestimmung der Gesamthöhe	6
1.6	Einstufung des Gebäudes	6
1.7	Risikobeurteilung der Maschine	6
2	Gebäudetechnische Daten und Nutzungen	7
2.1	Allgemein	7
2.2	Äußere Erschließung	7
2.3	Innere Erschließung	7
2.4	Nutzung der Windenergieanlage	8
2.4.1	Allgemeines	8
2.4.2	Funktion	8
2.4.3	Zahl der Nutzer	8
2.4.4	Betrieb; Wartung	8
2.4.5	Beschreibung der Einrichtungen der WEA	9
2.5	Risikoanalyse	9
2.5.1	Brandlasten und Brandgefährdungspotential	9
2.5.2	Wahrscheinlichkeit eines Brandereignisses	10
3	Vorbeugender Brandschutz	13
3.1	System der äußeren und inneren Abschottungen; Anforderungen an Bauteile und Baustoffe	13
3.1.1	Anordnung und Lage von Rauchabschnitten	13
3.1.2	Brandschutztechnische Abschnittsbildung	13
3.1.3	Feuerwiderstandsdauer der tragenden und aussteifenden Bauteile	13
3.1.4	Nichttragende Außenwände und -bekleidungen	13
3.2	Flucht- und Rettungswege	13
4	Vorbeugender anlagentechnischer Brandschutz	14
4.1	Brandmeldeanlage	14
4.2	Alarmierungseinrichtung	14
4.3	Anlagentechnische Branderkennung und Brandmeldung	14
4.3.1	Sensoren	14
4.3.2	Rauchscharter	15
4.4	Lüftungsanlagen	16
4.5	Rauch- und Wärmeabzugsanlagen	16
4.6	Blitzschutz	16
5	Organisatorischer Brandschutz	17
5.1	Betriebliche Maßnahmen zur Brandverhütung und Brandbekämpfung sowie zur Rettung von Personen	17
5.2	Kennzeichnung von Rettungswegen	17
5.3	Flucht- und Rettungspläne	17
5.4	Alarmierung der Feuerwehr	17
5.5	Einrichtungen zur Brandbekämpfung	18
5.6	Prüfungen technischer Anlagen und Einrichtungen	18
5.7	Übung mit der Zuständigen Feuerwehr	18
6	Abwehrender Brandschutz	19
6.1	Flächen für die Feuerwehr	19

6.2	Löschwasserversorgung	19
6.3	Löschwasserrückhaltung.....	19
6.4	Feuerwehrpläne	20
6.5	Hydrantenpläne.....	20
6.6	Brandbekämpfung.....	20
6.6.1	Brand im Turmfuß	20
6.6.2	Brand in der Gondel	21
6.6.3	Brand der Rotorblätter	21
6.6.4	Brandweiterleitung auf die Umgebung.....	21
7	Verwendete Rechenverfahren nach Methoden des Brandschutzingenieurwesens	22
8	Abweichungen	22
9	Zusammenfassung	23

1 Einleitung

1.1 Auftrag

Die Unterzeichnerin wurde am 24.07.2020 beauftragt, für die Errichtung der Windenergieanlage (WEA) des Typs ENERCON E-138 EP3 E2 mit 131 m Nabenhöhe, ein Brandschutzkonzept gemäß Musterbauverordnung zu erstellen.

Ein Brandschutzkonzept ist eine zielorientierte Gesamtbewertung des baulichen und abwehrenden Brandschutzes bei Gebäuden besonderer Art oder Nutzung. Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird. Die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen berücksichtigen die Anforderungen für dieses Objekt.

Das Brandschutzkonzept beinhaltet die Einzelmaßnahmen aus

- vorbeugendem Brandschutz
- organisatorischem (betrieblichem) Brandschutz und
- abwehrendem Brandschutz.

Unter Berücksichtigung

- der Nutzung
- des Brandrisikos und
- des zu erwartenden Schadensausmaßes

werden im Brandschutzkonzept die Einzelkomponenten und ihre Verknüpfung im Hinblick auf die Schutzziele beschrieben.

Es werden nur die brandschutztechnischen Belange berücksichtigt, Eiswurf oder immissionsschutzrechtliche Belange werden nicht betrachtet.

1.2 Gesetzliche Grundlagen, Regelwerke

Folgende Gesetze und Richtlinien wurden zur Erstellung des vorliegenden Brandschutzkonzeptes berücksichtigt:

- /1/ MBO – Musterbauordnung, vom 1. November 2002 in der Fassung vom 22.02.2019 (ARGEBAU)
- /2/ MBauVorIV – Musterbauvorschriftenverordnung, Muster einer Verordnung über Bauvorschriften und bauaufsichtliche Anzeigen, Fassung Februar 2007 (Fachkommission Bauaufsicht der ARGEBAU)
- /3/ DIN 4102: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, in der zur Zeit gültigen Fassung und allen veröffentlichten Teilen
- /4/ DIN EN 62305-1, Blitzschutz-Teil 1, Allgemeine Grundsätze Ausgabe 2015-12
- /5/ Richtlinie 2006/42/EG vom 17.05.2006
- /6/ 9. Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (Maschinenrichtlinie) vom 12.05.1993 zuletzt geändert am 08.11.2011

1.3 Verwendete Unterlagen

Zur Erstellung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

Unterlagen	Dokument	Datum
Technische Beschreibung Enercon Windenergieanlagen E-138 EP3 E2	D0745897-7	21.04.2020
Datenblatt Abmessungen E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	D0905997-1	-
Gondelschnitt M1:20 E-138-EP3 E2	EP3.00.148-0	24.09.2018
Datenblatt Gondelabmessung E-138-EP3 E2	D0749798-1	-
Datenblatt Rotorblatt E-138 EP3-RB-02	D0769859-2	-
Ansicht Hybridturm E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	EP3.00.215-1	12.06.2020
Technische Beschreibung Turm E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	D0908418-1	-
Technische Information Enercon Windenergieanlage E-138 EP3 E2 Wassergefährdende Stoffe*	D0762766-1	17.04.2019
Technische Beschreibung Warnsignalisierung bei unsicheren Betriebszuständen	D0421975-1	11.10.2018
Technische Beschreibung Einrichtungen zum Arbeits-, Personen- und Brandschutz	D0446785-1	27.06.2019
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlagen Anlagensicherheit	D0248369-1b	30.06.2015
Verhalten im Brandfall	D0516940-0	-
Technische Beschreibung Brandschutz EP1-4	D0253903-3	04.07.2019
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlagen Blitzschutz	D0260891-11	28.10.2019
Datenblatt Installationsorte der Rauchschalter	D0701831-1	24.02.2020
Technische Beschreibung Aufstiegshilfe	D0917105-0	-
Spezifikation Zuwegung und Baustellenflächen	PLM-SiteL-SP106-E-138 EP3 E2_131 m HST-Rev000de-de	14.02.2020

Tabelle 1: Unterlagen

*In dem Dokument Wassergefährdende Stoffe sind alle Stoffe mit Mengenangaben aufgeführt, die in der WEA Verwendung finden, mit der Auflistung der entsprechenden Sicherheitsdatenblätter.

1.4 Schutzziele

Für die Beurteilung der zu errichtenden Windenergieanlagen gelten die materiellen Vorschriften der Musterbauordnung. Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind (§14 MBO).

1.5 Bestimmung der Gesamthöhe

Die Windenergieanlage weist eine Nabenhöhe von ca. 131 m auf und der Rotor hat einen Durchmesser von ca. 138 m. Die Rotorblattlänge beträgt ca. 68 m. Damit ergibt sich eine Gesamthöhe von ca. 200 m.

1.6 Einstufung des Gebäudes

In den WEA befinden sich keine Aufenthaltsräume gemäß § 47 MBO. Die Anlagen werden nur temporär zu Wartungs- und Reparaturzwecken begangen.

Sie ist eine freistehende Maschine gemäß Maschinenrichtlinie.

Die WEA mit mehr als 30 m Höhe über der Geländeoberfläche im Mittel werden als Sonderbauten im Sinne des § 2 (4) Nr. 2 MBO eingestuft.

Eine Windenergieanlage ist eine bauliche Anlage besonderer Art und Nutzung, an der im Einzelfall zur Verwirklichung der allgemeinen Anforderungen besondere Anforderungen gestellt werden. Erleichterungen können gestattet werden, soweit es der Einhaltung von Vorschriften wegen der besonderen Art oder Nutzung baulicher Anlagen nicht bedarf.

1.7 Risikobeurteilung der Maschine

Der Hersteller ist verpflichtet für die komplette WEA eine Risikobeurteilung nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG durchzuführen.

Der auf dem Turm angeordnete maschinentechnische Teil der Windenergieanlage, hierzu zählen u.a. die Rotorblätter sowie die Nabe, die regelungs- und elektrotechnischen Komponenten, der Generator, die Lager und die Bremse, entsprechen laut Hersteller den anerkannten Regeln der Technik.

2 Gebäudetechnische Daten und Nutzungen

2.1 Allgemein

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um eine Errichtung einer Windenergieanlage der Firma ENERCON mit der Typbezeichnung E-138 EP3 E2 mit 131 m Nabenhöhe. Als Träger der Windenergieanlage Typ E-138 EP3 dient ab Fundamentoberkante ein Hybrid-Stahlurm (HST), bestehend aus 7 Stahlsektionen. Die Verkleidung der Gondel wird aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), die Rotorblätter aus GFK, Epoxidharz, Balsaholz und Schaumstoff hergestellt.

2.2 Äußere Erschließung

Die äußere Erschließung erfolgt über die öffentliche Verkehrsfläche.

2.3 Innere Erschließung

Der Zugang in den Turm erfolgt über eine Außentreppe. Die Turmeingangstür befindet sich auf Höhe der Fundamentoberkante.

Auf der Eingangsebene sind unter anderem der Steuerschrank zur Bedienung der Windenergieanlage, eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) und optional die Fernüberwachung der Windenergieanlage angeordnet. Der Transformator und die Mittelspannungsschaltanlage sind ebenfalls auf der Eingangsebene oder alternativ außerhalb des Turms in einer Transformatorstation untergebracht; der Zugang ist in beiden Fällen mit einem separaten Schließsystem gesichert.

Zusätzlich wird eine Aufstiegshilfe (Nutzlast 240 kg) nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG eingebaut. Sie fährt leitergeführt bis zu einem Podest einige Meter unterhalb des Turmkopfs. Für die restliche Strecke wird die Sicherheitssteigleiter mit Steigschutzeinrichtung benutzt.

Die Turmeingangstür ist abschließbar und kann von innen jederzeit ohne Schlüssel und Werkzeug geöffnet werden. Der Turm ist für die Feuerwehr nicht zugänglich.

2.4 Nutzung der Windenergieanlage

2.4.1 Allgemeines

Die WEA dient zur Wandlung der kinetischen Energie des Windes in elektrischer Energie. Durch das getriebelose Anlagenkonzept (Direktantrieb) besitzt der Antriebsstrang keine schnell drehenden Komponenten, kein Getriebeöl. Auf Grund dessen verringert sich wesentlich die Brandentstehungswahrscheinlichkeit.

2.4.2 Funktion

Im Maschinenhaus, das auf dem Turm montiert ist, liefert ein Ringgenerator, der direkt an der Nabe mit den Rotorblättern angekoppelt ist, die elektrische Energie. Der Wechselstrom wird über die Turmkabel zu den 12 im E-Modul befindlichen B2B Umrichterschranken geführt. Dort wird der Wechselstrom aktiv gleichgerichtet und über den Gleichspannungszwischenkreis in den ENERCON Wechselrichter eingespeist. Nach Umformung des Gleichstroms in einen netzspezifischen Drehstrom werden die Ausgänge der B2B Umrichterschranke in einem Niederspannungssystem zusammengeführt und über einen Mittelspannungstransformator ins Netz eingespeist.

2.4.3 Zahl der Nutzer

Die Zahl der Nutzer wird vom Grundsatz mit „keine“ angegeben. Es befinden sich keine Aufenthaltsräume in der Windenergieanlage, nur zu Wartungszwecken halten sich 2 bis 6 Personen in der Anlage auf.

2.4.4 Betrieb; Wartung

Die WEA ist im Betrieb unbemannt und verschlossen. Der Betrieb wird automatisch durch eine Fernabfrage überwacht. Die Daten werden in einer Zentrale ausgewertet, die permanent besetzt ist. Bei Störungen schaltet die WEA selbsttätig ab, wobei die Abschaltung über ein mehrfach redundantes System, auch bei Netzausfall, erfolgt.

Die WEA wird bei einer Störung bis zur Wartung nicht freigegeben.

Die Begehung findet mind. einmal jährlich routinemäßig statt. Bei den Begehungen ist die Anlage außer Betrieb. Wird ein Probelauf notwendig, muss hierfür das Servicepersonal ihr Abseilgeschirr tragen, um sich bei eventuellen Störungen direkt über den 2. Fluchtweg abseilen zu können. Die Wartungen werden nur durch

Fachpersonal ausgeführt, welches auf die Anlagentechnik und der Rettung aus der Windenergieanlage geschult ist.

Für diesen kurzzeitigen Probelauf bestehen aus brandschutztechnischer Sicht keine Bedenken.

2.4.5 Beschreibung der Einrichtungen der WEA

Bezeichnung	Bereich	Anlagen	Zugangsberechtigung
Gondel mit Rotoren	Maschine	Ringgenerator Nebenaggregate Schaltschränke	unterwiesenes Personal
Turm	Turm	Leistungskabel (400 V)	unterwiesenes Personal
Fuß	E-Modul	Schaltschränke Transformator	Feuerwehr / unterwiesenes Personal Elektrofachleute

Tabelle 2: Einrichtungen

2.5 Risikoanalyse

2.5.1 Brandlasten und Brandgefährdungspotential

Die folgende Tabelle dient als Übersicht in welchen Anlagenteilen sich die wesentlichen Brandlasten befinden und wodurch ein Brand entstehen kann:

Bezeichnung	Anlagen	Brandlasten	Brandgefahren
Gondel	Schaltschränke	Kabel	elektrische Störung
	diverse Kabel	Kabel	
	Azimutantriebe	12 Stellmotoren zur Windnachführung je ca. 16,5 l Öl	durch Reibung und elektrische Störungen
	Blattverstellantriebe	3 Antriebe für die Blattverstellung je 4 l Öl	
	Azimutlager	ca. 18 l Fett	
	Zentralschmiereinheit	Schmierstoffe insgesamt ca. 344 l	
	Hydrauliksystem	Rotorarretierung und -bremse 35 l Öl	
	Gondelhülle	glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) Farbanstriche	keine direkte Brandgefahr
Turm	Leistungskabel 400V	Kabel	durch elektrische

Bezeichnung	Anlagen	Brandlasten	Brandgefahren
	Aufstiegshilfe	Schmierstoffe 2,6 l	Störungen
Fuß	Schaltschränke	Kabel Verteiler	durch elektrische Störungen
	Transformator	max. 1.845 l synthetische Ester MIDEL 7131	
Rotor	Rotorblatt	Glasfaserverstärkter Kunststoff, Epoxidharz, Holz, Schaumstoff 20,5 t optional mit Blattheizung	Blitzschlag; Brandüberschlag zwischen Gondel und Rotorblättern, durch elektrische Störungen der Blattheizung

Tabelle 3: Brandlasten

2.5.2 Wahrscheinlichkeit eines Brandereignisses

Der Brand lässt sich nach den Normen der Feuerwehren DIN 14011 als nicht bestimmungsgemäßes Brennen, das sich unkontrolliert ausbreiten kann, definieren. Bei einer Brandentstehung und auch für eine Brandausbreitung müssen bestimmte Voraussetzungen vorhanden sein. Diese Voraussetzungen können in die Gruppe der stofflichen Voraussetzungen und in die Gruppe der energetischen Voraussetzungen unterteilt werden. Damit es zum Brennen kommt, bedarf es eines energetischen Anstoßes, d.h. es muss dem Brandgut genügend Zündenergie zugeführt werden. Neben der Zündtemperatur, die für das Einleiten der Verbrennung bzw. das Entzünden ausschlaggebend ist, wird für das selbstständige Brennen eine Mindestverbrennungstemperatur benötigt. Die Mindestverbrennungstemperatur kennzeichnet den Reaktionszustand eines Systems, bei dem die Reaktionswärme gerade noch ausreicht, um den Energiekreislauf unter Berücksichtigung der Wärmeverluste zu schließen, so dass das Feuer nicht erlischt. Aufgrund der überschüssigen Reaktionswärme, die für die Aufbereitung und Aktivierung nicht verbraucht wird, steigt die Temperatur im System selbständig weiter auf die Brandtemperatur an, welche letztendlich getrennt als Flammentemperatur und als Brandraumtemperatur (Rauchgastemperatur) interpretiert wird.

Brandereignisse sind gefährliche Brände, bei denen angenommen wird, dass sich ein Entstehungsbrand zu einem fortentwickelten Brand ausbreiten kann.

Während zur Gewährleistung der Standsicherheit in der Bauordnung gefordert und formuliert wird, dass die baulichen Anlagen standsicher sein müssen, wird demgegenüber die Anforderung zur Gewährleistung des Brandschutzes auf die Beschaffenheit der baulichen Anlage abgestellt:

Es wird in der Bauordnung offenbar nicht auf eine bestimmte Sicherheit (Brandsicherheit) abgestellt, sondern es werden vielmehr die Schutz- und Sicherungsziele ganz allgemein benannt. Deren Erfüllung entsprechend den bauordnungsrechtlichen Einzelvorschriften ergibt jedoch „stillschweigend“, analog zur Standsicherheit, ein bestimmtes Sicherheitsniveau. Dieses Sicherheitsniveau lässt sich semiprobabilistisch derzeitig mittels der Versagenswahrscheinlichkeit von 1×10^{-6} (bei großen Risiken pro Ereignis) bis 1×10^{-5} pro Gebäude je m^2 und Jahr beschreiben. Das Risiko ist theoretisch durch die Wahrscheinlichkeit für die Entstehung eines Brandes und die Ausbreitung zu einem gefährlichen Brand pro Bezugsfläche und pro Zeiteinheit sowie dem zu erwartenden Schadensumfang gegeben.

Nach der Normdefinition gelten brennbare Stoffe in geschlossenen Behältern aus Stahlblech oder anderen nicht zerbrechlichen und im Brandverhalten vergleichbaren Werkstoffen als „geschützt“ (TSF, Leistungsschrank, Steuerschrank und USV). Die Schutzwirkung der Systeme ist gewährleistet, d.h. die Stahlschränke werden durch das Gehäuse und dadurch dass kein Sauerstoff zugeführt wird geschützt.

Die Zündwahrscheinlichkeit von nicht erhitzten Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt $> 100^\circ\text{C}$ in Maschinen (hier Dielektrikum im Transformator) wird vom DIN-Ausschuss für so gering angesehen, dass hier ein Beitrag zur Brandbelastung nur bei Leckage vorstellbar ist.

Die Mittelspannungs-Schaltanlage ist eine SF_6 -gasisolierte Anlage und somit nicht brennbar. Diese Brandlast bleibt unberücksichtigt.

Die Windenergieanlage besitzt ein getriebeloses Antriebssystem. Rotornabe und Ringgenerator sind ohne Getriebe als feste Einheit direkt miteinander verbunden. Das Fehlen von Getriebe und Getriebeöl verringert wesentlich die Brandentstehungswahrscheinlichkeit.

Ein Brand an den Rotorblättern ist unwahrscheinlich, jedoch nicht endgültig auszuschließen. Ein Vollbrand in der Gondel oder die Installation einer Blattheizung

können Brandursachen für den Brand eines Rotorblattes sein.

Sofern eine Blattheizung installiert ist, ist sie Teil der Rotoren und unterliegt den allgemein Technischen Regeln für Maschinen. Entsprechend sind anlagentechnische Sicherungen als Konsequenz der Risikobeurteilung des Herstellers eingebaut die dazu führen, dass die Blattheizung oder die gesamte WEA abgeschaltet wird und dass eine Alarmierung über die Weiterschaltung an eine ständig besetzte Stelle erfolgt. Die Folgemaßnahmen sind im organisatorischen Brandschutz unter anderem durch Begutachtung durch das Service-Personal geregelt.

Daraus resultiert, dass aufgrund der besonderen Konstruktionsart und der Anlagenüberwachung der Windenergieanlage der Firma ENERCON keine erhöhte Brandgefährdung besteht und dem Brandschutz anlagentechnisch und organisatorisch erheblich Rechenschaft getragen wird.

3 Vorbeugender Brandschutz

3.1 System der äußeren und inneren Abschottungen; Anforderungen an Bauteile und Baustoffe

3.1.1 Anordnung und Lage von Rauchabschnitten

Eine Unterteilung in Rauchabschnitte ist nicht erforderlich.

3.1.2 Brandschutztechnische Abschnittsbildung

Eine brandschutztechnische Abschnittsbildung in dem Sonderbau ist nicht erforderlich.

3.1.3 Feuerwiderstandsdauer der tragenden und aussteifenden Bauteile

An den Hybridturm werden keine Anforderungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsklasse des Turmes gestellt.

3.1.4 Nichttragende Außenwände und -bekleidungen

Die Gondelverkleidung besteht aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK). Ebenso bestehen die Rotorblätter aus GFK- Material mit Epoxidharz/Balsaholz/Schaumstoff. Es sind keine weiteren Maßnahmen notwendig.

3.2 Flucht- und Rettungswege

In der WEA sind keine Aufenthaltsräume vorhanden. Es gelten nicht die Vorschriften an bauliche Rettungswege.

Der Maschinenraum der Gondel wird nur von geschultem Personal begangen. Die Flucht aus der Gondel der WEA erfolgt über eine über die gesamte Turmhöhe zur Verfügung stehende Steigleiter. Für den Ausfall der Aufstiegshilfe ist ein Notablass vorhanden. Für sonstige Notfälle sowie zur Rettung von Verletzten ist in der Gondel ein Evakuierungsgerät installiert, mit dem ein Notabstieg aus der Windenluke im Heck der Maschine oder im Turm möglich ist. Das Gerät ermöglicht den zweiten Rettungsweg und kann alle Personen in der Gondel nacheinander abseilen. Die Geräte müssen regelmäßig gewartet werden.

Die Flucht- und Rettungswege sind ausreichend.

4 Vorbeugender anlagentechnischer Brandschutz

4.1 Brandmeldeanlage

Es ist keine Brandmeldeanlage erforderlich.

4.2 Alarmierungseinrichtung

Eine Alarmierungseinrichtung ist nicht erforderlich.

Die Gondel wird nur von geschultem Personal zu Wartungszwecke begangen. Für Notfälle trägt das Wartungspersonal immer ein Mobiltelefon bei sich. In der WEA ist weiterhin eine direkte Gegensprechanlage von der Gondel zum Turmfuß vorhanden. Bei detektiertem Rauch schaltet die WEA die optisch-akustischen Signalmelder im Turmfuss, im Maschinenraum und im Rotorkopf ein. Die Signalmelder erzeugen ein rotes Dauersignal mit Lichtblitzen und einen Dauerton mit schnell schwankender Tonhöhe.

Gegebenenfalls anwesende Personen werden dadurch gewarnt.

4.3 Anlagentechnische Branderkennung und Brandmeldung

Brandursache aus mechanischer Reibung wird vorgebeugt, indem wenig schnell drehende Teile verwendet werden und kein Getriebe vorhanden ist. Alle wichtigen Komponenten werden mit Temperaturfühlern überwacht. Erhöhte Temperaturen oder Überdrehzahlen führen zur sofortigen Abschaltung der WEA und Absendung einer Störmeldung über das ENERCON SCADA System zur Service-Zentrale.

Falls die Steuerung der Windenergieanlage einen unzulässigen Zustand erkennt, wird die Windenergieanlage mit verminderter Leistung weiter betrieben bzw. angehalten.

4.3.1 Sensoren

Mögliche Zündquellen werden laufend durch Sensoren überwacht.

Der Generator wird auf Plausibilität geprüft (Temperaturen, Leistung in Abhängigkeit der Drehzahl). Fehler führen zur sofortigen Abschaltung der Anlage und Übermittlung einer Störmeldung zur Service-Zentrale.

Folgende Parameter werden in der WEA permanent kontrolliert und bei Störungen wird die Anlage automatisch außer Betrieb genommen und die Störmeldung weiter geleitet.

- Temperatur in der Maschine
- Temperatur im Rotorkopf
- Lagertemperaturen der beiden Rotorlager
- Temperatur im Turm
- Außentemperatur
- Temperatur in allen Schaltschränken
- Temperatur des Transformators
- Funktionsbereitschaft der Kondensatorpakete für die Notabschaltung
- Erdschlusskennung für den Generator
- Differenzstromüberwachung für alle elektrischen Antriebe, um schwergängige bzw. überlastete Antriebe zu erkennen, u.a. Antriebe der Blattverstellung und die Windnachführung
- Fehlerstromerkennung für die Versorgungsleitungen Licht und Steckdose
- Funktion der Fernüberwachung
- Temperaturüberwachung Lüfter und Heizregister

4.3.2 Rauchschalter

Es sind drei Rauchschalter in der Gondel vorhanden, a) am Maschinenträger, b) am Generator und c) im Maschinenhaus der Gondel.

Des Weiteren befinden sich vier Rauchschalter an der Deckenunterseite der Ebenen 1-4 im Turm.

Die Rauchschalter reagieren bei Rauch, Verschmutzung, Störung und zu hoher Temperatur.

Bei den Rauchschaltern handelt es sich um Brandmelder mit optischer Rauchererkennung und zusätzlichem Temperaturfühler, der ab einer Umgebungstemperatur von 70°C anspricht. Es wird ein Signal an die Anlagensteuerung gesendet und die Gondellüfter ausgeschaltet, dieses wird über ENERCON SCADA übermittelt.

Bei der Detektion von Feuer oder Rauch wird die Anlage abgeschaltet. Diese Nachricht wird an die Service-Zentrale gesendet. In der Gondel der E-138 EP3 E2 wird die Temperatur an mehreren Stellen gemessen.

Die Steuerleitung bleibt nach Abschalten der Anlage funktionsfähig, so dass von den Servicekräften vor Ort die aktuellen Temperaturen mittels Fernüberwachung abgerufen werden können. Aus diesen Messdaten können eventuelle Rückschlüsse auf tatsächliche Temperaturen und auf den Schaden ausgewertet werden.

4.4 Lüftungsanlagen

Aus brandschutztechnischer Sicht werden keine Anforderungen an die Lüftung gestellt. Die Flüssigkeitskühlung des E-Modul ist ein geschlossenes Kühlsystem, welche die Leistungsschränke und den USV-Schaltschrank kühlt.

In der maschinenhausseitigen Kapselung des aktiven Generatorteils sind 12 Gondellüfter eingebaut. Die Lüfter saugen Luft durch Abscheidersegmente in der Gondelverkleidung an. Diese Generator-Luftkühlung bewirkt als Nebeneffekt auch eine Kühlung des Maschinenhauses.

4.5 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Es werden aus brandschutztechnischer Sicht keine Rauchabzüge benötigt. Eine Entrauchung ist durch permanente Öffnungen in der Gondel und der Thermik im Turm vorhanden. Durch das Kühlsystem der WEA strömt Luft aus dem Turmfuß mit hoher Geschwindigkeit nach oben in Richtung Gondel.

4.6 Blitzschutz

Bauliche Anlagen, bei denen nach Lage, Bauart oder Nutzung Blitzschlag leicht eintreten oder zu schweren Folgen führen kann, sind mit dauernd wirksamen Blitzschutzanlagen gemäß DIN EN 62305 zu versehen. Es ist ein integrierter Blitzschutz von der Rotorblattspitze bis ins Fundament vorhanden und notwendig.

Die Blitzschutzanlage wird nach der DIN EN 61400-24 Blitzschutz (Blitzschutzklasse I) für Windenergieanlagen ausgeführt.

5 Organisatorischer Brandschutz

5.1 Betriebliche Maßnahmen zur Brandverhütung und Brandbekämpfung sowie zur Rettung von Personen

Die WEA wird regelmäßig spätestens nach 12 Monaten gewartet und überwacht.

Das Verhalten im Brandfall und die Selbsthilfemaßnahmen werden entsprechend einer Gefährdungsbeurteilung regelmäßig geschult und geübt. Während der Wartung wird die Anlage außer Betrieb genommen, damit ist das Gefahrenrisiko verringert. Das Servicepersonal trägt bei den Wartungsarbeiten und einem eventuell notwendigen Probelauf der WEA seine persönliche Schutzausrüstung, somit ist ein Abseilen aus der Windenluke mit dem Abseilgerät sofort möglich.

5.2 Kennzeichnung von Rettungswegen

Zur Beleuchtung der Wege während der Wartung ist eine Sicherheitsbeleuchtung gemäß ASR A3.4/3 erforderlich und wird installiert. Diese kann über batteriegepufferte Einzelleuchten realisiert werden.

Die Sicherheitsbeleuchtung der Windenergieanlage entspricht der DIN EN 50308 – Windenergieanlage - Schutzmaßnahmen - Anforderungen für Konstruktion, Betrieb und Wartung–, DIN EN 1838 –Angewandte Lichttechnik - Notbeleuchtung– und die DIN EN 50172 –Sicherheitsbeleuchtungsanlagen–.

5.3 Flucht- und Rettungspläne

Flucht- und Rettungspläne werden erstellt und angebracht.

5.4 Alarmierung der Feuerwehr

Durch die zuvor beschriebene Anlagentechnik wird die WEA bei einer Detektion von Feuer oder Rauch automatisch abgeschaltet. Dabei wird eine Nachricht an eine vom Betreiber zu bestimmende Service-Zentrale gesendet. Diese benachrichtigt daraufhin die Leitstelle der Feuerwehr.

Gleichzeitig wird das Servicepersonal informiert um umgehend die Windenergieanlage anzufahren und die Lage zu erkunden.

5.5 Einrichtungen zur Brandbekämpfung

Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden während der Wartung sind in der Gondel ein CO₂-Löscher (5kg) und im Turmfuß ein weiterer CO₂-Löscher (2kg) vorgehalten. Diese sind für die Bekämpfung von allenfalls kleinsten Entstehungsbränden ausreichend. Selbstrettung geht vor Brandbekämpfung.

Zusätzlich befindet sich ein CO₂-Löscher (2kg) im ENERCON-Service-Fahrzeug.

Die Feuerlöscher sind mindestens alle zwei Jahre durch einen Sachkundigen zu prüfen. Ein Vermerk über die letzte Prüfung ist fest oder plombiert am Feuerlöscher anzubringen.

5.6 Prüfungen technischer Anlagen und Einrichtungen

Die Prüfungen von technischen Anlagen oder Einrichtungen werden durch Fachpersonal in Abständen von max. 12 Monaten durchgeführt.

5.7 Übung mit der Zuständigen Feuerwehr

Vor Inbetriebnahme ist der örtlichen Feuerwehr und in Abstimmung mit der Brandschutzdienststelle, die Gelegenheit zu geben sich mit dem Bauwerk vertraut zu machen.

6 Abwehrender Brandschutz

6.1 Flächen für die Feuerwehr

Die Anfahrt zur WEA erfolgt über die öffentliche Straße. Die Anfahrt bis an den Turmfuß geschieht über die befestigte Zuwegung. Die ausreichend befestigte und tragfähige Kranaufstellfläche während der Bauzeit bleibt nach Fertigstellung bestehen und kann durch die Feuerwehr genutzt werden.

Die Zufahrts- und Bewegungsflächen müssen, hinsichtlich ihrer Radien und Belastbarkeit, der Muster-Richtlinie „Flächen für die Feuerwehr“ entsprechen sowie frei und instand gehalten werden.

6.2 Löschwasserversorgung

Aufgrund der besonderen Konstruktionsart der Windenergieanlagen der Firma ENERCON besteht keine erhöhte Brandlast oder Brandgefährdung. Im Falle eines Brandes werden eine größere Anzahl von Menschen, Tiere oder erhebliche Sachwerte nicht gefährdet.

Deshalb ist eine örtliche Löschwasserbereitstellung (Hydranten, Löschwasserbehälter usw.) nicht notwendig. Zur Erfüllung des abwehrenden Brandschutzes haben die Gemeinden die notwendige Löschwasserversorgung bereitzustellen und zu unterhalten. Bei einem Brand in der Gondel ist zunächst die Sicherung der Umgebung notwendig, und Löschwasser wird erst benötigt, wenn brennende Teile herabstürzen. Bei einem Brand im Turmfuß muss zunächst die Abschaltung der Anlage bestätigt werden, bis Löschwasser benötigt wird.

Ein Brand des Isolieröls sollte mit Mittelschaum gelöscht werden. Dafür wird das Auffangbecken mit einer Schicht Schaum bedeckt. Die erforderlichen Schaummittel stehen bei der Ausrüstung der Feuerwehr zur Verfügung.

6.3 Löschwasserrückhaltung

Es ist ein Transformator verbaut, der mit max. 1.845 Liter synthetischer, dielektrischer Flüssigkeit auf Esterbasis, dem Dielektrikum, gefüllt ist. Die Esterflüssigkeit ist ungiftig, leicht biologisch abbaubar und als allgemein wassergefährdend eingestuft. Esterflüssigkeiten zeichnen sich durch einen hohen Flammpunkt > 250 °C aus.

Zur Kühlung des E-Moduls wird als Kühlmittel 360 Liter Wasser-Monoethylenglykol-Gemisch (Glykosol N45%) eingesetzt. Die Kühlflüssigkeit ist nicht toxisch und gut biologisch abbaubar und in der Wassergefährdungsklasse 1 eingestuft.

Es werden in der WEA keine weiteren Stoffe gelagert. Eine Löschwasser-Rückhaltung ist bei diesen geringen Mengen nicht notwendig.

6.4 Feuerwehrpläne

Der einzige Zugang und die Aufstellfläche der WEA sind eindeutig. Der Turm ist für die Feuerwehr nicht zugänglich und der Turmfuß ist übersichtlich, damit sind keine Feuerwehrpläne notwendig.

6.5 Hydrantenpläne

Hydrantenpläne sind nicht notwendig.

6.6 Brandbekämpfung

Die Brandbekämpfung (abwehrender Brandschutz) ist Aufgabe der Gemeinden und Landkreise sowie des Landes. Die Brandbekämpfung der WEA muss mit Hilfe der örtlichen Feuerwehr durchgeführt werden.

Es müssen folgende Brandszenarien unterschieden werden:

6.6.1 Brand im Turmfuß

Die Windenergieanlage gilt als abgeschlossene elektrische Betriebsstätte, die von der Feuerwehr nicht alleine oder nur nach Freigabe begangen werden darf. Die gesamte Anlage muss spannungsfrei gemeldet werden. Die ständig besetzte Service-Zentrale informiert die Leitstelle der Feuerwehr. Bis zur Freigabe der Spannungsfreiheit der Transformatoren muss die Feuerwehr in einem angemessenen Abstand in Bereitstellung verbleiben.

6.6.2 Brand in der Gondel

Ein Brand in der Gondel ist von der Feuerwehr nicht beherrschbar und stellt auch aufgrund der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit somit das gesellschaftlich akzeptierte Risiko dar. Ein Feuer in der Gondel kann zu einem Ausbrennen der Gondel einschließlich der Gondelhülle und zu einem Übergreifen auf die Rotorblätter führen. Der Brand führt zum Abfallen der Teile. Bei einem Brand in der Gondel ist die Feuerwehr zunächst zum Schützen der Umgebung präsent.

6.6.3 Brand der Rotorblätter

Ein Brand der Rotorblätter ist nicht beherrschbar. Da die Windenergieanlage bei Schäden sofort abgeschaltet ist, werden keine brennenden Teile durch weiter anhaltende Rotation umhergeschleudert. Ein Rotorblatt wiegt ca. 20,5 t, es wird direkt herabfallen und dort weiterbrennen, eine Brandweiterleitung auf die Gondel ist nicht auszuschließen. Ein Brand der Rotorblätter führt in der Hauptsache zu brennend direkt herabfallenden mehr oder weniger großen Teilen. Bei einem Brand der Rotorblätter ist die Feuerwehr zunächst zum Schützen der Umgebung präsent.

6.6.4 Brandweiterleitung auf die Umgebung

Die Alarmierung der Feuerwehr ist bei einem Schadeneintritt an der WEA wahrscheinlich früher als bei einem Sekundärbrand. Bei einem der o.g. Brände ist zunächst die Sicherung der Umgebung notwendig. Bei herabfallenden brennenden Teilen wird die Einsatzleitung geeignete Maßnahmen zur Brandbekämpfung nach Erkundung einleiten.

Da die Feuerwehr bereits vor Ort ist, können Entstehungsbrände sofort gelöscht werden. Eine Brandweiterleitung auf die Umgebung wird somit verhindert.

7 **Verwendete Rechenverfahren nach Methoden des Brandschutzingenieurwesens**

Es wurden keine Rechenverfahren des Brandschutzingenieurwesens verwendet.

8 **Abweichungen**

Es sind keine brandschutztechnischen Abweichungen zu berücksichtigen.

9 Zusammenfassung

Die Unterzeichnerin wurde beauftragt, für die Errichtung einer Windenergieanlage der Firma ENERCON mit der Typbezeichnung E-138 EP3 E2 mit 131 m Nabenhöhe ein Brandschutzkonzept gemäß Musterbauordnung zu erstellen.

Bei Beachtung der dargestellten Maßnahmen, Anforderungen und Hinweise sowie der allgemein anerkannten Regeln der Technik bestehen aus brandschutztechnischer Sicht

keine Bedenken

für die Errichtung der Windenergieanlage Typ ENERCON E-138 EP3 E2.

Vorstehende Stellungnahme wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Zugrundelegung der anerkannten Regeln der Technik ohne Ansehen der Person des Auftraggebers angefertigt.

Aufgestellt

Sandkrug, den 30.07.2020


Dipl.-Ing. Monika Tegtmeier
ö.b.u.v. Sachverständige für den
vorbeugenden baulichen Brandschutz
Prüferin für den Brandschutz (EBA)
Brandamtfrau a.D.



Technische Beschreibung

Blitzschutz

ENERCON Windenergieanlagen EP1, EP2, EP3

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0260891-11		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2019-10-28	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in (). Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Dokument-ID	Dokument
DIN EN 50308*VDE 0127-100	Windenergieanlagen - Schutzmaßnahmen - Anforderungen für Konstruktion, Betrieb und Wartung; Deutsche Fassung EN 50308
DIN EN 50522*VDE 0101-2	Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV; Deutsche Fassung EN 50522
DIN EN 61400-24*VDE 0127-24	Windenergieanlagen - Teil 24: Blitzschutz (IEC 61400-24); Deutsche Fassung EN 61400-24
DIN EN 62305-1*VDE 0185-305-1	Blitzschutz - Teil 1: Allgemeine Grundsätze (IEC 62305-1); Deutsche Fassung EN 62305-1
DIN EN 62305-2*VDE 0185-305-2	Blitzschutz - Teil 2: Risiko-Management (IEC 62305-2); Deutsche Fassung EN 62305-2
DIN EN 62305-3*VDE 0185-305-3	Blitzschutz - Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen (IEC 62305-3); Deutsche Fassung EN 62305-3
DIN EN 62305-4*VDE 0185-305-4	Blitzschutz - Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen (IEC 62305-4); Deutsche Fassung EN 62305-4
DIN EN 62561-1*VDE 0185-561-1	Blitzschutzsystembauteile (LPSC) - Teil 1: Anforderungen an Verbindungsbauteile (IEC 62561-1); Deutsche Fassung EN 62561-1
DIN EN 62561-2*VDE 0185-561-2	Blitzschutzsystembauteile (LPSC) - Teil 2: Anforderungen an Leiter und Erder (IEC 62561-2); Deutsche Fassung EN 62561-2
DIN IEC 60364-5-54*VDE 0100-540	Errichtung von Niederspannungsanlagen Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter (IEC 64/2370); Deutsche Fassung EN 60364-5-54

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	6
2	Äußerer Blitzschutz.....	8
2.1	Fangeinrichtungen	8
2.1.1	Maschinenhaus	8
2.1.2	Rotorblatt.....	8
2.2	Ableitungen	9
2.2.1	Blattanschluss - Rotor	9
2.2.2	Rotor - Maschinenträger.....	9
2.2.3	Maschinenträger - Turm	9
2.2.4	Turm	10
2.2.5	Turm - Fundament.....	10
2.3	Erdungsanlage.....	11
3	Innerer Blitzschutz.....	12
4	Übersicht der äußeren Blitzschutzkomponenten in Windenergieanlagen.....	14
5	Zugrundeliegende Normen	15

Abkürzungsverzeichnis

GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
LPL	Lightning protection level (Blitzschutzklasse)
LPZ	Lightning protection zone (Blitzschutzzone)

1 Allgemeines

Blitzschläge können Teile von Gebäuden in Brand setzen und zerstören. Zudem können die hohen Blitzströme direkt durch leitende Verbindungen oder indirekt durch induktive, kapazitive oder galvanische Kopplung ins Gebäudeinnere übertragen werden und dort zu weiteren Beschädigungen führen. Windenergieanlagen sind aufgrund ihrer exponierten Lage besonders gefährdet.

Um mögliche Schäden durch Blitzschläge zu vermeiden und einen sicheren Anlagenbetrieb zu gewährleisten, werden Windenergieanlagen mit einem Blitzschutz ausgestattet. Ein Blitzstrom wird dabei kontrolliert von den Fangeinrichtungen über die Ableitungen zur Erdungsanlage geführt.

Dieses Dokument beschreibt den Blitzschutz in Windenergieanlagen der Plattformen EP1 bis EP3 (E-44, E-48, E-53, E-70 E4, E-82 E2, E-82 E4, E-92, E-103 EP2, E-115 E2, E-115 EP3 E3, E-126 EP3, E-138 EP3, E-138 EP3 E2).

Äußerer Blitzschutz

Zum äußeren Blitzschutz gehören alle Maßnahmen, die zur Verhinderung von Beschädigungen der Windenergieanlagen durch Blitzschläge getroffen werden. Fangeinrichtungen an den Rotorblättern, Ableitungen, die Erdungsanlage und anlagenspezifische Metallteile sind Bestandteile des äußeren Blitzschutzes. Der äußere Blitzschutz reduziert zudem die durch Blitzströme erzeugten Störfelder im Inneren der Windenergieanlagen.

Innerer Blitzschutz

Zum Schutz der elektrischen und elektronischen Einrichtungen werden weitere Maßnahmen ergriffen, die als innerer Blitzschutz bezeichnet werden. Hierzu zählen ein Potentialausgleichssystem sowie Überspannungsableiter.

Blitzschutzklasse – Lightning protection level

Das LPL wird von IV (niedrig) bis I (hoch) eingestuft. Alle Windenergieanlagen sind dafür ausgelegt, die Anforderungen an das LPL I zu erfüllen, ggf. sind Anpassungen an der Erdungsanlage erforderlich. Dies ist von der Leitfähigkeit des Erdreichs am Standort abhängig und wird als Teil der Baugrunduntersuchung projektspezifisch geprüft.

Blitzschutzzonen

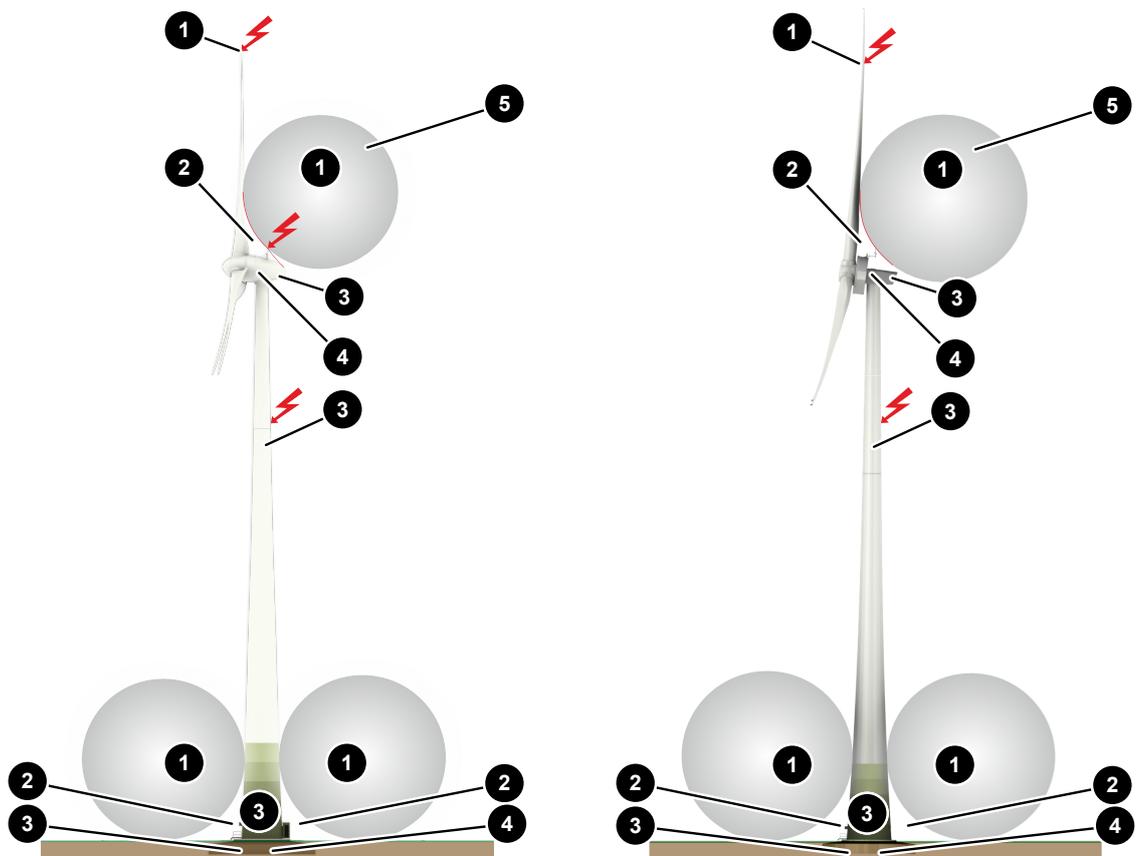


Abb. 1: Blitzschutzzonen, Gondel in Tropfenform (links) und Gondel in Kompaktform (rechts)

1 LPZ 0 _A	2 LPZ 0 _B
3 LPZ 1	4 LPZ 2
5 Blitzkugel (Radius 20 m)	

2 Äußerer Blitzschutz

2.1 Fangeinrichtungen

2.1.1 Maschinenhaus

Am Maschinenhaus befinden sich, in Abhängigkeit von der Größe des Maschinenhauses, mehrere Fangstangen aus Rundstahl. Die Fangstangen fangen den Blitz. Die Positionierung findet entsprechend des Blitzkugelverfahrens mit dem Radius der Blitzschutzklasse I statt. Hierdurch werden die restliche Struktur sowie die Komponenten im Außenbereich (z. B. Anemometer) vor unkontrollierten Blitzschlägen geschützt.

2.1.2 Rotorblatt

In den Rotorblättern ist ein Blitzschutz integriert, der den Blitzstrom von der Einschlagstelle an den Fangeinrichtungen über den Ableitpfad zur Erdungsanlage führt. Der Blitzschutz des Rotorblatts besteht aus den folgenden Elementen:

- Blattspitze aus Aluminiumguss
- ggf. zusätzliche Rezeptoren
- Blitzableiter (Kupfer oder Aluminium)
- Ableitring an der Blattwurzel

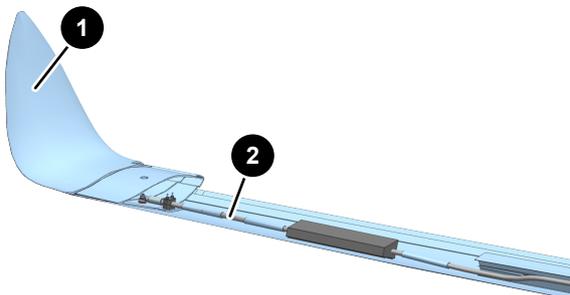


Abb. 2: Blattspitze mit Blitzableiter

1	Blattspitze	2	Blitzableiter
---	-------------	---	---------------

Die Blattspitze aus Aluminiumguss ist leitend. Sie ist durch einen Blitzableiter mit dem Ableitring an der Blattwurzel verbunden. Der Ableitring befindet sich in ausreichendem Abstand zu den leitenden Teilen im Blattanschlussbereich, so dass ein unerwünschter Überschlag verhindert wird.

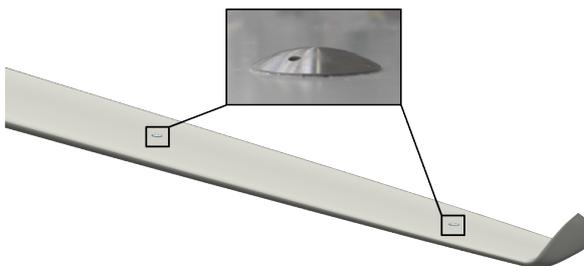


Abb. 3: Rotorblatt mit Rezeptoren auf der Druck- und Saugseite

Je nach Länge und Aufbau des Rotorblatts sind ggf. zusätzlich Rezeptoren auf der Druck- und Saugseite angeordnet. Die Rezeptoren sind an den Ableitpfad angeschlossen.

Rezeptoren sind definierte Solleinschlagsstellen, welche blitzstromtragfähig dimensioniert sind.

2.2 Ableitungen

2.2.1 Blattanschluss - Rotor

Die Ableitung des Blitzstroms vom Blattanschluss zum Rotor wird mit Rollenblitzableitern oder Kohlebürsten realisiert. Die im Rotor installierten Rollenblitzableiter oder Kohlebürsten werden durch eine Federwirkung auf einen am Blattanschluss angebrachten Ableitring gedrückt.

Rollenblitzableiter werden bei Windenergieanlagen mit Spinnerverkleidung verbaut. Bei Windenergieanlagen ohne Spinnerverkleidung werden Kohlebürsten eingesetzt.

2.2.2 Rotor - Maschinenträger

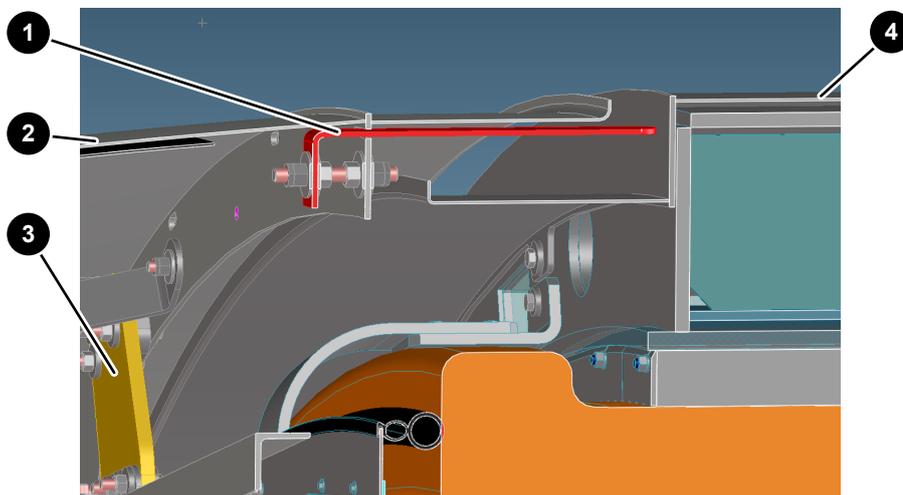


Abb. 4: Blitzfangwinkel am Beispiel der E-92

1	Blitzfangwinkel	2	Spinner
3	Spinnerisolierung	4	Maschinenhausverkleidung

Bei allen Windenergieanlagen führen drei symmetrisch angeordnete Funkenstrecken den Blitzstrom unabhängig von dem momentanen Rotorblattwinkel und der Stellung des Rotors zur tragenden Struktur.

Bei Maschinenhausverkleidungen aus Aluminium führen die Funkenstrecken den Blitzstrom vom Spinner auf die Verkleidung. Von dort aus wird der Blitzstrom in den Maschinenträger abgeleitet.

Bei Verkleidungen aus GFK führen die Funkenstrecken den Blitzstrom auf den Stator und dann zum Maschinenträger.

2.2.3 Maschinenträger - Turm

Die Verbindung zwischen Maschinenträger und Turm wird durch das großflächige Azimutlager sichergestellt. Zusätzlich sind im Gondelkeller weitere Funkenstrecken vorhanden, welche die Ableitung vom Maschinenhaus sicherstellen.

2.2.4 Turm

Stahlurm

Der Stahlurm selbst ist leitfähig, so dass ein Blitzstrom über diesen abgeleitet wird. Zwei am Turm angeschweißte Laschen dienen dem Anschließen der Anschlussfahnen des Fundamenterders. Wenn das unterste Segment aus mehreren Teilen besteht, werden diese jeweils mit einem zusätzlichen, inneren Erdungsring verbunden, an welchem die zwei Anschlussfahnen des Fundamenterders angeschlossen werden.

Betonturm

Jedes Betonsegment verfügt über 4 vertikal geführte Bandstähle, welche mit der inneren Bewehrung verbunden sind. Die Enden des Bandstahls sind mit Gewindehülsen versehen, an welchem die Verbindungsfaschen angebunden werden und den Spalt zwischen den Segmenten überbrücken. Abschließend dienen 4 Gewindehülsen, jeweils um 90° versetzt, als Erdungsfestpunkte zum Anschluss des Fundamenterders.

Hybridurm

Der Hybridurm besteht aus Betonsegmenten, die im oberen Turmbereich um Stahlsegmente ergänzt werden. Die Ableitung wird durch die Verbindungsfaschen des Fundaments aufwärts bis zu den Stahlurmsegmenten realisiert. Der Übergang zu den Stahlurmsegmenten erfolgt mit 4 Leitungen, jeweils um 90° versetzt, mit mind. 50 mm² Querschnitt.

2.2.5 Turm - Fundament

Der Anschluss des Turms an das Fundament erfolgt über Laschen und Anschlussfahnen. Die an den Turm angeschweißten Laschen werden mit den Anschlussfahnen der Erdungsanlage verbunden. Die Erdungsanlage ist mit der Bewehrung des Fundaments verbunden. Somit wird eine großflächige Potentialsteuerung erreicht.

2.3 Erdungsanlage

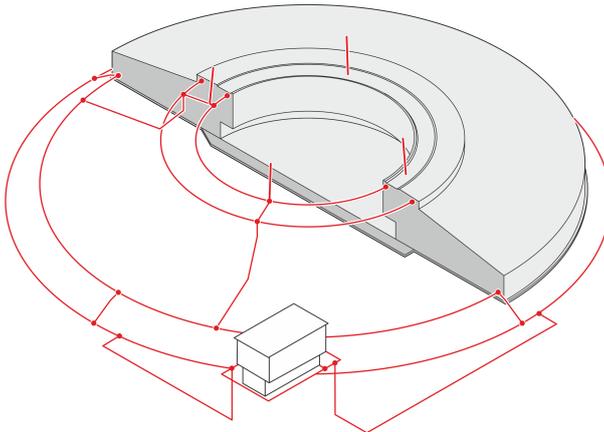


Abb. 5: Erdungsanlage, Beispiel

Erdungsanlagen schützen Lebewesen und Sachwerte vor Gefahren, die durch Kurz- bzw. Erdschlüsse und transiente Vorgänge, wie Blitzschläge und Schalthandlungen, entstehen können. Sie stellen eine effektive Wirkung der (Fehlerstrom-)Schutzeinrichtungen und eine Bereitstellung eines Referenzpotenzials für elektrische Komponenten sicher. Bei einem Blitzschlag entsteht im stromdurchflossenen Bodenbereich ein Potentialanstieg in Richtung Windenergieanlage. Die Höhe der Berührungs- und Schrittspannung ist u. a. abhängig vom Erdungswiderstand des Fundamenters und der äußeren Erdungsanlage.

Um alle Anforderungen an das LPL I zu erfüllen und die Einhaltung von Schritt- und Berührungsspannungen im Fehlerfall sicherstellen zu können, müssen in Abhängigkeit des spezifischen Erdwiderstands am Standort ggf. erdungsverbessernde Maßnahmen realisiert werden. Der spezifische Erdwiderstand muss gemäß normativer Anforderung im Rahmen der Baugrunduntersuchung messtechnisch erfasst werden.

Die Erdungsanlage im Fundament besteht aus mehreren, radial installierten Erdungsleitern. Um eine gezielte Potentialsteuerung zu erzielen, sind die Erdungsleiter gestaffelt mit der Bewehrung verbunden. Der außerhalb des Fundamentes liegende Ringerder integriert die Erdungsanlage der Windenergieanlage in das umgebende Potential.

Nach Errichtung der Erdungsanlage wird abschließend der erreichte Erdungswiderstand gemessen und mit den ermittelten Grenzwerten verglichen. Bei Nichteinhaltung können erdungsverbessernde Maßnahmen wie z. B. zusätzliche Tiefenerder oder Ersatzmaßnahmen wie z. B. eine Standortisolierung erforderlich sein, um die Sicherheit für Lebewesen im Umfeld der Windenergieanlage sicherzustellen.

Je nach vereinbartem Lieferumfang werden die erforderlichen Maßnahmen vom Kunden oder von ENERCON durchgeführt. Die Regelung ist vertraglich festzuhalten.

3 Innerer Blitzschutz

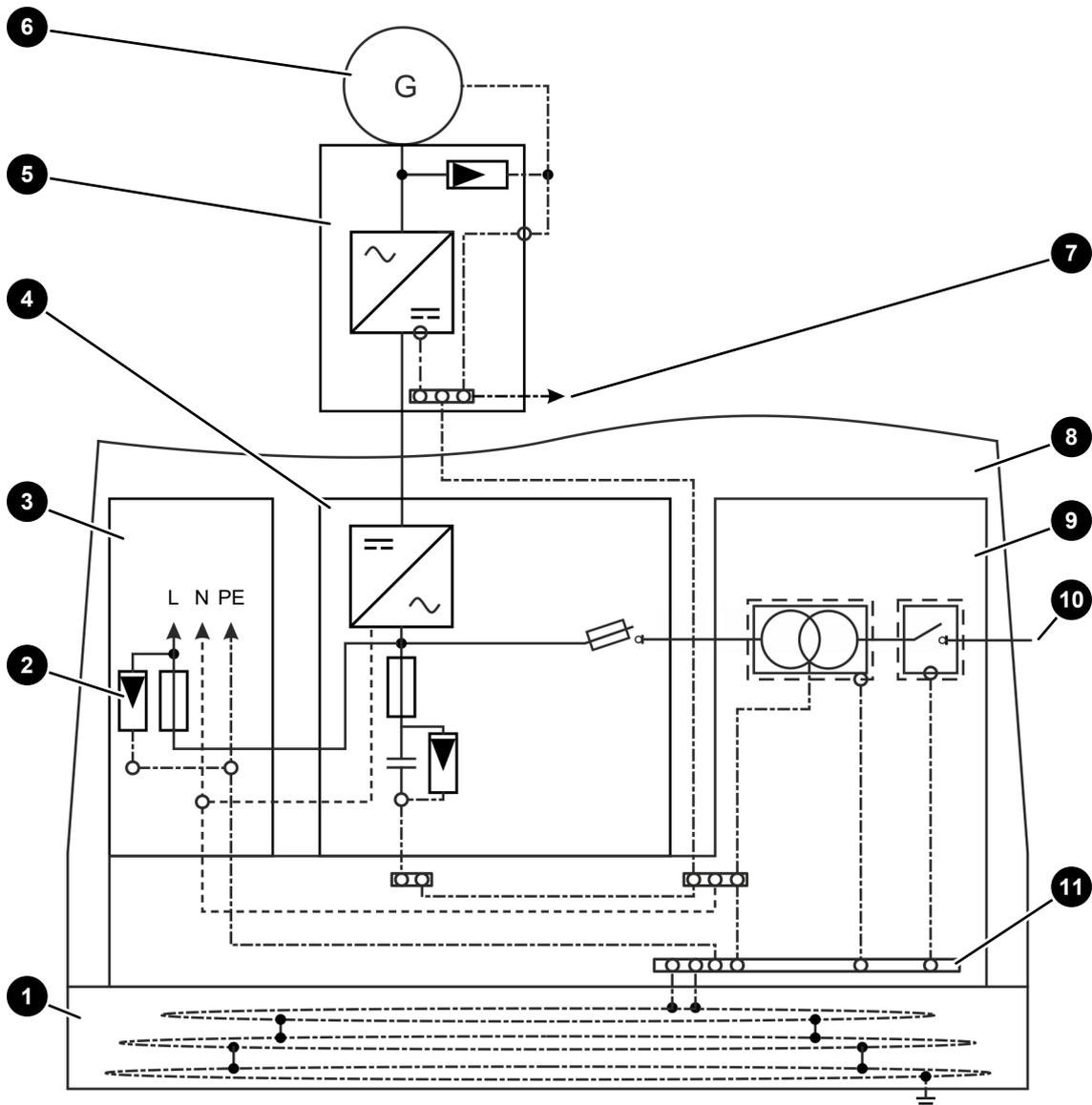


Abb. 6: Potentialausgleichssystem und Überspannungsableiter

1 Erdungsanlage	2 Überspannungsableiter
3 Steuerschrank	4 Leistungsschrank
5 Maschinenträger	6 Generator
7 Schleifringübertrager	8 Turm
9 Transformator	10 Versorgungsnetz
11 Potentialausgleichsschiene	

Potentialausgleichssystem

Das Potentialausgleichssystem verbindet alle leitfähigen Hauptkomponenten wie z. B. die Rotornabe, die Gondel, den Turm und die Schaltschränke mit dem Hauptpotentialausgleich. Der Zusammenschluss des Niederspannungs- und Hochspannungspotentialausgleichs verhindert Potentialdifferenzen.

Überspannungsableiter

Überspannungsableiter schützen elektrische Komponenten nicht nur vor durch Blitzschlag hervorgerufene elektromagnetische Impulse, sondern auch vor anderen transienten Störgrößen, welche durch Schalthandlungen von induktiven oder kapazitiven Lasten entstehen. Des Weiteren schützen die Überspannungsableiter vor den Folgen von elektrostatischen Entladungseffekten.

Damit wird sichergestellt, dass jederzeit eine Überwachung, Regelung und Steuerung der Windenergieanlage möglich ist.

4 Übersicht der äußeren Blitzschutzkomponenten in Windenergieanlagen

Tab. 1: Übersicht der äußeren Blitzschutzkomponenten in Windenergieanlagen

	Rollenblitzabnehmer	Kohlebürsten	Funkenstrecke - Blitzfangwinkel	Funkenstrecke - Blitzfangstangen
E-44	X	-	X	-
E-48	X	-	X	-
E-53	X	-	X	-
E-70 E4	X	-	X	-
E-82 E2	X	-	X	-
E-82 E4	X	-	X	-
E-92	X	-	X	-
E-103 EP2	X	-	X	-
E-115 E2	X	-	X	-
E-115 EP3 E3	-	X	-	X
E-126 EP3	X	-	-	X
E-138 EP3	X	-	-	X
E-138 EP3 E2	-	X	-	X

5 Zugrundeliegende Normen

Bei der Konstruktion und der Umsetzung des Blitzschutzes für Windenergieanlagen wurden folgende Normen und Standardisierungen in der jeweils aktuellsten Fassung beachtet.

- DIN EN 50308*VDE 0127-100
- DIN EN 50522*VDE 0101-2
- DIN EN 61400-24*VDE 0127-24
- DIN EN 62305-1*VDE 0185-305-1
- DIN EN 62305-2*VDE 0185-305-2
- DIN EN 62305-3*VDE 0185-305-3
- DIN EN 62305-4*VDE 0185-305-4
- DIN EN 62561-1*VDE 0185-561-1
- DIN EN 62561-2*VDE 0185-561-2
- DIN IEC 60364-5-54*VDE 0100-540

Technische Beschreibung

Brandschutz

ENERCON Windenergieanlagen EP1, EP2, EP3, EP4

Herausgeber ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Simon-Hermann Wobben
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0253903-3		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2019-07-04	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in (). Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Dokument-ID	Dokument
DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
DIN EN 60204-1:2007*VDE 0113-1:2007	Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 60332-1-2:2005*VDE 0482-332-1-2:2005	Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall - Teil 1-2: Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader, einer isolierten Leitung oder einem Kabel - Prüfverfahren mit 1-kW-Flamme mit Gas-/Luft-Gemisch
DIN EN 61100:1994	Einteilung von Isolierflüssigkeiten nach dem Brennpunkt und dem spezifischen Heizwert Hu
DIN VDE 0100-430:2010	Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 4-43: Schutzmaßnahmen - Schutz bei Überstrom
DIN VDE 0100-520:2013	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-52: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen
DIN VDE 0298	Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen

Dieses Dokument gilt für Windenergieanlagen der Plattformen EP1 bis EP4 (E-44, E-48, E-53, E-70 E4, E-82 E2, E-82 E4, E-92, E-103 EP2, E-101, E-115, E-115 E2, E-115 EP3 E3, E-126 EP3, E-138 EP3, E-138 EP3 E2, E-126 EP4 und E-141 EP4).

Brandschutz

Für ENERCON Windenergieanlagen wurden zahlreiche Maßnahmen getroffen, die die Brandeintrittswahrscheinlichkeit, die Brand- und Rauchausbreitung und den Personen- und Sachschaden auf ein Minimum reduzieren.

Technische Brandschutzmaßnahmen

Vermeidung von Zündquellen

Die Windenergieanlage ist mit einem Blitzschutzsystem ausgestattet, das Blitzeinschläge ableitet, ohne dass Schäden an der Windenergieanlage entstehen.

Das Antriebssystem der Windenergieanlage ist getriebeles. Wesentliche Brandgefahren, erzeugt durch heißlaufende Getriebe und entflammbare Getriebeöle, werden dadurch beseitigt.

Die elektrische Ausrüstung und die Überstromschränken entsprechen der DIN EN 60204-1:2007*VDE 0113-1:2007. Kabel und Leitungen werden entsprechend der DIN VDE 0100-430:2010, DIN VDE 0100-520:2013 und DIN VDE 0298 ausgewählt und dimensioniert. Am Generator, an der Turmverkabelung und an der Rotorblattheizung der Prototypen werden Thermografieuntersuchungen durch einen Sachverständigen durchgeführt. Anhand der Ergebnisse wird ggf. die Konstruktion angepasst.

Vermeidung der Brandentstehung

Brennbare Baustoffe und Materialien sind möglichst so angeordnet, dass sie durch mögliche Zündquellen (z. B. Wärmeenergie, ungewöhnliche Temperaturanstiege, elektrische Energie, zufällige Funken und Lichtbögen, hoher Spitzenstrom von Transienten und mechanische Energie) nicht entzündet werden können. Elektrische Komponenten werden in Schaltschränken aus Stahlblech gekapselt. Lüftungsschläuche beginnen in einem ausreichenden Abstand zu den Leistungsschränken, so dass Brandgase herunterkühlen und die Lüftungsschläuche voraussichtlich nicht entzünden können. Da die Lüftungsschläuche aus wenig Material bestehen und schon weit unter der Gondel enden, begünstigen sie die Übertragung eines Brandes vom Turmfuß in die Gondel nicht.

Eingesetzt werden, wo möglich, schwer entflammare Baustoffe (Baustoffklasse B1 oder besser nach DIN 4102), sowie selbstverlöschende/flammwidrige oder nicht brennbare Materialien, z. B. flammwidrige und selbstverlöschende Leistungskabel nach

DIN EN 60332-1-2:2005*VDE 0482-332-1-2:2005. Als Isolations- und Kühlungsflüssigkeit des Leistungstransformators im Turmfuß wird synthetischer Ester eingesetzt, der schwerentflammbar ist, einen hohen Brennpunkt von $> 300\text{ °C}$ (Kühlmittelart K3 nach DIN EN 61100:1994) hat und einen geringen spezifischen Heizwert aufweist. Der Einsatz brennbarer Materialien, z. B. geschäumte Kunststoffe wie Polyurethan oder Polystyrol als Dämmstoff oder glasfaserverstärkte Kunststoffe für Abdeckungen und sonstige Bauteile, wird, wo möglich, vermieden.

Sensorische Überwachung

Mögliche Zündquellen in der Windenergieanlage werden laufend durch Sensoren überwacht.

Zur Detektion von Bränden werden zudem Rauchschalter eingesetzt. Die Rauchschalter reagieren bei Rauch, Verschmutzung, Störung und zu hoher Temperatur. Die Rauchschalter sind so in der Windenergieanlage positioniert, dass Brände im Turm und in der Gondel erkannt werden. Die genaue Position und die Anzahl der Rauchschalter sind abhängig vom Windenergieanlagentyp.

Wenn die Windenergieanlage eine potentiell sicherheitsrelevante Störung (z. B. Rauch) erkennt, hält die Windenergieanlage an (auch bei Netzausfall) und generiert eine Statusmeldung, die das ENERCON SCADA System sofort an den ENERCON Service weiterleitet.

Fluchtwege

Der erste Fluchtweg führt von der Gondel durch den Turm nach draußen. Dieser Fluchtweg wird benutzt, falls der Abstieg im Turm möglich ist.

Ein alternativer, zweiter Fluchtweg führt durch die Windenluke im hinteren Bereich der Gondel nach draußen. Über diesen zweiten Fluchtweg kann die Gondel verlassen werden, ohne dass der Turm betreten werden muss.

In der Windenergieanlage ist eine Fluchtwegbeleuchtung installiert. Die Fluchtwegbeleuchtung ist akkugestützt und versorgt die Leuchten bei einem Netzausfall für mindestens eine Stunde.

Organisatorische Brandschutzmaßnahmen

Schutzmaßnahmen während des Betriebs

Während des Betriebs befinden sich in der Regel keine Personen in der Windenergieanlage. Die Windenergieanlage ist verschlossen.

Falls eine empfangene Statusmeldung auf einen Brand hindeutet, entsendet der ENERCON Service umgehend ein Serviceteam zur Windenergieanlage und alarmiert die Feuerwehr, welche vor Ort über weitere Maßnahmen entscheidet. Der ENERCON Service ist täglich 24 Stunden erreichbar.

Schutzmaßnahmen während der Wartung

Die Windenergieanlage wird im Rahmen einer Wartung alle 6 bis 12 Monate von 2 bis 6 Personen betreten. Diese Personen sind mit der Windenergieanlagentechnik und der Rettung aus der Windenergieanlage vertraut. Während der Wartung ist die Windenergieanlage die meiste Zeit außer Betrieb. Die Leistungselektronik ist abgeschaltet. Nur wenige Komponenten, z. B. Beleuchtung, Steckdosen und Steuerung, bleiben aktiv. Dadurch wird das Brandrisiko bei Anwesenheit von Personen reduziert.

Bei detektiertem Rauch schaltet die Windenergieanlage die optisch-akustischen Signalmelder im Turmfuß, im Maschinenhaus und im Rotorkopf ein. Die Signalmelder erzeugen ein rotes Dauersignal mit Lichtblitzen und einen Dauerton mit schnell schwankender Tonhöhe. Gegebenenfalls anwesende Personen werden dadurch gewarnt. Der Signalmelder im Turmfuß ist nur bei eingeschaltetem Wartungsschalter aktiv. Die Signalmelder im Maschinenhaus und im Rotorkopf sind nur bei eingeschalteter Gondelbeleuchtung aktiv. Dadurch wird gewährleistet, dass die Signalmelder nur bei Anwesenheit von Personen in der Windenergieanlage aktiv sind.

Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden stehen CO₂-Feuerlöscher im Turmfuß, im Maschinenhaus und im ENERCON Servicefahrzeug bereit. Der Wartungsschalter ist eingeschaltet, wodurch Statusmeldungen nicht an den ENERCON Service weitergeleitet werden. Wartungen an Branderkennungselementen führen somit nicht zu Fehlalarmen beim ENERCON Service.

Für den Brandfall sind alle ggf. benötigten Informationen zur Windenergieanlage (Koordinaten, Anfahrtsbeschreibung, wichtige Rufnummern naher Stellen) und zum Verhalten im Brandfall und bei Unfällen im Notruf-Ablaufplan bzw. im Flucht- und Rettungsplan eingetragen. Die Pläne sind im Turmeingangsbereich und im Gondelausstiegsbereich angebracht. Das Verhalten im Brandfall und bei Unfällen wird zusätzlich in der Betriebsanleitung der Windenergieanlage beschrieben.

Brandschutz und Brandbekämpfung durch die Feuerwehr

Die Feuerwehr kann aufgrund der Alarmierung durch den ENERCON Service schnell am Einsatzort sein und Brände ggf. vor der weiteren Ausbreitung löschen. Die Kranstellfläche steht als Stellfläche zur Verfügung. Der Ablauf der Brandbekämpfung durch die Feuerwehr wird im Brandschutzkonzept der Windenergieanlage genauer beschrieben.

Brand im Turmfuß

Ein Brand im Turmfuß ist örtlich begrenzt. Der Brand kann sich weder auf die Gondel ausbreiten noch auf die Umgebung der Windenergieanlage auswirken. Sobald die Windenergieanlage spannungsfrei geschaltet wurde, kann der Brand im Turmfuß gelöscht werden.

Brand in der Gondel

Ein Brand in der Gondel kann zu einem Ausbrennen der Gondel und zu einem Übergreifen auf die Rotorblätter führen. Die Rotorblätter stehen zu diesem Zeitpunkt bereits still. Ein brennendes Rotorblatt wird nach längerer Brandeinwirkung aufgrund seines Gewichts an der Blattwurzel abknicken und auf die Aufstellfläche herabfallen.

Die Feuerwehr kann einen Brand in der Gondel nicht bekämpfen, jedoch den Zugang zum Gefahrenbereich der Windenergieanlage weiträumig absperren und die Gondel und herabfallende Teile kontrolliert abbrennen lassen.



Ingenieurbüro für bautechnischen Brandschutz und Brandschutztechnik

Dipl.-Ing. René Michehl

Zertifiziert nach EN ISO 9001 / 2015

Mitglied im BUNDESVERBAND FREIER SACHVERSTÄNDIGER e.V. (BVFS)

Reg.-Nr.: 01-1006-22

Hinsichtlich des Brandschutzes
bauaufsichtlich geprüft

29.08.2022

PrüfVerzNr. 487/04897/22

Signum :

BRANDSCHUTZ- KONZEPT

Der Prüfstempel und das Signum gelten für das BSK

Objekt: Errichtung von 1 Windenergieanlage
im "Windpark Klosterfelde"
als Repowering von 4 Bestandsanlagen
Wandlitz, OT Klosterfelde

Inhalt: Erstellung eines Brandschutzkonzeptes
im Genehmigungsverfahren

Auftraggeber: Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG
c/o up umweltplan GmbH
An der Plansche 4
16321 Bernau



Auftrag

Laut Auftrag vom 18.07.2022 ist für das o.g. Vorhaben – Erneuerung von 4 bestehenden Windenergieanlagen (WEA) durch 1 WEA als Repowering im „Windpark Klosterfelde“ auf Ackergelände in der Gemeinde Wandlitz, Gemarkung Klosterfelde - ein Brandschutzkonzept als Brandschutznachweis zu erstellen. Hierbei handelt es sich um 1 WEA im Zuge eines Repowering-Verfahrens mit Rückbau von 4 Bestandsanlagen.

Der Unterzeichner wird hierbei als Nachweisberechtigter für vorbeugenden Brandschutz unter der Listennummer 0208-B-I-05 herangezogen. Diese Nachweisberechtigung gilt gemäß § 66 BbgBO als „Eintragung anderer Länder“.

Dieses Brandschutzkonzept umfasst die feuerwehrtechnische Erschließung für das o.g. Vorhaben sowie dessen brandschutztechnische Beurteilung.

In Vorbereitung der Erstellung dieses Brandschutzkonzeptes fand im Vorfeld eine Reihe von Abstimmungen mit dem Auftraggeber/Entwurfsverfasser statt.

Mit diesem Brandschutzkonzept wird sich ausschließlich auf den eingangs benannten Auftrag bezogen.

Es ist zu bemerken, dass die im Rahmen der nachstehenden Ausführungen erarbeiteten Vorschläge grundsätzliche Lösungen für die Realisierung des Brandschutzkonzeptes beinhalten. Aussagen zu Detailproblemen erfolgen nur insofern, wie diese in den vorliegenden Planunterlagen erkennbar sind.

Für die Erstellung dieses Brandschutzkonzeptes lagen folgende Unterlagen vor:

- Technische Beschreibung –ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2; Stand 02.09.2020
- Technische Beschreibung – Brandschutz - ENERCON Windenergieanlage EP1, EP2, EP3; Stand 18.03.2021
- Technische Beschreibung –ENERCON Windenergieanlagen – Anlagensicherheit; Stand 30.06.2015
- Technische Beschreibung – Blitzschutz - ENERCON Windenergieanlage EP1, EP2, EP3; Stand 28.10.2019
- Technische Beschreibung – Turm E-138 EP3-HAT-131-ES-C-02
- Zusammenstellung der typengeprüften Dokumentation ENERCON E-138 EP3; Stand 27.04.2020
- Brandschutzkonzept für die Errichtung einer WEA Typ ENERCON E-138 EP3 E2 mit 131 m Nabenhöhe; Stand 30.07.2020



- Übersichtsplan Klosterfelde Windenergieanlagen (Stand 15.03.21 - Vorabzug)
- Stellungnahme Gemeinde vom 28.07.2022
- Stellungnahme Wasser-Abwasserverband vom 20.07.2022



Vorbemerkungen

Bei dem „Windpark Klosterfelde“ handelt es sich um ein bestehendes Windeignungsgebiet mit 10 bestehenden WEA.

Im Zuge eines Repowerings sollen 4 WEA des Typs ENERCON E-66 zurückgebaut und 1 neue WEA ENERCON E-138 EP3 E2 errichtet werden mit einer Gesamtbauhöhe von etwa 200 m, Nabenhöhe 131 m sowie Rotordurchmesser 138 m – der Hersteller der Anlage ist die Firma ENERCON.

Der Standort der geplanten Anlage befindet sich in der Gemarkung Klosterfelde, Flur 8, Flurstück 8.

Die WEA besteht aus der Nabe und dem Rotor, der Gondel (Maschinenhaus) und dem Turm.

Die Hauptkomponenten der WEA sind folgende:

- Rotorblätter
- Gondel
- Ringgenerator
- Turm

In der Gondel (Maschinenhaus) befinden sich u.a. der Ringgenerator, Nebenaggregate sowie Schaltschränke.

Die Gondel besteht aus einem feststehenden und den rotierenden Teil. Das tragende Element des feststehenden Generator-Stators ist der Statorträger mit 6 Tragarmen. Der Statorträger ist über den Statortragstern fest mit dem Maschinenträger verbunden. An den Enden der Tragarme ist der Statorring mit den Aluminiumwicklungen angebracht, in denen der elektrische Strom induziert wird. Der Maschinenträger ist das zentrale tragende Element der Gondel. An ihm sind direkt oder indirekt alle Teile des Rotors und des Generators befestigt. Der Maschinenträger ist über das Azimutlager drehbar auf dem Turmkopf gelagert. Mit den Azimutantrieben kann die gesamte Gondel gedreht werden, damit der Rotor stets optimal zum Wind ausgerichtet ist.

Die Gondelverkleidung besteht aus GFK. Sie ist aus mehreren Teilstücken gefertigt und mittels Stahlprofilen am Generator-Stator und an der Gondelbühne befestigt.

Die Rotorblätter werden aus GFK, Epoxidharz, Holz und Schaumstoff hergestellt.

Der Mittelspannungstransformator mit dazugehörigen Schaltschränken sowie die Steuereinheit der WEA befinden sich im Turmfuß. Die Mittelspannungsschaltanlage ist Schutzgas-isoliert.

Der Turm der WEA ist ein Hybridturm aus Betonfertigteilen mit Stahlsektion.



In der WEA sind u.a. folgende brennbaren Baustoffe/Materialien bzw. Brandlasten enthalten:

- die Rotorblätter aus glasfaserverstärktem Kunststoff, Epoxidharz, Holz und Schaumstoff (ca. 20,5 t)
- Gondelhülle aus GFK
- Elektrokabel und -kleinteile
- ca. 245 l Öl (Getriebe- und Hydrauliköl) und ca. 365 kg Fette/Schmierstoffe
- ca. 1.845 l synthetische Ester im Transformator
- Korrosionsschutzummantelung der Spannseile im Hybridturm
- Schläuche und sonstige Kunststoffkleinteile
- Akkumulatoren

Die Windenergieanlage ist eine bauliche Anlage und fällt unter den Geltungsbereich des Bauordnungsrechtes.

Die o.g. bauliche Anlage ist kein Gebäude, wird aber wegen ihrer Höhe von mehr als 30 m als Sonderbau gemäß § 2 Abs. 4 Punkt 2 BbgBO eingestuft.

Nach § 51 Abs. 1 BbgBO können an derartige bauliche Anlagen zur Erfüllung der allgemeinen Anforderungen nach § 3 Abs. 1 BbgBO besondere Anforderungen gestellt werden.

Es sind jedoch auch Erleichterungen zulässig, sofern es der Einhaltung von Vorschriften aufgrund der besonderen Art oder Nutzung baulicher Anlagen bzw. Räume nicht bedarf oder die Erleichterungen durch andere besondere Anforderungen kompensiert werden.

Erleichterungen bzw. Abweichungen von baurechtlichen Forderungen bzw. Technischen Regeln sind nur dann zulässig, wenn mit anderen vergleichbaren baulichen bzw. technischen Lösungen dem Schutzziel und den rechtlichen Anforderungen entsprochen werden kann.

Der „Leitfaden des Landes Brandenburg für Planung, Genehmigung und Betrieb von Windkraftanlagen im Wald“ (Stand Mai 2014) wurde zurückgezogen und findet keine verbindliche Anwendung mehr.

In der WEA als bauliche Anlage sind aus bauordnungsrechtlicher Sicht keine Aufenthaltsräume eingeordnet.

Das Innere des Turmes sowie das Maschinenhaus wird ausschließlich zu Wartungs-/Instandhaltungszwecken durch autorisiertes und unterwiesenes Fachpersonal betreten. Zu diesen Zwecken können sich 2 bis 6 Personen in der Anlage aufhalten.



Da keine Aufenthaltsräume/Arbeitsplätze in der o.g. baulichen Anlage eingeordnet sind, werden an die Rettungswege aus bauordnungsrechtlicher Sicht keine Anforderungen gestellt.



Schutzziele / Risikobewertung

Im § 3 Abs. 1 BbgBO ist vom Gesetzgeber das oberste Schutzziel so definiert, dass bauliche Anlagen sowie andere Anlagen und Einrichtungen u.a. so zu errichten sind, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben oder Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden.

Hinsichtlich des Brandschutzes stellt der Gesetzgeber im § 14 BbgBO an bauliche Anlagen grundlegende Anforderungen, indem sie so beschaffen sein müssen:

- dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird,
- dass bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren möglich ist sowie
- dass wirksame Löscharbeiten ermöglicht werden.

Im vorliegenden Fall ist einerseits zu untersuchen, welches Gefahrenpotential im Sinne des Brandschutzes im o.g. Objekt vorhanden ist und andererseits, was zu unternehmen ist, um den Brandschutz, insbesondere den Personenschutz, entsprechend der geltenden Vorschriften weitestgehend zu gewährleisten.

Das Risiko einer Brandentstehung und Brandausbreitung im o.g. Objekt wird als gering eingeschätzt, was sich auf folgende Faktoren begründet:

- Die vorhandenen Brandlasten sowie die Nutzung des Objektes begründen kein erhöhtes Risiko der Brandentstehung. Durch konstruktive und technische sowie organisatorische Maßnahmen wird in der Windkraftanlage dem Entstehen von Bränden wirksam entgegengewirkt.
- Von den Bauteilen, die großteils aus nichtbrennbaren bzw. schwerentflammenden Baustoffen hergestellt werden, geht kein erhöhtes Brandrisiko aus.
- Das Risiko der Brandausbreitung wird aufgrund der baulichen Konstruktion und der Standorte grundsätzlich auf das Maschinenhaus bzw. auf eine Anlage begrenzt.



Bei nicht auszuschließendem Herabfallen von brennenden Teilen auf den Boden kann aufgrund möglicher trockener Vegetation ein erhöhtes Risiko der Brandausbreitung auf dem Boden bestehen.

- Aufgrund der gesonderten Vorkehrungen zur Personenrettung sind die Risiken für die Flucht und Rettung der im Objekt befindlichen Personen und somit für den Personenschutz gering.
- Ein Risiko für die Brandbekämpfung wird aufgrund der Umstände, dass Löscharbeiten durch die Feuerwehr ausschließlich am Boden möglich sind, ebenso als gering bewertet.

Insgesamt kann eingeschätzt werden, dass bei Umsetzung der konstruktiven, technischen und organisatorischen Brandschutzmaßnahmen des Bauherrn gemäß Technischer Beschreibung sowie der Hinweise in diesem Brandschutzkonzept das Brandrisiko als relativ gering eingeschätzt werden kann.

Eine theoretisch großflächige Brandausbreitung wird bei Einhaltung aller betriebsorganisatorischen Brandschutzmaßnahmen als unwahrscheinlich angesehen.



Brandschutztechnische Bewertung

- Lage / Zugänglichkeit / Abstandsflächen

Die geplante 1 Windenergieanlage ist auf Ackerfläche angeordnet.

Die Zufahrt zur o.g. WEA erfolgt von Süden über die Stolzenhagener Straße als öffentliche Straße, weiter über einen befestigten Feldweg bis hin zum Standort der WEA.

Gemäß BbgBO sind vor Außenwänden von Gebäuden Abstandsflächen von oberirdischen Gebäuden freizuhalten. Das gilt auch entsprechend für andere Anlagen, von denen Wirkungen wie von Gebäuden ausgehen, gegenüber Gebäuden und Grundstücksgrenzen, bzw. bei Gebäudeabschlusswänden ist eine besondere Ausführung erforderlich.

Im vorliegenden Fall werden ausreichend Abstandsflächen um die WEA als bauliche Anlage eingehalten.

- Baulich-konstruktiver Brandschutz

An den Turm und das Maschinenhaus werden keine bauordnungsrechtlichen Anforderungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile bzw. einer brandschutztechnischen Unterteilung der baulichen Anlage gestellt.

Die Vorgaben des Anlagenherstellers/Bauherrn zur konstruktiven Ausbildung der Windkraftanlage dienen insbesondere dem Sachwertschutz.

- Rettungswege

Wie eingangs beschrieben, sind keine Aufenthaltsräume/Arbeitsplätze in der o.g. baulichen Anlage eingeordnet, sodass an die Rettungswege aus bauordnungsrechtlicher Sicht keine Anforderungen gestellt werden.

Für das in der WEA tätige Personal stehen aus arbeitsschutz-/unfallschutzrechtliche Gründen besondere Maßnahmen zur Selbstrettung zur Verfügung. So ist in der Gondel ein spezielles Evakuierungsgerät installiert, mit dem ein Notabstieg aus der Windenluke im Heck der Maschine oder im Turm möglich ist.



Die Vorgaben der ASR A1.3 sowie A3.4/3 sind darüber hinaus entsprechend zu beachten.

- Brandschutztechnik

Bauordnungsrechtlich sind in der o.g. baulichen Anlage keine Maßnahmen zur Brandfrüherkennung und Alarmierung sowie zur Rauchableitung gefordert.

Seitens des Anlagenherstellers/Bauherrn werden gesonderte Maßnahmen zur Brandfrüh- und Störungserkennung in den technischen Komponenten mit Stör-/Alarmweiterleitung auf die betriebseigene Service-Zentrale vorgesehen.

Alle relevanten Komponenten werden mit Temperaturfühlern überwacht. Erhöhte Temperaturen bzw. Überdrehzahlen führen zur sofortigen Abschaltung der WEA. Über das ENERCON SCADA System erfolgt dann eine Weiterleitung der „Störmeldung“ an die Service-Zentrale.

Folgende Temperaturen werden in der WEA kontrolliert und ausgewertet:

- Temperatur in der Maschine
- Temperatur im Rotorkopf
- Lagertemperaturen der Rotorlager
- Temperatur im Turm
- Temperatur in den Schaltschränken
- Temperatur des Transformators
- Temperaturüberwachung Lüfter und Heizregister.

Darüber hinaus sind 3 Rauchschalter in der Gondel vorgesehen (am Maschinenträger, am Generator, im Maschinenhaus). Weitere 4 Rauchschalter befinden sich im Turm. Bei den Rauchschaltern handelt es sich um Brandmelder mit optischer Raucherkennung und zusätzlichem Temperaturfühler ($> 70^{\circ}\text{C}$). Die Rauchschalter sind ebenfalls auf SCADA-System aufgeschaltet.

Bei Detektion von Feuer oder Rauch wird die WEA sofort abgeschaltet und es erfolgt eine Stör-/Alarmweiterleitung auf die Service-Zentrale.

Die Steuerleitung bleibt nach Abschaltung der WEA funktionsfähig, sodass über die Fernüberwachung die aktuellen Zustände abgerufen werden können.

Feuerlöschanlagen werden für die WEA bauordnungsrechtlich nicht gefordert. In der geplanten WEA ist aufgrund der Lage in einer „Offenlandschaft“ keine Löschanlage erforderlich.



Gemäß § 46 BbgBO müssen bauliche Anlagen, bei denen nach Lage, Bauart oder Nutzung Blitzschlag leicht eintreten oder zu schweren Folgen führen kann, mit dauernd wirksamen Blitzschutzanlagen DIN EN 62305 versehen werden.
Die WEA wird mit Blitz- und Überspannungsschutz nach DIN EN 61400-24 „Blitzschutz für Windenergieanlage“ ausgestattet.

- Abwehrender Brandschutz

Für die Erstbrandbekämpfung werden in den WEA im Maschinenhaus und im Turmfuß CO₂-Feuerlöscher vorgehalten.

Gemäß den Vorgaben des Anlagenherstellers müssen bei der Durchführung von Schweißarbeiten darüber hinaus Feuerlöschdecken vorhanden sein.

Wirksame Löscharbeiten an den technischen Einrichtungen im Turmfuß sind in der Regel nur mit CO₂-Löschmittel bzw. Schaumlöschmittel möglich.

Brennende Teile im Maschinenhaus können durch die Feuerwehr nur nach dem Herabfallen auf den Boden im Rahmen von „Restablöschung“ bekämpft werden.

Die für die Brandbekämpfung erforderlichen Sonderlöschmittel sind zum einen vor Ort vorzuhalten (CO₂-Feuerlöscher) bzw. werden mit den Einsatzfahrzeugen der Feuerwehr unter Beachtung der speziellen „Alarm- und Ausrückeordnung“ mitgeführt.

Im Brandfall der Gondel bzw. der Rotorblätter kann es durch herabfallende brennende Trümmerteile zu Flächenbränden von trockenem Getreide, Gras oder anderen Agrarprodukten kommen.

In diesem Zusammenhang ist auch das Vorhalten einer leistungsfähigen Löschwasserversorgung erforderlich.

Da WEA nicht als Gebäude zu bewerten sind und somit auch nicht in den Geltungsbereich des Arbeitsblattes W 405 des DVGW fällt, ist auch die Richtwerttabelle des Arbeitsblattes nicht anwendbar.

Es kann davon ausgegangen werden, dass für den bestehenden Windpark im Rahmen der erfolgten Genehmigungsverfahren die erforderliche Löschwasserversorgung zur Durchführung von wirksamen Löscharbeiten geprüft wurde und Löschwasserreservoirs und Löschwasserentnahmestellen festgelegt und entsprechend unterhalten werden.

Mit der Errichtung der o.g. WEA und dem damit verbundenen Rückbau von 4 bestehenden WEA erhöht sich der Löschwasserbedarf mit Bezug auf den Bestand nicht.

Gemäß Stellungnahme des zuständigen Versorgungsträgers vom 20.07.2022 ist für das o.g. Vorhaben eine rechnerische Wasserentnahme über 2 Stunden aus dem



Trinkwassernetz über Hydranten von ca. 48 m³/h bei einer Wegentfernung von bis zu 900 m möglich.

Im Zuge der Beteiligung der zuständigen Brandschutzdienststelle im Genehmigungsverfahren können hinsichtlich der Löschwasserversorgung weitergehende Angaben/Anforderungen erfolgen.

Auf der Grundlage des Besorgnisgrundsatzes des Wasserrechts (§ 19g Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz – WHG) müssen zum Schutz der Gewässer (einschließlich Grundwasser) vor verunreinigtem Löschwasser, das bei einem eventuellen Brand eines Lagers wassergefährdender Stoffe anfällt, Löschwasserrückhaltemaßnahmen vorgehalten werden.

Als Grundlage für die Bemessung der Löschwasserrückhaltemaßnahmen dient die LÖRüRL bei Lagerung von wassergefährdenden Stoffen mit Einstufung in eine Wassergefährdungsklasse (WGK).

Da in den o.g. baulichen Anlagen keine wassergefährdenden Stoffe mit WGK über den definierten Freigrenzen eingelagert werden, findet die LÖRüRL hier keine Anwendung. Erfolgt hierbei eine Änderung ist nach § 19 WHG eine erneute Bewertung des Sachverhaltes erforderlich.

Die Feuerwehrezufahrt zur o.g. WEA ist von Süden, von der Stolzenhagener Straße als öffentliche Straße, weiter über einen befestigten Feldweg bis hin zum Standort der WEA möglich.

Die für die Errichtung der WEA anzulegenden Zuwegungen, geeignet für Schwerlastverkehr, und Kranstellflächen werden für die Feuerwehr weiterhin nutzbar ausgeführt.

Seitens der zuständigen Brandschutzdienststelle kann für den „Windpark Klosterfelde“ die Erstellung eines Feuerwehrplanes nach DIN 14 095 gefordert werden, welche dann im Entwurf mit der Brandschutzdienststelle abzustimmen ist.

- Organisatorischer Brandschutz

Durch betriebsorganisatorische Maßnahmen ist seitens des Anlagenbetreibers/Bauherrn sicherzustellen, dass die im Objekt vorhandenen baulichen und technischen Brandschutzeinrichtungen ihre bestimmungsgemäße Funktion uneingeschränkt erfüllen und bei festgestellten Mängeln deren Beseitigung unverzüglich veranlasst wird und erforderliche Kompensationen bis zur Mangelbeseitigung festgelegt werden.



Für den automatischen Betrieb und für Wartungsarbeiten sind seitens des Anlagenbetreibers/Bauherrn konkrete organisatorische Maßnahmen im Brandfall (Maßnahmeplan) festgeschrieben. Sowohl das Personal in der Service-Zentrale als auch das Wartungspersonal werden regelmäßig in den Maßnahmeplan unterwiesen.

Die technischen Sicherheitseinrichtungen, die Brand- und Störungsmeldetchnik sowie die Handfeuerlöscher unterliegen regelmäßiger Wartung und Prüfung durch autorisiertes Personal.

Für die Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen können seitens des Anlagenbetreibers/Bauherrn fachkundige Dritte vertraglich gebunden werden.



Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzustellen, dass im Komplex der bereits für das o.g. Vorhaben geplanten Brandschutzmaßnahmen mit den oben aufgeführten Anforderungen aus brandschutztechnischer Sicht gegen die Realisierung des o.g. Vorhabens **keine** Bedenken bestehen.

Eventuell weitere erforderliche Brandschutzmaßnahmen, welche anhand vorliegender Unterlagen bzw. besonderer örtlicher Gegebenheiten nicht erkennbar sind, bleiben vorbehalten.

Es wird auch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass weitergehende Anforderungen im Zusammenhang mit der Verkehrssicherungspflicht und versicherungsrechtliche Belange vorbehalten sind.

Vorstehende Ausführungen stehen nur im Zusammenhang mit Gründen des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes.

Sie beziehen sich ausschließlich auf das o.g. Bauvorhaben und dürfen nicht verallgemeinert oder auf andere Gebäude oder bauliche Anlagen übertragen werden.

Durch dieses Brandschutzkonzept werden Entscheidungen zuständiger Behörden nicht berührt.

Dieses Brandschutzkonzept enthält 15 Seiten.

Hinweis

Vervielfältigungen dürfen nur vollständig und mit Zustimmung des Unterzeichners erfolgen.

Änderungen der untersuchten Sachverhalte im Detail bzw. in ihrem Zusammenwirken stellen die unabgestimmte Verwendung von Aussagen in Frage bzw. machen diese unwirksam.

Demzufolge sind vorherige Abstimmungen mit dem Unterzeichner erforderlich.

Das vorliegende Brandschutzkonzept wurde nach besten Wissen und Gewissen und in Abstimmung mit dem Bauvorlageberechtigten Entwurfsverfasser erstellt.

Niederlungwitz, den 29. August 2022

Dipl.-Ing. René Michehl



Paul-Wunderlich-Haus · Am Markt 1 · 16225 Eberswalde

Dipl.-Ing. Matthias Oeckel
Prüfingenieur für Brandschutz
Glasmeisterstraße 5+7
14482 Potsdam

EINGEGANGEN

10. Nov. 2022

487/04897/22

Der Landrat

Ordnungsamt
Bevölkerungsschutz

Paul-Wunderlich-Haus
Am Markt 1
16225 Eberswalde
Bearbeiter/-in Marko Blankenburg
Raum N.1.20
Telefon 03334 214 1094
Telefax 03334 214 2081
4813@kvbarnim.de

8. November 2022

Ihr Zeichen
487/04897/22

Unser Zeichen
32-38.78.11-7

**VORHABEN REPOWERING VON VIER
BESTANDSANLAGEN UND ERRICHTUNG UND BETRIEB
EINER WINDENERGIEANLAGE IN WANDLITZ OT
KLOSTERFELDE
Hier: Stellungnahme entsprechend Ihrer Anforderung vom
21. September 2022**

Sehr geehrter Herr Oeckel,

nach Prüfung der von Ihnen zur Verfügung gestellten und der mir vorliegenden Unterlagen kann ich Ihnen mitteilen, dass keine Bedenken in Bezug auf einen angemessenen Brandschutz meinerseits bestehen.

Die vorliegende Stellungnahme wurde auf Grundlage des Brandschutzkonzeptes des Ingenieurbüros René Michehl vom 29.08.2022 erstellt. Im Folgenden befinden sich die Aussagen der Brandschutzdienststelle zu Ihren konkreten Aufgabenstellungen.

1 BRANDRISIKO

Soweit keine Personen gefährdet sind, besteht für die Feuerwehr aufgrund der Eigensicherung und der fehlenden Einsatzmittel keine Möglichkeit und kein Erfordernis für einen Löschangriff in der WEA. Aufgrund der Höhe der baulichen Anlage sowie der rotierenden Teile wird ein Gefahrenbereich festgelegt. Innerhalb dieses Bereiches besteht ein sehr hohes Risiko eines Feldbrandes durch herabfallende Teile der WEA. Somit werden auch keine Maßnahmen der Feuerwehr (Löschangriff, etc.) innerhalb dieses Gefahrenbereiches vorgenommen.

Aufgrund der Größe des Gefahrenbereiches in Abhängigkeit von der Narbenhöhe kann ein Feldbrand erst beim Verlassen des Gefahrenbereiches bekämpft werden. Bei entsprechenden



Sprechzeiten der Kreisverwaltung
Dienstag 9 bis 18 Uhr
Montag, Mittwoch bis Freitag
Termine nach Vereinbarung

Aktuelle Informationen im Internet unter
www.barnim.de

Bankverbindung
Sparkasse Barnim
IBAN: DE31 1705 2000 2310 0000 03
BIC: WELA DE D1 GZE
Gläubiger-ID: DE 66 ZZZ 00000021576

Telefonzentrale
03334 214-0

Postfach
Postfach 100446, 16204 Eberswalde

Die genannte E-Mail-Adresse dient nur für den Empfang formloser Mitteilungen ohne digitale Signatur und/oder Verschlüsselung.

Windverhältnissen ist eine schnelle Ausbreitung eines Brandes wahrscheinlich.

2 RETTUNGSWEGE

Die Windenergieanlage verfügen über keine Aufenthaltsräume. Die WEA kann lediglich im Rahmen der Selbstrettung über den Aufstieg bzw. über eine Abseilluke verlassen werden. Eine Rettung durch die Feuerwehr über Hubrettungsgeräte der Feuerwehr ist aufgrund der Narbenhöhe nicht möglich.

3 LÖSCHWASSERVERSORGUNG

Das Brandschutzkonzept verweist bei der Löschwasserversorgung auf die Verantwortung der Gemeinde als Aufgabenträger für den Brandschutz. Das Löschwasser soll gem. Brandschutzkonzept aus einem bestehenden Hydranten in 900m Wegeentfernung bereitgestellt werden. Im Hinblick auf das OVG-Urteil (OVG Berlin-Brandenburg Az: OVG11B6.15) wäre die Löschwasserversorgung als gesichert zu betrachten.

Auflage: Die Löschwasserbereitstellung aus dem öffentlichen Netz ist zu prüfen. Bei abweichenden Löschwassermengen ist die Löschwasserversorgung mit der Brandschutzdienststelle abzustimmen und ggf. ergänzende Löschwassermengen bereitzustellen.

4 BRANDMELDEANLAGE

In der Windkraftanlage ist die Überwachung über Multisensoren sowie eine interne Alarmierungsanlage vorgesehen. Die Anlage wird für eine Personen(selbst)rettung als ausreichend erachtet.

5 ZUSAMMENFASSUNG

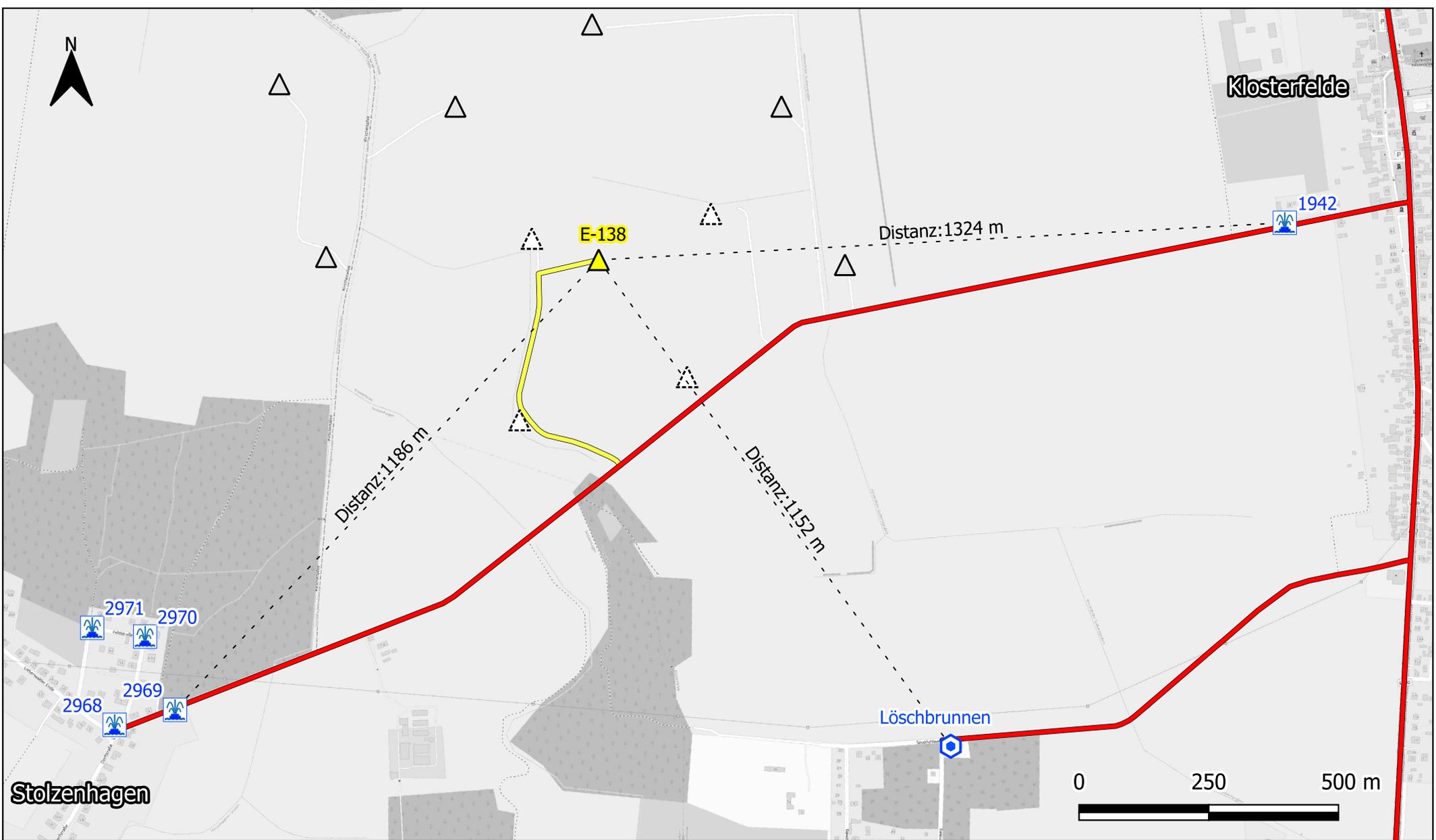
Aufgrund der vorgenannten Gründe habe ich keine Bedenken in Bezug eines angemessenen Brandschutzes gem. BbgBO § 14 bei dem mir vorliegenden Bauvorhaben.

Für Rückfragen stehe ich Ihnen gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen
im Auftrag



Marko Blankenburg
Sachbearbeiter vorbeugender Brandschutz



Feuerwehrplan

Windpark Klosterfelde
Windkraftanlage E-138

-  Windkraftanlage (E-138)
-  Windkraftanlagen Bestand
-  Windkraftanlagen Bestand Rückbau
-  Feuerlöschbrunnen der Gemeinde

-  Unterflurydranten
-  befestigte Zuwegung Windpark (zu E-138)
-  Zuwegung Straße

Bauherr & Betreiber:
Windkraft Klosterfelde GmbH & Co. KG
An der Plansche 4
16321 Bernau
Mail: info@umweltplan.com
Tel.: 03338 70330 / 01774222466

Zeichner:
F. Vach
Erstelldatum:
17.09.2024

Repowering Klosterfelde Ergänzung zum Brandschutzkonzept

Auskunft zur technischen Ausstattung der Ortswehr Klosterfelde gemäß Forderung des LfU vom 02.09.2024. Grundlage ist die schriftliche Stellungnahme der Sachgebietsleiterin Gemeinde Wandlitz, Fr. Lange, des Ordnungsamtes / SG Zivil-, Brand- und Katastrophenschutz, OA3 vom 24.09.2024 (Schreiben ist beigelegt).

- i) Löschgruppenfahrzeug des Typs LF20
- ii) Feuerlöschkreiselpumpe FPN 10-2000
- iii) 14 x B-Feuerwehrschräuche des Typs B75-20
- iv) 12 x C-Feuerwehrschräuche des Typs C42-15
- v) 6 x Saugschräuche des Typs A-1600
- vi) Schlauchhaspel/Schnellangriffshaspel mit 30 Metern

Eine Versorgung im Brandfall gemäß Brandschutzkonzept ist damit sichergestellt.

**Windpark Klosterfelde
GmbH & Co. KG**
An der Plansche 4
16321 Bernau



Bernau, 01.10.2024

Windpark
Klosterfelde
GmbH & Co. KG

Sitz:
An der Plansche 4
16321 Bernau

E-mail
info@
umweltplan.com

Amtsgericht
Frankfurt/ Oder
HRA 1644 FF

persönlich
haftende
Komplementärin

umweltplan
projekt GmbH
An der Plansche 4
16321 Bernau

Telefon
03338-7033-0

FAX
03338-7033-29

E-mail
office@
umweltplan.com

Amtsgericht
Frankfurt (Oder)
HRB 8832 FF

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. (FH)
Frank Vach

Von: Fridolin Vach | Umweltplan
Gesendet: Dienstag, 1. Oktober 2024 10:55
An: Niklas Becker | Umweltplan
Betreff: WG: Fragen/ Ergänzungen zum Brandschutzkonzept wegen Windpark Klosterfelde

Von: feuerwehr <feuerwehr@wandlitz.de>
Datum: 24. September 2024 um 10:43:39 MESZ
An: Frank Vach | Umweltplan <FrankVach@umweltplan.com>
Kopie: "Paulikat, Ilka" <Ilka.Paulikat@wandlitz.de>
Betreff: **AW: Fragen/ Ergänzungen zum Brandschutzkonzept wegen Windpark Klosterfelde**

Guten Morgen Herr Vach,

bitte entschuldigen Sie die verspätete Rückmeldung. Aufgrund einer kurzfristig angesetzten Kampfmittelsprengung in der vergangenen Woche und des damit einhergehenden organisatorischen Aufwandes bin ich bisher nicht zur Beantwortung Ihrer E-Mail gekommen.

Zu Ihren Fragen kann ich Ihnen folgende Rückmeldungen geben:

- Zu 1) Die Inbetriebnahme des Löschwasserbrunnens ist für Ende diesen Jahres geplant.
- Zu 2) Die von Ihnen in der Übersichtskarte dargestellten Unterflurhydranten sind aktuell. Mir ist nicht bekannt, dass neue Hydranten in diesem Bereich errichtet wurden. Um Sicherzugehen empfehle ich Ihnen, sich mit dem Niederbarnimer Wasser- und Abwasserzweckverband (NWA) in Verbindung zu setzen. Diesen erreichen Sie unter info@nwa-zehlendorf.de. Andere Löschwasserentnahmestellen der Gemeinde, wie z.B. Löschwasserbrunnen, -teiche oder -zisternen, gibt es in diesem Bereich bisher nicht.
- Zu 3) Die Ortswehr Klosterfelde verfügt über ein LF20 mit einer Feuerlöschkreiselpumpe FPN 10-2000, 14 B-Schläuchen B75-20, 12 C-Schläuchen C42-15, 6 Saugschläuchen A-1600 sowie einer Schnellangriffshaspel mit 30 m. Weiterhin ist in Klosterfelde ein TLF 16/25 stationiert. Dieses verfügt über eine Feuerlöschkreiselpumpe FPN 10-2000, 12 B-Schläuche B75-20, 8 C-Schläuche C42-15, 6 Saugschläuche A-1600 sowie eine Schnellangriffshaspel mit 30 m.

Sollten sich noch weitere Rückfragen ergeben, stehe ich Ihnen gern zur Verfügung.

Freundliche Grüße
i. A. S. Lange



Gemeinde Wandlitz
D-16348 Wandlitz
Prenzlauer Chaussee 157
www.wandlitz.de

Frau Lange
Ordnungsamt / SG Zivil-, Brand- und Katastrophenschutz, OA3

Sachgebietsleiterin
Tel: +49 33397 360-430
E-Mail: Feuerwehr@wandlitz.de

Die genannte E-Mailadresse dient nur zum Empfang einfacher Mitteilungen ohne Signatur und/oder Verschlüsselung. Sie dient nicht der Übermittlung rechtsverbindlicher Erklärungen und Anträge, die nach geltendem Recht der Schriftform bedürfen!

Betreff: AW: AW: Prüfung Brandschutzkonzept: AZ 32-38.78.11-7, unsere Prüf-Nr. 487/04897/22, Repowering von vier Bestandsanlagen + Errichtung einer Windenergieanlage - Windpark Klosterfelde, 16348 Wandlitz OT Klosterfelde, Anfrage Änderung Löschwasser

Von: [REDACTED]@kvbarnim.de

Gesendet: 29.01.2024 16:29:30

An: [REDACTED]@drzauft.de;

Sehr geehrter Herr Till,

aus meiner Sicht bestehen keine Einwände gegen die Nutzung der bestehenden Hydranten im Straßenland. Der Überschreitung des Abstandes von 1.000 m zwischen Hydrant und WEA wird aufgrund der Zugänglichkeit (an einer Kreisstraße) und der Ergiebigkeit (DN100) zugestimmt.

Hinweis: Die Zustimmung erfolgt als Ermessungsentscheidung im Einzelfall und ist nicht auf andere Vorhaben übertragbar.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag

Marko Blankenburg
Sachbearbeiter vorbeugender Brandschutz

Ordnungsamt
Bevölkerungsschutz
Landkreis Barnim
Neue Str. 3
D-16225 Eberswalde

Telefon: [REDACTED]

Telefax: [REDACTED]

[REDACTED]@kvbarnim.de

www.barnim.de

WICHTIGE HINWEISE

Die von der Kreisverwaltung Barnim angegebenen E-Mail-Adressen dienen nur zum Empfang einfacher Mitteilungen ohne Signatur und/oder Verschlüsselung.

Sie dienen nicht der Übermittlung rechtsverbindlicher Erklärungen und Anträge, die nach geltendem Recht der Schriftform bedürfen.

Die E-Mail-Adresse dient der Sachbearbeitung und ist nicht zur Zustellung persönlicher Post geeignet.

Der Empfang von Dateianhängen ist auf eine Größe von 35 MB pro E-Mail begrenzt.

Als Anhänge werden nur die Dateiformate pdf, xps, txt, csv, xml, rtf, docx, xlsx, ppsx, odt, ods, odp, jpg und bmp akzeptiert.

Bewerben Sie sich jetzt! Gestalten Sie die Zukunft unseres nachhaltigen Landkreises mit und werden Sie Teil unserer Verwaltung.



Von: DR.ZAUFT | Alexander Till [REDACTED]@drzauft.de>

Gesendet: Dienstag, 2. Januar 2024 10:19

An: BSD <BSD@kvbarnim.de>

Betreff: Re: AW: Prüfung Brandschutzkonzept: AZ 32-38.78.11-7, unsere Prüf-Nr. 487/04897/22, Repowering von vier Bestandsanlagen + Errichtung einer Windenergieanlage - Windpark Klosterfelde, 16348 Wandlitz OT Klosterfelde, Anfrage Änderung Löschwasser

Sehr geehrter Herr Blankenburg,

zunächst wünsche ich Ihnen ein frohes und gesundes neues Jahr.

Anbei übersende ich Ihnen zwei Lagepläne. Im Übersichtsplan des Vermessers ist die Zufahrt zur Windenergieanlage dargestellt. Die andere Übersichtskarte stellt die nächstgelegenen Löschwasserentnahmestellen (Hydrantennetz) dar.

Die Unterflurhydranten sollen nunmehr zur Löschwasserentnahme dienen, sind jedoch mehr als 1.000 m (Wegstrecke) entfernt. Aus meiner Sicht ist dies in diesem konkreten Einzelfall möglich, da gleich zwei separate Hydrantennetze (in zwei Ortschaften) in einer annähernd gleichen Entfernung zur Verfügung stehen.

Ich bitte um Rückmeldung, wie Sie diesen Sachverhalt sehen.

Für Rückfragen stehe ich Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

i.A. Alexander Till

Zitat von BSD@kvbarnim.de:

Sehr geehrter Herr Till,

können Sie uns die neuen Planunterlagen (Standorte WEA und Löschwasserentnahmestelle) zusenden? Einer Überschreitung der 1.000 m kann zugestimmt werden, wenn die Löschwasserentnahmestelle beispielsweise besser erreichbar ist oder besser angefahren werden kann. Oder wenn eine andere Entnahmestelle in einer entsprechenden Entfernung tatsächlich vorhanden ist, jedoch rechtlich nicht gesichert ist (oder werden kann).

Für Rückfragen stehe ich Ihnen gern zur Verfügung (28.12. oder ab 02.01.2024).
Ich wünsche Ihnen einen guten Start in das neue Jahr.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag

Marko Blankenburg

Sachbearbeiter vorbeugender Brandschutz

Ordnungsamt
Bevölkerungsschutz
Landkreis Barnim
Neue Str. 3
D-16225 Eberswalde

Telefon: 03334 214 1094
Telefax: 03334 214 2081

BSD@kvbarnim.de

www.barnim.de

WICHTIGE HINWEISE

Die von der Kreisverwaltung Barnim angegebenen E-Mail-Adressen dienen nur zum Empfang einfacher Mitteilungen ohne Signatur und/oder Verschlüsselung.

Sie dienen nicht der Übermittlung rechtsverbindlicher Erklärungen und Anträge, die nach geltendem Recht der Schriftform bedürfen.

Die E-Mail-Adresse dient der Sachbearbeitung und ist nicht zur Zustellung persönlicher Post geeignet.

Der Empfang von Dateianhängen ist auf eine Größe von 35 MB pro E-Mail begrenzt.

Als Anhänge werden nur die Dateiformate pdf, xps, txt, csv, xml, rtf, docx, xlsx, ppsx, odt, ods, odp, jpg und bmp akzeptiert.

Bewerben Sie sich jetzt! Gestalten Sie die Zukunft unseres nachhaltigen Landkreises mit und werden Sie Teil unserer Verwaltung.



Von: Alexander Till [REDACTED]@drzauft.de>

Gesendet: Mittwoch, 6. Dezember 2023 14:23

An: Bevölkerungsschutz <bevoelkerungsschutz@kvbarnim.de>

Betreff: Prüfung Brandschutzkonzept: AZ 32-38.78.11-7, unsere Prüf-Nr. 487/04897/22, Repowering von vier Bestandsanlagen + Errichtung einer Windenergieanlage - Windpark Klosterfelde, 16348 Wandlitz OT Klosterfelde, Anfrage Änderung Löschwasser

Sehr geehrter Herr Blankenburg,
Sehr geehrte Damen und Herren,

leider konnte ich Sie telefonisch nicht erreichen.

Beim o.g. Bauvorhaben haben Sie uns im November 2022 eine Stellungnahme zugearbeitet. Nunmehr muss die Löschwasserversorgung noch einmal überdacht werden. Die Entfernung der geplanten Windenergieanlage zu den nächstgelegenen Löschwasserentnahmestellen wird vermutlich mehr als 1.000 m betragen. Ich würde mich gerne hierzu mit Ihnen abstimmen und bitte daher um einen Rückruf.

Für Rückfragen stehe ich Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

i.A. Alexander Till

M. Sc. Alexander Till
Mitarbeiter des Prüfenieurs

■ Dipl.-Ing. Matthias Oeckel, Prüfenieur für Brandschutz

Glasmeisterstraße 5+7
14482 Potsdam

www.drzauft.de

T +49 331 74 76 1279
F +49 331 74 76 180

M.Sc.
Alexander Till
Mitarbeiter des Prüfenieurs

■ Dipl.-Ing. Matthias Oeckel, Prüfenieur für Brandschutz

Glasmeisterstraße 5+7
14482 Potsdam

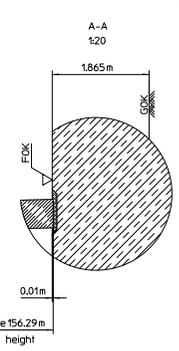
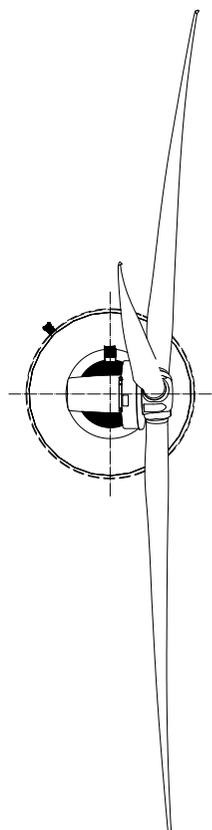
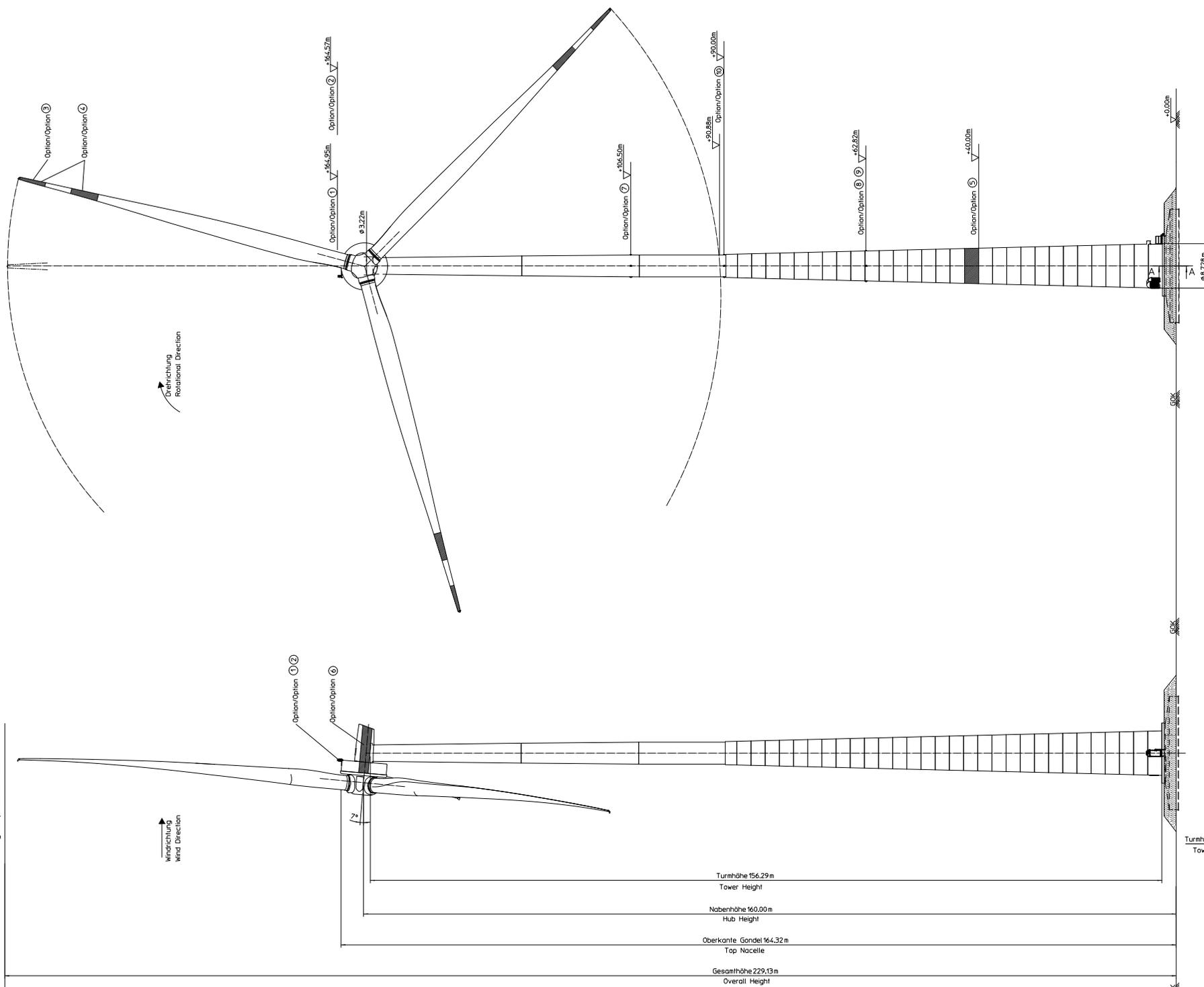
www.drzauft.de

T +49 331 74 76 1279
F +49 331 74 76 180

12.9 Sonstiges

Anlagen:

- Ansichtszeichnung.pdf
- Fundament.pdf
- Gondelschnitt.pdf
- TypenPrüfung E-138.pdf



Turmhöhe 156.29m
Tower height

Nabenhöhe 160.00m
Hub Height

Oberkante Gondel 164.32m
Top Nacelle

Gesamthöhe 229.13m
Overall Height

Projektbezogene Angaben / Project-specific data	
Projekt / Project	
Geländehöhe über NNH / Ground elevation above sea level	
Gesamthöhe über NNH / Total elevation above sea level	
FGK: Fundamentoberkante / Top foundation	
GOK: Geländeoberkante / Top ground	
Optionen / Options	
① Nachkennzeichnung / Nighttime marking in Rot / in red	
② Tageskennzeichnung / Daytime marking weißes Blitzlicht mit Sichtverreduzierung white strobe lights with visibility reduction	
③ Tageskennzeichnung / Daytime marking 6m rot (RAL 3020) / graue Rotorblätter (RAL 7038) / 6m rot (RAL 3020) grey rotor blade (RAL 7038)	
④ Tageskennzeichnung / Daytime marking rot/graurot (RAL 3020 / RAL 7038 / RAL 3020 je 6m lang / red/grey/red RAL 3020 / RAL 7038 / RAL 3020 each 6m long	
⑤ Tageskennzeichnung / Daytime marking 3m Farbleist RAL 3020 / 3m colour field RAL 3020	
⑥ Tageskennzeichnung Farbleister beidseitig an der Gondelverbindung RAL 3020 / Daytime marking Double-sided colour field on nacelle RAL 3020	
⑦ Nachkennzeichnung / Nighttime marking Hindernisse auf jeder Turmschneise / Obstruction beacon on every tower axis	
⑧ Nachkennzeichnung / Nighttime marking Hindernisse auf jeder Turmschneise / Obstruction beacon on every tower axis	
⑨ Schallminderungsstandard 3 Sensoren in Winkel von 120° / 3 sensors at an angle of 120°	
⑩ Nachkennzeichnung / Nighttime marking Hindernisse auf jeder Turmschneise / Obstruction beacon on every tower axis	

		Projektname: EP3.00.149-8 Blatt: 1/1 Datum: 2023-09-08	
3. Revisionsdatum	27.09.2023	4. Revisionsdatum	27.09.2023
2. Revisionsdatum	27.09.2023	5. Revisionsdatum	27.09.2023
1. Revisionsdatum	27.09.2023	6. Revisionsdatum	27.09.2023
3. Entwurfsdatum: 27.09.2023 4. Entwurfsdatum: 27.09.2023 5. Entwurfsdatum: 27.09.2023 6. Entwurfsdatum: 27.09.2023		Ansehungszeichnung Hybridturm EP3.00.149-8 E2-HT-160-ES-C-01	
1. Entwurfsdatum: 27.09.2023 2. Entwurfsdatum: 27.09.2023		WRO-Turm DE 1/1	

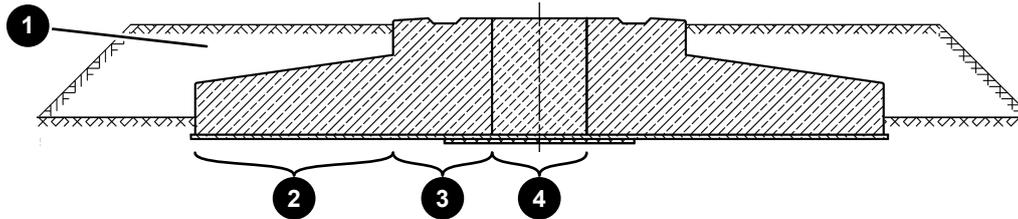


Abb. 1: Fundamentschnitt mit Aufschüttung

1	Bodenaufschüttung	2	Sporn
3	Sockel	4	Bereich ohne Bewehrung

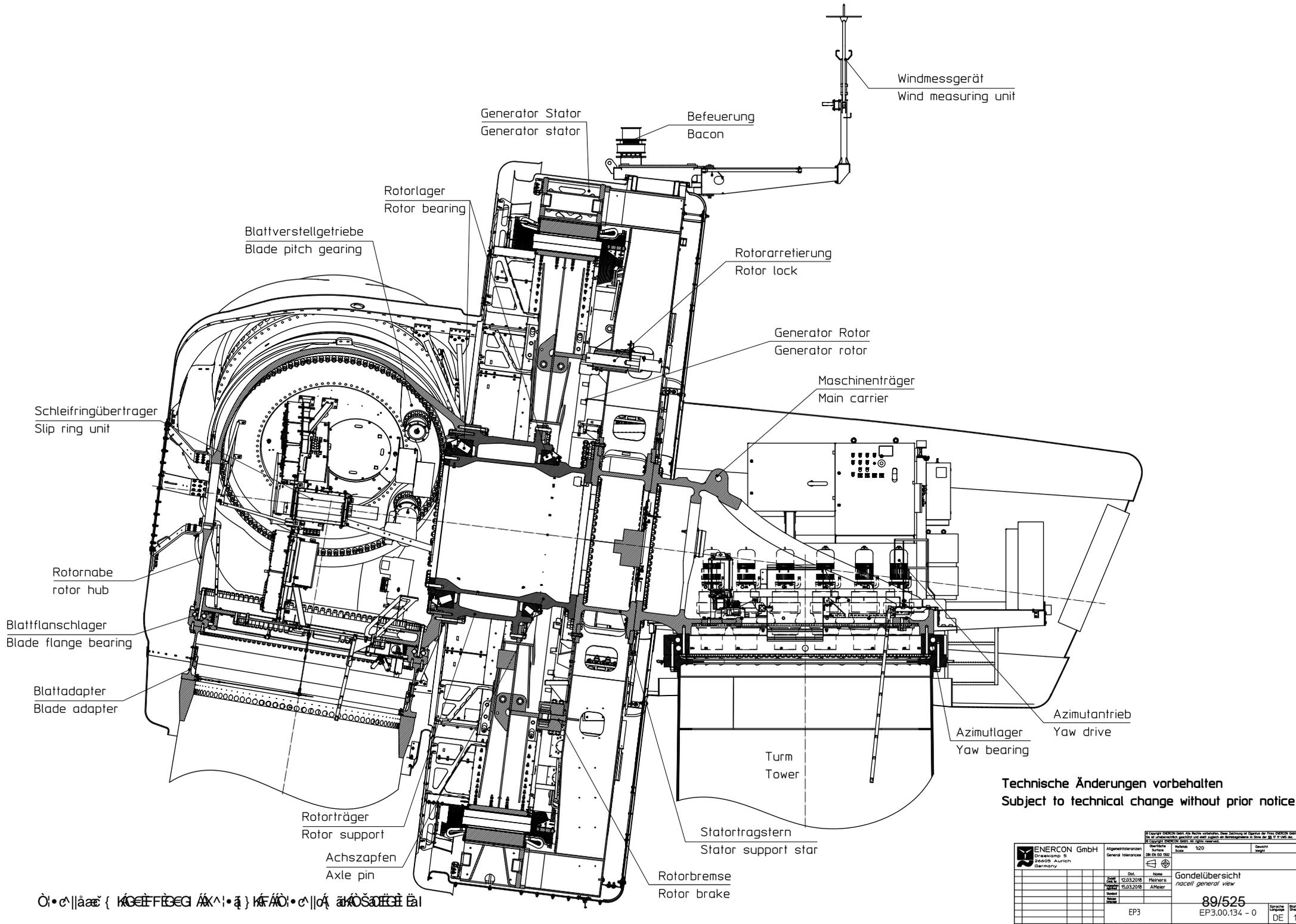
Kreisförmige Flachgründung (mit Teilauftrieb)

Die Gründung besteht aus einem kreisringförmigen Sporn mit innenliegendem Sockel, der als Auflager für den Turm dient. Das Fundament wird aus Beton C35/45 (der obere Teil des Sockels) und aus C30/37 (der Rest des Fundaments) hergestellt. Unter dem Fundament befindet sich eine 0,10 m dicke Sauberkeitsschicht aus Beton C12/15.

In der Sockelmitte ist die Verankerungskonstruktion der externen Spannritzen einbetoniert. Innerhalb dieser Konstruktion befindet sich ein Bereich ohne Bewehrung mit einem Durchmesser von 4,40 m, der als Leerrohrdurchführung dient. Auf den Sporn wird eine dauerhafte Bodenaufschüttung aufgebracht, die bis 0,10 m unter die Sockeloberkante reicht. Alternativ kann eine Bodenaufschüttung mit einer gleichmäßigen Höhe von 0,50 m bezogen auf den Sporn aufgebracht werden. Die Sockeloberkante liegt 1,87 m über der Geländeoberkante.

Der Außendurchmesser des Fundaments beträgt 22,50 m, der Durchmesser des Sockels beträgt 10,90 m. Die Höhe des Sporns beträgt innen 2,00 m und außen 0,70 m. Die Sockelhöhe beträgt 2,60 m.

Wenn die Aufschüttung bis 0,10 m unter die Sockeloberkante erfolgt, ist für diese Gründung ein Grundwasserstand bis zur Geländeoberkante zulässig. Wenn die Aufschüttung nur 0,50 m auf den Sporn erfolgt, liegt der erlaubte Wasserstand unter der Fundamentunterkante.



ENERCON GmbH Dreieckamp 5 28605 Aurich Germany		Allgemeine Toleranzen General tolerances DIN EN ISO 1302	Oberfläche Surface Ra 3,2	Maßstab Scale 1:20	Gewicht Weight KG
Datum Date 12.03.2016		Zeichner Drafter M.Meier		Geprüft Inspected A.Meier	
EP3		ID Nr.: KM132810		Blatt/Blätter Sheet/Sheets DE 1/1	

Zusammenstellung der typengeprüften Dokumentationen

ENERCON

E-138 EP3-HT-160-ES-C-01
E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

ENERCON GmbH
Dreekamp 5
D - 26605 Aurich
Telefon: 0 49 41 – 927–0
Telefax: 0 49 41 – 927–109

Rev. 3

1 Prüfbescheid E-138 EP3	3166558-11-d Rev.3 vom 27.04.2020
2 Prüfbescheid E-138 EP3 E2	3166558-1-d Rev.3 vom 27.04.2020
3 Hybridturm	3119511-1-d Rev.4 vom 20.03.2020
3.1 Übersichtsplan Gesamtturm	D0867756-4
3.2 Bewehrung Rohteile	D0867761-1
3.3 Schalplan 1	D0867762-0
3.4 Schalplan 2	D0867763-0
3.5 Bewehrung Übergangsstück	D0867764-1
3.6 Schalplan Übergangsstück	D0867760-2
3.7 Schalplan Rohrteile	D0867765-1
3.8 Übersicht Stahlturm	D0867759-3
3.9 Montageplan	D0918251-0
4 Flachgründung mit und ohne Auftrieb ohne Spannraum \varnothing 22,50	3119511-2-d Rev.4 vom 27.04.2020
4.1 Fundamentdatenblatt	D0858723-2
4.2 Schalplan	D0867757-1
4.3 Bewehrungsplan	D0867758-3

5 Flachgründung mit und ohne Auftrieb mit Spannraum \varnothing 22,50
3119511-3-d Rev.3 vom 27.04.2020

5.1	Fundamentdatenblatt	D0889738-1
5.2	Schalplan	D0886116-1
5.3	Bewehrung Fundament RT 1.0	D0886117-4
5.4	Bodenplatte für Fundament bei Grundwasser	D0886118-2

6 Zusammenstellung der Gutachtlichen Stellungnahmen
8117 568 225 D Rev. 1 vom 16.04.2020

6.1	Lastannahmen für Turm und Fundament 131m	8115 022 604-1 D I Rev. 3
6.2	Lastannahmen für Turm und Fundament 111m	8115 022 604-1 D II Rev. 2
6.3	Lastannahmen für Turm und Fundament 131m	8115 920 151-1 D III Rev. 2
6.4	Lastannahmen für Turm und Fundament 131m	8115 920 151-1 D V Rev. 2
6.5	Lastannahmen für Turm und Fundament 81m	8115 920 151-1 D VI Rev. 2
6.6	Lastannahmen für Turm und Fundament 160m	8115 920 151-1 D VII Rev. 0
6.7	Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau	8115 920 151-1 D IV Rev. 5
6.8	Sicherheitssystem und Handbücher	8115 022 604-2 D Rev. 1
6.9	Elektrische Komponenten und Blitzschutz	8115 022 604 -5 D Rev. 1
6.10	Rotorblatt	8115 022 604-3 D Rev. 3

6.11 Maschinenbauliche Komponenten	8116 092 817-4 D Rev. 2
6.12 Verkleidung und Strukturen	8116 092 817-12 D Rev. 3
7 Zusammenstellung der Gutachtlichen Stellungnahmen	8117 142 915 D Rev. 1 vom 16.04.2020
7.1 Lastannahmen für Turm und Fundament 111m	8117 142 915-1 D I Rev. 0
7.2 Lastannahmen für Turm und Fundament 149m	8117 142 915-1 D II Rev. 1
7.3 Lastannahmen für Turm und Fundament 131m	8117 142 915-1 D III Rev. 0
7.4 Lastannahmen für Turm und Fundament 131m	8117 142 915-1 D IV Rev. 0
7.5 Lastannahmen für Turm und Fundament 160m	8117 142 915-1 D V Rev. 2
7.6 Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau	8117 142 915-1 D VI Rev. 1
7.7 Sicherheitssystem und Handbücher	8117 142 915-2 D Rev. 1
7.8 Elektrische Komponenten und Blitzschutz	8117 142 915-5 D Rev. 1
7.9 Rotorblatt	8117 142 915-3 D Rev. 1
7.10 Maschinenbauliche Komponenten	8117 142 915-4 D Rev. 1
7.11 Verkleidung und Strukturen	8116 503 696-12 D Rev. 1

8 Revisionstabelle

Datum	Änderung
26.09.2019 Rev. 0	Dokument erstellt 1 Hybridturm 3119511-1-d Rev.1 vom 19.09.2019 1.1 Übersichtsplan Gesamtturm D0867756-0 1.2 Bewehrung Rohteile D0867761-0 1.3 Schalplan D0867762-0 1.4 Schalplan D0867763-0 1.5 Bewehrung Übergangsstück D0867764-0 1.6 Übersicht Stahlturm D0867759-02 2 Flachgründung mit Auftrieb Ø 22,50 3119511-2-d vom 13.09.2019 2.3 Fundamentdatenblatt D0858723-2 Rev. 2 2.1 Schalplan D0867757-0 2.2 Bewehrungsplan 1 D0867758-0 3 Zusammenstellung der Gutachtlichen Stellungnahmen 3.1 Lastannahmen für Turm und Fundament 8115920151-1 D VII Rev.0 3.2 Lastannahmen für Turm und Fundament 8117142915-1 D V Rev.0 3.3 Sicherheitssystem und Handbücher 8115022604- 2 D Rev.0 vom 09.09.2019 3.4 Rotorblatt 8115022604- 3 D Rev.1 vom 13.09.2019 3.5 Elektrische Komponenten und Blitzschutz 8115022604- 5 D Rev.0 vom 06.09.2019 3.6 Turmkopfflansch 8115022604- 11 D II Rev.0 vom 08.02.2019
11.12.2019 Rev. 1	1 Hybridturm 3119511-1-d Rev.2 vom 29.11.2019 Übersichtsplan Gesamtturm D0867756-2 Bewehrung Rohteile D0867761-1 Bewehrung Übergangsstück D0867764-1 Übersicht Stahlturm D0867759-1 2 Flachgründung mit Auftrieb Ø 22,50 m 3119511-2-d Rev. 1 vom 29.11.2019 3 Flachgründung RT mit Spannraum mit und ohne Auftrieb Ø 22,50 m 3119511-3-d vom 29.11.2019 Fundamentdatenblatt D0889738-1 Schalplan D0886116-0 Bewehrung Fundament RT 1.0 D0886117-0 Bodenplatte für Fundament bei Grundwasser D0886118-0 4 Zusammenstellung der Gutachtlichen Stellungnahmen 5 Zusammenstellung Gutachtlicher Stellungnahmen 8117142915 D Rev. 2 vom 28.11.2019 Lastannahmen für Turm und Fundament 8117142915-1 D I Rev.0 Lastannahmen für Turm und Fundament 8117142915-1 D II Rev.0 Lastannahmen für Turm und Fundament 8117142915-1 D III Rev.0 Lastannahmen für Turm und Fundament 8117142915-1 D IV Rev.0 Lastannahmen für Turm und Fundament 8117142915-1 D V Rev.0 Lastannahmen für Turm und Fundament 8117142915-1 D VI Rev.0 Sicherheitssystem und Handbücher 8117142915-2 D Rev.0 Elektrische Komponenten und Blitzschutz 8117142915-5 D Rev.0 Rotorblatt 8117142915-3 D Rev.0 Maschinenbauliche Komponenten 8117142915-4 D Rev.0 Verkleidungen & Strukturen 8116503696-12 D Rev. 0

06.03.2020 Rev. 2	1	Prüfbescheid E-138 EP3	3166558-11-d Rev.1 vom 21.01.2020	
	2	Prüfbescheid E-138 EP3 E2	3166558-1-d Rev.1 vom 21.01.2020	
	3	Hybridturm	3119511-1-d Rev.3 vom 21.01.2020	
	3.1	Übersichtsplan Gesamtturm	D0867756-2	
	3.2	Bewehrung Rohteile	D0867761-1	
	3.3	Schalplan 1	D0867762-0	
	3.4	Schalplan 2	D0867763-0	
	3.5	Bewehrung Übergangsstück	D0867764-1	
	3.6	Übersicht Stahlturm	D0867759-1	
	4	Flachgründung mit und ohne Auftrieb ohne Spannraum II 22,50	3119511-2-d Rev.2 vom 21.01.2020	
	4.1	Fundamentdatenblatt	D0858723-2	
	4.2	Schalplan	D0867757-0	
	4.3	Bewehrungsplan 1	D0867758-0	
	5	Flachgründung mit und ohne Auftrieb mit Spannraum II 22,50	3119511-3-d Rev.1 vom 21.01.2020	
	5.1	Fundamentdatenblatt	D0889738-1	
	5.2	Schalplan	D0886116-0	
	5.3	Bewehrung Fundament RT 1.0	D0886117-0	
	5.4	Bodenplatte für Fundament bei Grundwasser	D0886118-0	
	6	Zusammenstellung der Gutachtlichen Stellungnahmen	8117 568 225 D Rev. 0 vom 13.12.2019	
	6.1	Lastannahmen für Turm und Fundament	8115 022 604-1 D I Rev. 3	
	6.2	Lastannahmen für Turm und Fundament	8115 022 604-1 D II Rev. 2	
	6.3	Lastannahmen für Turm und Fundament	8115 920 151-1 D III Rev. 2	
	6.4	Lastannahmen für Turm und Fundament	8115 920 151-1 D V Rev. 2	
	6.5	Lastannahmen für Turm und Fundament	8115 920 151-1 D VI Rev. 1	
	6.6	Lastannahmen für Turm und Fundament	8115 920 151-1 D VII Rev. 0	
	6.7	Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau	8115 920 151-1 D IV Rev. 4	
	6.8	Sicherheitssystem und Handbücher	8115 022 604-2 D Rev. 0	
	6.9	Elektrische Komponenten und Blitzschutz	8115 022 604 -5 D Rev. 0	
	6.10	Rotorblatt	8115 022 604-3 D Rev. 2	
	6.11	Maschinenbauliche Komponenten	8116 092 817-4 D Rev. 1	
	6.12	Verkleidung und Strukturen	8116 092 817-12 D Rev. 2	
	7	Zusammenstellung der Gutachtlichen Stellungnahmen	8117 142 915 D Rev. 0 vom 28.11.2019	
	7.1	Lastannahmen für Turm und Fundament 111m	8117 142 915-1 D I Rev. 0	
	7.2	Lastannahmen für Turm und Fundament 149m	8117 142 915-1 D II Rev. 0	
	7.3	Lastannahmen für Turm und Fundament 131m	8117 142 915-1 D III Rev. 0	
	7.4	Lastannahmen für Turm und Fundament 131m	8117 142 915-1 D IV Rev. 0	
	7.5	Lastannahmen für Turm und Fundament 160m	8117 142 915-1 D V Rev. 0	
	7.6	Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau	8117 142 915-1 D VI Rev. 0	
	7.7	Sicherheitssystem und Handbücher	8117 142 915-2 D Rev. 0	
	7.8	Elektrische Komponenten und Blitzschutz	8117 142 915-5 D Rev. 0	
	7.9	Rotorblatt	8117 142 915-3 D Rev. 0	
	7.10	Maschinenbauliche Komponenten	8117 142 915-4 D Rev. 0	
	7.11	Verkleidung und Strukturen	8116 503 696-12 D Rev. 0	

07.05.2020 Rev.3	1 Prüfbescheid E-138 EP3	3166558-11-d Rev.3 vom 27.04.2020
	2 Prüfbescheid E-138 EP3 E2	3166558-1-d Rev.3 vom 27.04.2020
	3 Hybridturm	3119511-1-d Rev.4 vom 20.03.2020
	Schalplan Rohrteile	D0867765-1
	Übersicht Stahlturm	D0867759-3
	Montageplan	D0918251-0
	4 Flachgründung mit und ohne Auftrieb ohne Spannraum Ø 22,50	3119511-2-d Rev.4 vom 27.04.2020
	Schalplan	D0867757-1
	Bewehrungsplan	D0867758-3
	5 Flachgründung mit und ohne Auftrieb ohne Spannraum Ø 22,50	3119511-3-d Rev.3 vom 27.04.2020
	Schalplan	D0886116-1
	Bewehrung Fundament RT 1.0	D0886117-4
	Bodenplatte für Fundament bei Grundwasser	D0886118-2
	6 Zusammenstellung der Gutachtlichen Stellungnahmen 8117 568 225 D Rev. 1 vom 16.04.2020	
	Lastannahmen für Turm und Fundament 81m	8115 920 151-1 D VI Rev. 2
	Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau	8115 920 151-1 D IV Rev. 5
	Sicherheitssystem und Handbücher	8115 022 604-2 D Rev. 1
	Elektrische Komponenten und Blitzschutz	8115 022 604 -5 D Rev. 1
	Rotorblatt	8115 022 604-3 D Rev. 3
	Maschinenbauliche Komponenten	8116 092 817-4 D Rev. 2
	Verkleidung und Strukturen	8116 092 817-12 D Rev. 3
	7 Zusammenstellung der Gutachtlichen Stellungnahmen 8117 142 915 D Rev. 1 vom 16.04.2020	
	Lastannahmen für Turm und Fundament 149m	8117 142 915-1 D II Rev. 1
	Lastannahmen für Turm und Fundament 160m	8117 142 915-1 D V Rev. 2
	Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau	8117 142 915-1 D VI Rev. 1
	Sicherheitssystem und Handbücher	8117 142 915-2 D Rev. 1
	Elektrische Komponenten und Blitzschutz	8117 142 915-5 D Rev. 1
Rotorblatt	8117 142 915-3 D Rev. 1	
Maschinenbauliche Komponenten	8117 142 915-4 D Rev. 1	
Verkleidung und Strukturen	8116 503 696-12 D Rev. 1	



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

PRÜFAMT FÜR STANDSICHERHEIT FÜR DIE
BAUTECHNISCHE PRÜFUNG VON WINDENERGIEANLAGEN

Prüfbescheid für eine Typenprüfung

Datum: 27.04.2020

Prüfnummer: 3166558-11-d Rev. 3

Objekt: **Turm und Fundamente E-138 EP3**
Hybridturm E-138 EP3-HT-160-ES-C-01(Bögl E20)
Windenergieanlage ENERCON E-138 EP3
Rotorblatt Typ E-138 EP3-RB-01
Nabenhöhe 160 m
Windzone 2, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3

Prüfgrundlage: DIBt-Richtlinie 2012

**Hersteller und
Konstruktion
WEA:** ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

**Hersteller und
Konstruktion Turm
und Fundament:** ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

Auftraggeber: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

Gültig bis: 18.12.2024

Unsere Zeichen:
IS-ESW-MUC/CST

Dokument:
3166558-11-
d_Rev.3_ENERCON_E-138
EP3_Bögl E20 Turm_TPB.docx

Das Dokument besteht aus
7 Seiten.
Seite 1 von 7

Die auszugsweise Wiedergabe des
Dokumentes und die Verwendung
zu Werbezwecken bedürfen der
schriftlichen Genehmigung der
TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.

Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
USt-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV
unter www.tuev-sued.de/impressum

Aufsichtsrat:
Reiner Block (Vorsitzender)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Christian Bauerschmidt, Thomas Kainz

Telefon: +49 89 5791-3146
Telefax: +49 89 5791-2956
www.tuev-sued.de/is

TUV[®]

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit für die
bautechnische Prüfung von
Windenergieanlagen
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland



Revision	Datum	Änderungen
0	19.12.2019	Erstfassung
1	21.01.2020	Neue Revision Dokumente [1] bis [3].
2	24.04.2020	Neue Revision Dokumente [1] bis [3] und [5]. Redaktionelle Änderungen
3	27.04.2020	Neue Revision Dokument [2] und [3].

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Bestimmungen.....3

2. Anlagenbeschreibung3

3. Prüfgrundlage4

4. Prüfberichte zur bautechnischen Prüfung.....4

5. Gutachtliche Stellungnahmen.....5

6. Zusammenfassung.....6

Anlage 1:.....7



1. Allgemeine Bestimmungen

Die Typenprüfung für die in Abschnitt 2 beschriebene Windenergieanlage besteht aus den unter Abschnitt 4 aufgeführten Prüfberichten sowie diesem Typenprüfbescheid. Grundlage der Typenprüfung sind die in Abschnitt 5 gelisteten Gutachterlichen Stellungnahmen.

Die Typenprüfung bestätigt die Prüfung der Standsicherheit der gelisteten Türme und Gründungen.

Dieser Prüfbescheid zur Typenprüfung ersetzt nicht die Bestätigung des Auflagenvollzugs. Er ersetzt keine für die Durchführung von Bauvorhaben erforderlichen Genehmigungen.

Bei Abweichungen von diesem Prüfbescheid zur Typenprüfung oder den unter Abschnitt 4 und 5 aufgeführten zugehörigen Prüfberichten und Stellungnahmen sowie den darin geprüften Unterlagen und gelisteten Prüfgrundlagen ist die Standsicherheit im Einzelfall nachzuweisen und zu prüfen.

Es wird davon ausgegangen, dass Hersteller und Betreiber ihren Verpflichtungen zur Gewährleistung des sicheren Betriebes der Anlage nachkommen und über im Betrieb festgestellte, auslegungsrelevante Auffälligkeiten, wie z.B. Schwingungsphänomene, berichten und gegebenenfalls veranlassen, dass entsprechende Untersuchungen durchgeführt und neue Berechnungen zur Prüfung vorgelegt werden.

2. Anlagenbeschreibung

Die hier behandelte Windenergieanlage vom Typ ENERCON E-138 EP3 mit 160 m Nabenhöhe besteht aus einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor mit einer getriebelosen Generatoreinheit.

Die Anlage wird mittels Blattwinkelverstellung und variabler Rotordrehzahl geregelt.

Umgebungsbedingungen und Daten der Maschine gemäß Herstellerangaben:

Nennleistung	3,5 MW
Windzone	2
Geländekategorie	II
Nabenhöhe	160 m
Rotordurchmesser nominell	138,59 m
Rotordurchmesser (inkl. Vorbiegung und Konuswinkel)	138,25 m
Rotorblatttyp	E-138 EP3-RB-01
Rotordrehzahlbereich (Produktionsbetrieb)	4,4 – 12,42 U/min
Nennwindgeschwindigkeit, V_r (1 Sekunden Mittelwert)	11,1 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit (10 Minuten Mittelwert)	28 m/s
Einschaltwindgeschwindigkeit (10 Minuten Mittelwert)	2 m/s
Jahresmittel der Windgeschwindigkeit (1 Jahres Mittelwert)	7,71 m/s
Extremer 50-Jahres-Wind, V_{ref} (10 Minuten Mittelwert)	38,96 m/s
Lebensdauer*	25 Jahre

* Tausch von Komponenten des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems nach 20 Jahren erforderlich

Tabelle 1



In der folgenden Tabelle sind die möglichen Turm- und Gründungsvarianten mit den entsprechenden Prüfberichten gelistet:

Nabenhöhe	160 m
Turmkonstruktion	Hybridturm [1]
Fundamente	Flachgründung RT 2.0 ohne Spannraum mit und ohne Auftrieb [2]
	Flachgründung RT 1.0 mit Spannraum mit und ohne Auftrieb [3]

Tabelle 2

Detaillierte Beschreibungen der Bauteile Turm und Fundament sind in den zitierten Prüfberichten zu finden.

3. Prüfgrundlage

Der Prüfung wurden die folgenden Normen und Richtlinien zugrunde gelegt:

- /1/ „Richtlinie für Windenergieanlagen“, herausgegeben vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt), Version 2012, korrigierte Fassung März 2015
- /2/ DIN EN 61400-1:2011 „Windenergieanlagen – Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010“
- /3/ IEC 61400-1:2005 „Wind turbines – Part 1: Design requirements“
- /4/ Änderungen 1 (2010) zur Norm IEC 61400-1:2005 „Wind Turbines – Part 1: Design requirements“

Nach den Anerkennungsnotizen im Vorwort von /2/ entspricht die Norm /2/ inhaltlich /3/ und /4/. Entsprechend kann in den in Abschnitt 5 gelisteten Gutachterlichen Stellungnahmen gleichwertig /2/ oder /3/ in Kombination mit /4/ als Prüfgrundlage verwendet werden.

In den Prüfberichten in Abschnitt 4 und Gutachterlichen Stellungnahmen in Abschnitt 5 sind die jeweils zugrunde gelegten Normen und Richtlinien genannt.

4. Prüfberichte zur bautechnischen Prüfung

Gegenstand der Typenprüfung ist die Prüfung der Standsicherheitsnachweise sowie die Prüfung der zugehörigen Konstruktionszeichnungen für den Turm und die zugehörigen Gründungen entsprechend Tabelle 2.

Die im Rahmen der Prüfungen eingereichten Unterlagen sind in den folgenden Prüfberichten aufgelistet.

Die geprüften und mit rundem Prüfstempel versehenen Unterlagen entsprechen den Anforderungen der DIBt-Richtlinie /1/ sowie den in den folgenden Prüfberichten genannten Normen und Richtlinien und sind im Wesentlichen vollständig und richtig.

Die Prüfung der Podeste, Besteigeeinrichtungen und Innenausbauten des Turmes ist nicht Bestandteil dieser Typenprüfung.



- [1] „Prüfbericht für eine Typenprüfung – Prüfung der Standsicherheit – Hybridturm E-138 EP3-HT-160-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 (Bögl E20), Windenergieanlagen ENERCON E-138 EP3 und E138-EP3 E2, 160 m Nabenhöhe, Windzone 2, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 14 Seiten,
Dokument Nr.: 3119511-1-d, Rev. 4, Datum 2020-03-20
- [2] „Prüfbericht für eine Typenprüfung – Prüfung der Standsicherheit – Flachgründung, Turm: E-138 EP3-HT-160-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 (Bögl E20), Fundament: Flachgründung RT 2.0 ohne Spannraum mit und ohne Auftrieb, $\varnothing = 22,50$ m, Windzone 2, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 8 Seiten,
Dokument Nr.: 3119511-2-d, Rev. 4, Datum 2020-04-27
- [3] „Prüfbericht für eine Typenprüfung – Prüfung der Standsicherheit – Flachgründung, Turm: E-138 EP3-HT-160-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 (Bögl E20), Fundament: Flachgründung RT 1.0 mit Spannraum mit und ohne Auftrieb, $\varnothing = 22,50$ m, Windzone 2, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 8 Seiten,
Dokument Nr.: 3119511-3-d, Rev. 3, Datum 2020-04-27

5. Gutachtliche Stellungnahmen

Die folgenden gutachtlichen Stellungnahmen gemäß /1/ Abs. 3.I. wurden im Rahmen dieser Typenprüfung vorgelegt:

- Bestätigung der Schnittgrößen für den Nachweis von Turm und Gründung, Rotorblätter und Maschinenbau (Lastgutachten)
- Nachweis der Sicherheitseinrichtungen (Sicherheitsgutachten)
- Nachweis der Rotorblätter
- Nachweis der maschinenbaulichen Komponenten (Maschinengutachten)
- Nachweis der Verkleidung von Maschinenhaus und Nabe
- Nachweis für die elektrotechnischen Komponenten und den Blitzschutz

Als Grundlage für die Lastannahmen gilt die folgende gutachtliche Stellungnahme:

- [4] „Gutachtliche Stellungnahme – Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01, NH 160.0 m (E-138 EP3-HT-160-ES-C-01), DIBt WZ 2, GK II - Lastannahmen für Turm und Fundament -“ erstellt von TÜV NORD CERT GmbH, 11 Seiten,
Dokument Nr. 8115920151-1 D VII, Rev. 0, Datum 2019-08-22

Für die weiteren oben genannten Unterlagen gilt die folgende Zusammenstellung der gutachtlichen Stellungnahmen:

- [5] „Zusammenstellung Gutachtlicher Stellungnahmen für die Typenprüfung der Windenergieanlage ENERCON E-138 EP3“, erstellt von TÜV NORD CERT GmbH, 5 Seiten,
Dokument Nr. 8117 568 225 D, Rev. 1, Datum 2020-04-16

Die Zusammenstellung von gutachtlichen Stellungnahmen ist im Sinne der DIBt Richtlinie /1/ Abschnitt 3.I vollständig. Die darin vorgegebenen Werte und Eigenschaften wurden in den Nachweisen von Turm und Gründungen berücksichtigt. Die gutachtlichen Stellungnahmen bestätigen die Übereinstimmung mit den in Abschnitt 3 gelisteten Prüfgrundlagen.

Die gutachtliche Stellungnahme [5] beinhaltet die Bestätigung des statischen Tests des Rotorblatts.



Industrie Service

6. Zusammenfassung

Die eingereichten Gutachtlichen Stellungnahmen und Prüfberichte für den Turm und die zugehörigen Gründungen der Windenergieanlage vom Typ ENERCON E-138 EP3 entsprechen den Anforderungen der DIBt-Richtlinie /1/.

Die Anforderungen an die Standsicherheit des Turmes und der Gründungen sind erfüllt, vorausgesetzt, alle in den Prüfberichten genannten Auflagen sowie alle Auflagen und Bemerkungen der zugehörigen gutachtlichen Stellungnahmen werden beachtet bzw. vollzogen. Eine Übersicht der Auflagen kann Anlage 1 dieses Typenprüfbescheids entnommen werden.

Der Turm und die zugehörigen Gründungen sind mindestens alle 2 Jahre durch einen Sachverständigen für Windenergieanlagen auf den Erhaltungszustand hin zu überprüfen. Wenn von der Herstellerfirma eine laufende (mindestens jährliche) Überwachung und Wartung der Windenergieanlage durchgeführt wird, kann der Zeitraum der Fremdüberwachung auf 4 Jahre verlängert werden. Über die Überprüfung bzw. Überwachung und Wartung ist mindestens alle 2 Jahre ein Bericht zu erstellen.

Für die Verlängerung der Typenprüfung sind die eingereichten Unterlagen, insbesondere die Zeichnungen und die Berechnungen für den Turm und die zugehörigen Gründungen, zu einer erneuten Überprüfung hinsichtlich geänderter Vorschriften oder Richtlinien vorzulegen.

**TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit für die
bautechnische Prüfung von Windenergieanlagen**

Der Bearbeiter

C. Stiglmeier

Der Leiter

i.V. S. Mayer



Anlage 1:

Detaillierter Verweis auf die einzelnen Auflagen der zugrundeliegenden Prüfberichte und Gutachtlichen Stellungnahmen:

[1]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 18
[2]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 11
[3]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 11
[4]	Kapitel 6, Auflagen 6.1 bis 6.3
[5]	Alle in den in [5] zitierten gutachtlichen Stellungnahmen genannten Prüfbemerkungen sind zu beachten beziehungsweise zu vollziehen.



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

PRÜFAMT FÜR STANDSICHERHEIT FÜR DIE
BAUTECHNISCHE PRÜFUNG VON WINDENERGIEANLAGEN

Prüfbescheid für eine Typenprüfung

Datum: 27.04.2020

Prüfnummer: 3166558-1-d Rev. 3

Objekt: **Turm und Fundamente E-138 EP3 E2**
Hybridturm E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01(Bögl E20)
Windenergieanlage ENERCON E-138 EP3 E2
Rotorblatt Typ E-138 EP3-RB-02
Nabenhöhe 160 m
Windzone 2, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3

Prüfgrundlage: DIBt-Richtlinie 2012

**Hersteller und
Konstruktion
WEA:** ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

**Hersteller und
Konstruktion Turm
und Fundament:** ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

Auftraggeber: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

Gültig bis: 12.09.2024

Unsere Zeichen:
IS-ESW-MUC/CST

Dokument:
3166558-1-
d_Rev.3_ENERCON_E-138 EP3
E2_Bögl E20 Turm_TPB.docx

Das Dokument besteht aus
7 Seiten.
Seite 1 von 7

Die auszugsweise Wiedergabe des
Dokumentes und die Verwendung
zu Werbezwecken bedürfen der
schriftlichen Genehmigung der
TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.

Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
USt-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV
unter www.tuev-sued.de/impressum

Aufsichtsrat:
Reiner Block (Vorsitzender)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Christian Bauerschmidt, Thomas Kainz

Telefon: +49 89 5791-3146
Telefax: +49 89 5791-2956
www.tuev-sued.de/is

TUV[®]

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit für die
bautechnische Prüfung von
Windenergieanlagen
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland



Industrie Service

Revision	Datum	Änderungen
0	12.12.2019	Erstfassung
1	21.01.2020	Neue Revision Dokumente [1] bis [4].
2	24.04.2020	Neue Revision Dokumente [1] bis [3] und [5]. Redaktionelle Änderungen
3	27.04.2020	Neue Revision Dokumente [2] und [3].

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeine Bestimmungen.....	3
2.	Anlagenbeschreibung	3
3.	Prüfgrundlage	4
4.	Prüfberichte zur bautechnischen Prüfung.....	4
5.	Gutachtliche Stellungnahmen.....	5
6.	Zusammenfassung.....	6
	Anlage 1:.....	7



1. Allgemeine Bestimmungen

Die Typenprüfung für die in Abschnitt 2 beschriebene Windenergieanlage besteht aus den unter Abschnitt 4 aufgeführten Prüfberichten sowie diesem Typenprüfbescheid. Grundlage der Typenprüfung sind die in Abschnitt 5 gelisteten Gutachterlichen Stellungnahmen.

Die Typenprüfung bestätigt die Prüfung der Standsicherheit der gelisteten Türme und Gründungen.

Dieser Prüfbescheid zur Typenprüfung ersetzt nicht die Bestätigung des Auflagenvollzugs. Er ersetzt keine für die Durchführung von Bauvorhaben erforderlichen Genehmigungen.

Bei Abweichungen von diesem Prüfbescheid zur Typenprüfung oder den unter Abschnitt 4 und 5 aufgeführten zugehörigen Prüfberichten und Stellungnahmen sowie den darin geprüften Unterlagen und gelisteten Prüfgrundlagen ist die Standsicherheit im Einzelfall nachzuweisen und zu prüfen.

Es wird davon ausgegangen, dass Hersteller und Betreiber ihren Verpflichtungen zur Gewährleistung des sicheren Betriebes der Anlage nachkommen und über im Betrieb festgestellte, auslegungsrelevante Auffälligkeiten, wie z.B. Schwingungsphänomene, berichten und gegebenenfalls veranlassen, dass entsprechende Untersuchungen durchgeführt und neue Berechnungen zur Prüfung vorgelegt werden.

2. Anlagenbeschreibung

Die hier behandelte Windenergieanlage vom Typ ENERCON E-138 EP3 E2 mit 160 m Nabenhöhe besteht aus einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor mit einer getriebelosen Generatoreinheit.

Die Anlage wird mittels Blattwinkelverstellung und variabler Rotordrehzahl geregelt.

Umgebungsbedingungen und Daten der Maschine gemäß Herstellerangaben:

Nennleistung	4,2 MW
Windzone	2
Geländekategorie	II
Nabenhöhe	160 m
Rotordurchmesser nominell	138,59 m
Rotordurchmesser (inkl. Vorbiegung und Konuswinkel)	138,25 m
Rotorblatttyp	E-138 EP3-RB-02
Rotordrehzahlbereich (Produktionsbetrieb)	4,4 – 13,875 U/min
Nennwindgeschwindigkeit, V_r (1 Sekunden Mittelwert)	12,1 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit (10 Minuten Mittelwert)	28 m/s
Einschaltwindgeschwindigkeit (10 Minuten Mittelwert)	2 m/s
Jahresmittel der Windgeschwindigkeit (1 Jahres Mittelwert)	7,71 m/s
Extremer 50-Jahres-Wind, V_{ref} (10 Minuten Mittelwert)	38,96 m/s
Lebensdauer*	25 Jahre

* Tausch von Komponenten des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems nach 20 Jahren erforderlich

Tabelle 1



In der folgenden Tabelle sind die möglichen Turm- und Gründungsvarianten mit den entsprechenden Prüfberichten gelistet:

Nabenhöhe	160 m
Turmkonstruktion	Hybridturm [1]
Fundamente	Flachgründung RT 2.0 ohne Spannraum mit und ohne Auftrieb [2]
	Flachgründung RT 1.0 mit Spannraum mit und ohne Auftrieb [3]

Tabelle 2

Detaillierte Beschreibungen der Bauteile Turm und Fundament sind in den zitierten Prüfberichten zu finden.

3. Prüfgrundlage

Der Prüfung wurden die folgenden Normen und Richtlinien zugrunde gelegt:

- /1/ „Richtlinie für Windenergieanlagen“, herausgegeben vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt), Version 2012, korrigierte Fassung März 2015
- /2/ DIN EN 61400-1:2011 „Windenergieanlagen – Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010“
- /3/ IEC 61400-1:2005 „Wind turbines – Part 1: Design requirements“
- /4/ Änderungen 1 (2010) zur Norm IEC 61400-1:2005 „Wind Turbines – Part 1: Design requirements“

Nach den Anerkennungsnotizen im Vorwort von /2/ entspricht die Norm /2/ inhaltlich /3/ und /4/. Entsprechend kann in den in Abschnitt 5 gelisteten Gutachterlichen Stellungnahmen gleichwertig /2/ oder /3/ in Kombination mit /4/ als Prüfgrundlage verwendet werden.

In den Prüfberichten in Abschnitt 4 und Gutachterlichen Stellungnahmen in Abschnitt 5 sind die jeweils zugrunde gelegten Normen und Richtlinien genannt.

4. Prüfberichte zur bautechnischen Prüfung

Gegenstand der Typenprüfung ist die Prüfung der Standsicherheitsnachweise sowie die Prüfung der zugehörigen Konstruktionszeichnungen für den Turm und die zugehörigen Gründungen entsprechend Tabelle 2.

Die im Rahmen der Prüfungen eingereichten Unterlagen sind in den folgenden Prüfberichten aufgelistet.

Die geprüften und mit rundem Prüfstempel versehenen Unterlagen entsprechen den Anforderungen der DIBt-Richtlinie /1/ sowie den in den folgenden Prüfberichten genannten Normen und Richtlinien und sind im Wesentlichen vollständig und richtig.

Die Prüfung der Podeste, Besteigeeinrichtungen und Innenausbauten des Turmes ist nicht Bestandteil dieser Typenprüfung.



- [1] „Prüfbericht für eine Typenprüfung – Prüfung der Standsicherheit – Hybridturm E-138 EP3-HT-160-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 (Bögl E20), Windenergieanlagen ENERCON E-138 EP3 und E138-EP3 E2, 160 m Nabenhöhe, Windzone 2, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 14 Seiten, Dokument Nr.: 3119511-1-d, Rev. 4, Datum 2020-03-20
- [2] „Prüfbericht für eine Typenprüfung – Prüfung der Standsicherheit – Flachgründung, Turm: E-138 EP3-HT-160-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 (Bögl E20), Fundament: Flachgründung RT 2.0 ohne Spannraum mit und ohne Auftrieb, $\varnothing = 22,50$ m, Windzone 2, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 8 Seiten, Dokument Nr.: 3119511-2-d, Rev. 4, Datum 2020-04-27
- [3] „Prüfbericht für eine Typenprüfung – Prüfung der Standsicherheit – Flachgründung, Turm: E-138 EP3-HT-160-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 (Bögl E20), Fundament: Flachgründung RT 1.0 mit Spannraum mit und ohne Auftrieb, $\varnothing = 22,50$ m, Windzone 2, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 8 Seiten, Dokument Nr.: 3119511-3-d, Rev. 3, Datum 2020-04-27

5. Gutachtliche Stellungnahmen

Die folgenden gutachtlichen Stellungnahmen gemäß /1/ Abs. 3.I. wurden im Rahmen dieser Typenprüfung vorgelegt:

- Bestätigung der Schnittgrößen für den Nachweis von Turm und Gründung, Rotorblätter und Maschinenbau (Lastgutachten)
- Nachweis der Sicherheitseinrichtungen (Sicherheitsgutachten)
- Nachweis der Rotorblätter
- Nachweis der maschinenbaulichen Komponenten (Maschinengutachten)
- Nachweis der Verkleidung von Maschinenhaus und Nabe
- Nachweis für die elektrotechnischen Komponenten und den Blitzschutz

Als Grundlage für die Lastannahmen gilt die folgende gutachtliche Stellungnahme:

- [4] „Gutachtliche Stellungnahme – Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02, NH 160 m (E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01), DIBt WZ 2, GK II - Lastannahmen für Turm und Fundament -“ erstellt von TÜV NORD CERT GmbH, 12 Seiten, Dokument Nr. 8117142915-1 D V, Rev. 2, Datum 2020-01-14

Für die weiteren oben genannten Unterlagen gilt die folgende Zusammenstellung der gutachtlichen Stellungnahmen:

- [5] „Zusammenstellung Gutachtlicher Stellungnahmen für die Typenprüfung der Windenergieanlage ENERCON E-138 EP3 E2“, erstellt von TÜV NORD CERT GmbH, 5 Seiten, Dokument Nr. 8117 142 915 D, Rev. 1, Datum 2020-04-16

Die Zusammenstellung von gutachtlichen Stellungnahmen ist im Sinne der DIBt Richtlinie /1/ Abschnitt 3.I vollständig. Die darin vorgegebenen Werte und Eigenschaften wurden in den Nachweisen von Turm und Gründungen berücksichtigt. Die gutachtlichen Stellungnahmen bestätigen die Übereinstimmung mit den in Abschnitt 3 gelisteten Prüfgrundlagen.

Die gutachtliche Stellungnahme [5] beinhaltet die Bestätigung des statischen Tests des Rotorblatts.



Industrie Service

6. Zusammenfassung

Die eingereichten Gutachtlichen Stellungnahmen und Prüfberichte für den Turm und die zugehörigen Gründungen der Windenergieanlage vom Typ ENERCON E-138 EP3 E2 entsprechen den Anforderungen der DIBt-Richtlinie /1/.

Die Anforderungen an die Standsicherheit des Turmes und der Gründungen sind erfüllt, vorausgesetzt, alle in den Prüfberichten genannten Auflagen sowie alle Auflagen und Bemerkungen der zugehörigen gutachtlichen Stellungnahmen werden beachtet bzw. vollzogen. Eine Übersicht der Auflagen kann Anlage 1 dieses Typenprüfbescheids entnommen werden.

Der Turm und die zugehörigen Gründungen sind mindestens alle 2 Jahre durch einen Sachverständigen für Windenergieanlagen auf den Erhaltungszustand hin zu überprüfen. Wenn von der Herstellerfirma eine laufende (mindestens jährliche) Überwachung und Wartung der Windenergieanlage durchgeführt wird, kann der Zeitraum der Fremdüberwachung auf 4 Jahre verlängert werden. Über die Überprüfung bzw. Überwachung und Wartung ist mindestens alle 2 Jahre ein Bericht zu erstellen.

Für die Verlängerung der Typenprüfung sind die eingereichten Unterlagen, insbesondere die Zeichnungen und die Berechnungen für den Turm und die zugehörigen Gründungen, zu einer erneuten Überprüfung hinsichtlich geänderter Vorschriften oder Richtlinien vorzulegen.

**TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit für die
bautechnische Prüfung von Windenergieanlagen**

Der Bearbeiter

C. Stiglmeier

Der Leiter

i.V. S. Mayer



Anlage 1:

Detaillierter Verweis auf die einzelnen Auflagen der zugrundeliegenden Prüfberichte und Gutachtlichen Stellungnahmen:

[1]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 18
[2]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 11
[3]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 11
[4]	Kapitel 6, Auflagen 6.1 bis 6.3
[5]	Alle in den in [5] zitierten gutachtlichen Stellungnahmen genannten Prüfbemerkungen sind zu beachten beziehungsweise zu vollziehen.



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

PRÜFAMT FÜR STANDSICHERHEIT FÜR DIE
BAUTECHNISCHE PRÜFUNG VON WINDENERGIEANLAGEN

Prüfbericht für eine Typenprüfung

Datum: 20.03.2020

Prüfnummer: 3119511-1-d Rev. 4

Objekt: Prüfung der Standsicherheit – Hybridturm
E-138 EP3-HT-160-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-160-
ES-C-01 (Bögl E20)
Windenergieanlagen
ENERCON E-138 EP3 und E138-EP3 E2,
160 m Nabenhöhe
Windzone 2, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3

Prüfgrundlage: DIBt-Richtlinie 2012

**Hersteller und
Konstruktion
WEA:** ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

**Konstruktion und
Berechnung Be-
tonteil:** Max Bögl Wind AG
Max-Bögl-Straße 1
92369 Sengenthal

**Konstruktion und
Berechnung
Stahlteil:** Max Bögl Wind AG
Max-Bögl-Straße 1
92369 Sengenthal

Auftraggeber: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

Gültig bis: 12.09.2024

Unsere Zeichen:
IS-ESW-MUC/BP

Dokument:
3119511-1-
d_Rev.4_ENERCON_E-138
EP3_E-138 EP3 E2_Hybridturm
E20_HH160m.docx

Das Dokument besteht aus
14 Seiten.
Seite 1 von 14

Die auszugsweise Wiedergabe des
Dokumentes und die Verwendung
zu Werbezwecken bedürfen der
schriftlichen Genehmigung der
TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen sich
ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.



Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
UST-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV
unter www.tuev-sued.de/impressum

Aufsichtsrat:
Reiner Block (Vorsitzender)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Christian Bauerschmidt, Thomas Kainz

Telefon: +49 89 5791-3146
Telefax: +49 89 5791-2956
www.tuev-sued.de/is



TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit für die
bautechnische Prüfung von
Windenergieanlagen
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland



Revision	Datum	Änderungen
0	13.09.2019	Erstfassung
1	19.09.2019	Redaktionelle Änderung. Dokumente [1] bis [7] aktualisiert. Zeichnung [12] ergänzt.
2	29.11.2019	Dokumente [1], [2], [4], [8], [14] und [23] aktualisiert. Dokumente [5], [13], [18], [19] und [20] ergänzt.
3	21.01.2019	Neue Revision Dokument [12]. Dokumente [1] bis [8] behalten Gültigkeit.
4	20.03.2020	Dokumente [2], [6] und Zeichnungen [10] aktualisiert. Dokumente [8], [9], [27] und [28] ergänzt. Dokumente [1], [3] bis [5] und [7] behalten ihre Gültigkeit.

Notiz: Referenzangaben älterer Revisionen könnten sich geändert haben und könnten bei der aktuellen Revision nicht mehr zutreffen

Inhaltsverzeichnis

1.	Unterlagen	3
1.1.	Geprüfte Unterlagen.....	3
1.2.	Eingesehene Unterlagen.....	3
2.	Prüfgrundlage	5
3.	Beschreibung	6
3.1.	Maße:.....	7
3.2.	Baustoffe:.....	7
3.3.	Lastannahmen:	7
4.	Prüfumfang	8
5.	Prüfbemerkungen.....	8
6.	Prüfergebnis.....	11
	Auflagen.....	11
	Anhang 1: Verzeichnis geprüfter Pläne	14



1. Unterlagen

1.1. Geprüfte Unterlagen

Folgende Dokumente, sofern nicht anders angegeben erstellt von Max Bögl Wind AG, wurden zur Prüfung vorgelegt:

- [1] "Statische Berechnung Max Bögl Hybridturm E20, Spannbetonturm", 154 Seiten, Projekt Nr. 21683-E20, Rev. d, Datum 2019-10-16
ENERCON Dokument Nr. D0867769-1
- [2] "Statische Berechnung Max Bögl Hybridturm E20, Stahlturm", 93 Seiten, Projekt Nr. 21683-E20, Rev. e, Datum 2020-03-06
ENERCON Dokument Nr. D0867768-2
- [3] "Statische Berechnung der Bauzustände Max Bögl Hybridturm E20, Spannbetonturm", 51 Seiten, Projekt Nr. 21683-E20, Rev. c, Datum 2019-09-18
ENERCON Dokument Nr. D0867770-0
- [4] "Spannanweisung der Spannglieder Max Bögl Hybridturm E20, Spannbetonturm mit Fundament RT2.0", 10 Seiten, Projekt Nr. 21683-E20, Rev. d, Datum 2019-11-26
ENERCON Dokument Nr. D0867772-2
- [5] "Spannanweisung der Spannglieder Max Bögl Hybridturm E20, Spannbetonturm mit Fundament RT1.0", 10 Seiten, Projekt Nr. 21683-E20, Rev. 0, Datum 2019-10-11
- [6] "Spannanweisung der Ankerstäbe Max Bögl Hybridturm E20", 27 Seiten, Projekt Nr. 21683-E20, Rev. d, Datum 2020-03-20
ENERCON Dokument Nr. D0867771-2
- [7] "Ausführungsbeschreibung zu den Planungsgrundlagen, Ansatz einer reduzierten Turmschiefstellung von 200mm", 8 Seiten, Dokument Nr. 21683, Rev. a, Datum 2018-05-03
- [8] "Erdbebenlastvergleich Max Bögl Hybridturm E20, Hybridturm und Fundament", 5 Seiten, Projekt Nr. 21683-E20, Rev. a, Datum 2020-02-28
ENERCON Dokument Nr. D0887773-1
- [9] "Bauvorlage E-138 EP3 E1&E2-HT-160-ES-C-01", erstellt von ENERCON GmbH, 1 Seite, Dokument Nr. D0922843-0, Revision 0a, Datum 2020-02-05
- [10] Pläne gemäß Planliste in Anhang 1

1.2. Eingesehene Unterlagen

Folgende Dokumente wurden im Rahmen der Prüfung zusätzlich zur Information herangezogen:

Lasten:

- [11] "Lastenbericht Turm E-138 EP3-HT-160-ES-C-01, Abdeckende Betriebs- und Extremlasten für den Turm E-138 EP3-HT-160-ES-C-01 der WEA E-138 EP3 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 nach DIBt und IEC", erstellt von ENERCON GmbH, 24 Seiten, Dokument Nr. D0736519-0a, Revision 0a, Datum 2019-08-19



- [12] "Lastenbericht Turm E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01, Abdeckende Betriebs- und Extremlasten für den Turm E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 der WEA E-138 EP3 E2 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 nach DIBt und IEC", erstellt von ENERCON GmbH, 25 Seiten,
Dokument Nr. D0834311-0b, Revision 0b, Datum 2019-07-30
- [13] "Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01, NH 160.0 m (E-138 EP3-HT-160-ES-C-01) DIBt WZ 2, GKII -Lastenannahmen für Turm und Fundament-", erstellt von TÜV NORD CERT GmbH, 11 Seiten,
Dokument Nr. 8115920151-1 D VII, Rev.0, Datum 2019-08-22
- [14] "Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02, NH 160 m (E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01) DIBt WZ 2, GKII -Lastenannahmen für Turm und Fundament-", erstellt von TÜV NORD CERT GmbH, 12 Seiten,
Dokument Nr. 8117142915-1 D V, Rev. 2, Datum 2020-01-14

Betonturm:

- [15] „Spezifikation für den Max Bögl Hybridturm“, erstellt von Max Bögl, 46 Seiten,
Projekt Nr. 21683, Rev. 0, Datum 2019-08-29
- [16] Zeichnung "Fugendetailplan", erstellt von Max Bögl, 1 Blatt,
Dokument Nr. DE-E20-M008-Montageplan, Rev. b, Datum 2020-02-04
- [17] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung „Drahtspannsystem SUSPA-Draht EX für externe Vorspannung mit 30 bis 84 Spannstahldrähten nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-2“, erstellt vom Deutschen Institut für Bautechnik, 39 Seiten,
Zulassungsnr. Z-13.3-139, vom 16.04.2018, Geltungsdauer bis 16.04.2021
- [18] Allgemeine Bauartgenehmigung „SUSPA Draht EX für Windenergieanlagen“, erstellt vom Deutschen Institut für Bautechnik, 10 Seiten,
Zulassungsnr. Z-13.3-141, vom 15.04.2019, Geltungsdauer bis 16.04.2021
- [19] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung „Hochfeste Betone der Max Bögl GmbH & Co. KG“, erstellt vom Deutschen Institut für Bautechnik, 8 Seiten,
Zulassungsnr. Z-3.51-2036, vom 15.02.2019, Geltungsdauer bis 15.02.2024
- [20] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung "Geschweißte Bewehrungselemente aus Betonstahl B500B für erhöhte dynamische Beanspruchung, Nenndurchmesser: 10.0 und 12.0 mm", erstellt vom Deutschen Institut für Bautechnik, 8 Seiten,
Zulassungsnr. Z-1.3-284, vom 01.06.2019, Geltungsdauer bis 01.06.2024
- [21] "Statische Berechnung für den Max Bögl Hybridturm RT 2.0, Spanngliedverankerung", erstellt von Max Bögl Wind AG, 54 Seiten,
Projekt Nr. 21683, Rev. b, Datum 2019-06-27
- [22] "Gutachtliche Stellungnahme Hybridtürme für Windenergieanlagen – Bauteile für Spanngliedverankerung – Statischer Nachweis der Bauteile für die untere Spanngliedverankerung von Hybridtürmen für Windenergieanlagen gemäß DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2015", erstellt von TÜV NORD CERT GmbH, 7 Seiten,
Dokument Nr. 8116 986 268-6 D, Rev. 0, Datum 2019-07-04
- [23] "Gutachtliche Stellungnahme zum Vorspannen von Ankerbolzen großer Nenndurchmesser in Hybridtürmen von Windenergieanlagen", erstellt von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann, 8 Seiten,
keine Dokument Nr., Datum 2017-12-15



Stahlturnm:

- [24] Zeichnung "Flansch Turmkopfflansch Spezifikation", erstellt von ENERCON GmbH, 1 Blatt, Zeichnung Nr. 115.03.003-1, Rev. 1, Datum 2018-02-20
- [25] "Nachweis zur Zertifizierung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 Schraubverbindungen des Azimutlagers Turmkopfflansch Statik und Betriebsfestigkeit für Lasten nach: IEC 3, WK IIIA, Normal Climate DIBt 2012, WZ 2, GK II", erstellt von ENERCON GmbH, 58 Seiten, Dokument Nr. D0713132-0, Rev. 0, Datum 2018-05-30
- [26] "Gutachtliche Stellungnahme für die Windenergieanlage E-138 EP3 und E-138 EP3 E2, verschiedene Konfigurationen – Turmkopfflansch -", erstellt von TÜV NORD CERT GmbH, 10 Seiten, Dokument Nr. 8115 022 604-11 D II, Rev. 1, Datum 2019-10-29
- [27] "Klassifizierung eines Kerbfalls auf Basis des Strukturspannungskonzeptes Stahlturnmschale mit angeschweißten Butzen", 18 Seiten, keine Dokument Nr., Rev. c, Datum 2020-03-04
- [28] "Gutachtliche Stellungnahme Bewertung der Konstruktion – Stahlrohrturnm Strukturmechanische Bestimmung von Kerbfallgruppen für Anschweißbuchsen", erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 5 Seiten, Dokument Nr. 3170193-1-d, Rev. 1, Datum 2020-03-20

2. Prüfgrundlage

Die Prüfung der Unterlagen erfolgte gemäß folgender Richtlinie:

- /1/ „Richtlinie für Windenergieanlagen“, herausgegeben vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt), Ausgabe Oktober 2012, korrigierte Fassung März 2015

Zur Prüfung wurden zusätzlich folgende Normen und Richtlinien herangezogen:

- /2/ DIN EN 1991-1-1:2010 „Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Deutsche Fassung EN 1991-1-1:2002 + AC:2009“ mit nationalem Anhang DIN EN 1991-1-1/NA:2010 + DIN EN 1991-1-1/NA/A1:2015
- /3/ DIN EN 1991-1-4:2010 „Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010“, mit nationalem Anhang DIN EN 1991-1-4/NA:2010
- /4/ DIN EN 1992-1-1:2011 „Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken –Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010“ + DIN EN 1992-1-1/A1:2015, mit nationalem Anhang DIN EN 1992-1-1/NA:2013 + DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015
- /5/ DIN EN 1993-1-1:2010 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009“ + DIN EN 1993-1-1/A1:2014, mit nationalem Anhang DIN EN 1993-1-1/NA:2015
- /6/ DIN EN 1993-1-6:2010 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-6: Festigkeit und Stabilität von Schalen; Deutsche Fassung EN 1993-1-6:2007 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1993-1-6/NA:2010



- /7/ DIN EN 1993-1-8:2010 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen; Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2005 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1993-1-8/NA:2010
- /8/ DIN EN 1993-1-9:2010 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-9: Ermüdung; Deutsche Fassung EN 1993-1-9:2005 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1993-1-9/NA:2010
- /9/ DIN EN 1993-1-10:2010 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung; Deutsche Fassung EN 1993-1-10:2005 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1993-1-10/NA:2010
- /10/ DIN EN 1998-1:2010 „Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1998-1/NA:2011
- /11/ DIN 4149:2005 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten“
- /12/ DIN EN 1090-2:2011 „Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken; Deutsche Fassung EN 1090-2:2008+A1:2011“
- /13/ DAST – Richtlinie 021:2013 „Schraubenverbindungen aus feuerverzinkten Garnituren M 39 bis M 72 entsprechend DIN EN 14399-4, DIN EN 14399-6“
- /14/ DIN EN ISO 898-1:2013 „Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl – Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen – Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 898-1:2013“
- /15/ DIN EN ISO 4014:2011 „Sechskantschrauben mit Schaft – Produktklassen A und B (ISO 4014:2011); Deutsche Fassung EN ISO 4014:2011“
- /16/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton Heft 439: „Ermüdungsfestigkeit von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen mit Erläuterungen zu den Nachweisen gemäß CEB/FIP Model Code 1990“, Ausgabe 1994
- /17/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton Heft 600: „Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2)“, Ausgabe 2012

3. Beschreibung

Der Turm E20 der Windenergieanlagen ENERCON E-138 EP3 und ENERCON E-138 EP3 E2 besteht aus einem aus Fertigteilen zusammengesetzten, konischen Stahlbetonturm mit Stahlrohraufsatz. Der Betonteil besteht aus 30 Segmenten, der Stahlrohraufsatz aus 3 Sektionen.

Die konischen Betonfertigteilelemente haben einen kreisringförmigen Querschnitt und werden aus Drittschalen zusammengesetzt. Die horizontalen Fugen zwischen den Betonfertigteilen werden planmäßig trocken ausgeführt. Die Fuge am Turmfuß wird mit Verguss hergestellt. Die vertikalen Fugen der Teilsegmente werden trocken ohne Verbund ausgeführt. An der Ober- und Unterseite der Vertikalfuge befinden sich Betonnocken zur Übertragung von Druckkräften, oben und unten werden Schraubelemente angeordnet.

Der Betonschaft wird mit externen, im Inneren des Turms liegenden Spanngliedern vorgespannt. Es gibt zwei unterschiedliche Fundamentkonzepte für den Turm. Bei Fundamenttyp RT 1.0 laufen



die Spannglieder vom obersten Segment des Betonturms bis zur Unterkante der Fundamentkonsole. Bei Fundamenttyp RT 2.0 laufen die Spannglieder vom obersten Segment des Betonturms bis zur Verankerung über der Fundamentoberkante.

Die Verbindung zwischen der unteren Stahlsektion und dem obersten Betonelement wird als L-förmige Ringflanschverbindung mit vorgespannten Ankerstäben ausgeführt.

Die Sektionen des Stahlrohraufsatzes sind durch innenliegende Ringflansche mittels vorgespannter Schraubenverbindungen untereinander verbunden. Die einzelnen Teilsegmente sind durch Stumpfnähte miteinander verschweißt.

3.1. Maße:

Nabenhöhe:	160 m
Gesamtlänge Turm:	156,29 m
Außendurchmesser Turmwandung am Turmfuß:	8,728 m
Außendurchmesser Turmwandung am Turmkopfflansch:	3,218 m

Weitere Angaben können den Zeichnungen [10] entnommen werden.

3.2. Baustoffe:

Betonfertigteile	C100/115 gemäß DIN EN 1992-1-1 /4/ und [19] C80/95 gemäß DIN EN 1992-1-1 /4/ Für alle Segmente wird selbstverdichtender Beton gemäß DIN EN 206-9 und abZ [19] eingesetzt
Vergussmörtel	C70/85 gemäß DIN EN 1992-1-1 /4/
Betonstahl	B500B gemäß DIN EN 1992-1-1 /4/ und abZ [20]
Spannsystem:	20 Spannglieder System SUSPA Draht EX-72, 72 Spannstahladrähte St 1570/1770 mit 38,5 mm ² Nennquerschnitt ge- mäß [17] in Verbindung mit [18]
Turmwand	S355 J2+N gemäß DIN EN 10025
Ringflansche	S355 NL gemäß DIN EN 10025 mit Z15 Güte gemäß DIN EN 10164
Schraubengarnituren	M42-10.9 gemäß DAST-Richtlinie 021 /13/ M48-10.9 gemäß DAST-Richtlinie 021 /13/
Gewindebolzen	M56-10.9 gemäß DIN EN ISO 898-1 /14/
Ankerring	S355J2 gemäß DIN EN 10025
Schrauben in vertikaler Fuge	M24-8.8 gemäß DIN EN ISO 4014 /15/

3.3. Lastannahmen:

Die dimensionierenden Lasten für die Windenergieanlagen E-138 EP3 und E-138 EP3 E2 sind in [11] und [12] für die Grenzzustände der Tragfähigkeit, der Gebrauchstauglichkeit und für die Ermüdungsnachweise angegeben. Diese Lasten wurden mit den gutachtlichen Stellungnahmen [13] und [14] bestätigt und werden als richtig vorausgesetzt. In [11] und [12] sind für die Ermüdungsnachweise an den Turmschnitten mehrere Markov-Matrizen zur Erfassung der Anlagenvarianten und



Systemsteifigkeiten gegeben. In [1] wurden die Ermüdungsnachweise mit den als maßgebend betrachteten Markov-Matrizen geführt. In [2] wurden die Ermüdungsnachweise einhüllend für das maßgebende Schädigungsäquivalent geführt. Die angesetzte Entwurfslebensdauer der Windenergieanlage beträgt 25 Jahre.

Einwirkungen aus Erdbeben sind in Dokument [8] auf Basis des Dokuments [9] berücksichtigt. In Dokument [9] sind die Überlagerungen der Erdbebenlasten auf Basis der DIN EN 1998-1 /10/ für alle Erdbebenzonen sowie Baugrund- und Untergrundklassen in Deutschland mit den Windlasten des Lastfalls D.5 / D.6 des Dokumentes [12] berücksichtigt. Hiermit sind auch alle Erdbebenzonen sowie Baugrund- und Untergrundklassen nach DIN 4149 /11/ in Deutschland abgedeckt. Dokument [9] wird mit diesem Prüfbericht bestätigt.

Eigengewichte wurden gemäß DIN EN 1991-1-1 /2/ und nach Herstellerangaben berücksichtigt.

Turmkopfmasse: 252 t (E-138 EP3)

Turmkopfmasse: 261 t (E-138 EP3 E2)

4. Prüfumfang

Dieser Prüfbericht für eine Typenprüfung umfasst die Prüfung hinsichtlich der Standsicherheit des in Abschnitt 3 beschriebenen Hybridturms auf Basis der in Abschnitt 2 genannten Prüfgrundlagen.

Für eine vollständige Typenprüfung sind alle in Dokument /1/, Kapitel 3 im Abschnitt I gelisteten Unterlagen sowie ein zusammenfassender Prüfbescheid zur Typenprüfung erforderlich.

Weitere Prüfungen wie die Überprüfung der Bauausführung, von Bau- und Transportzuständen, der Standorteignung, des Fundaments, des Blitzschutz-/Erdungskonzepts und der Turmeinbauten sind nicht Gegenstand dieses Berichtes.

Abweichungen von den geprüften Unterlagen und Prüfgrundlagen bezüglich Konstruktion, Lastannahmen, Randbedingungen, Ausführung und Anlagensteuerung, die Einfluss auf die Standsicherheit haben, sind durch diesen Bericht nicht abgedeckt und erfordern eine Überarbeitung der Berechnung und eine erneute Prüfung.

Es wird davon ausgegangen, dass Hersteller und Betreiber ihren Verpflichtungen zur Gewährleistung des sicheren Betriebes der Anlage nachkommen und über im Betrieb festgestellte, auslegungsrelevante Auffälligkeiten, wie z.B. Schwingungsphänomene, berichten und gegebenenfalls veranlassen, dass entsprechende Untersuchungen durchgeführt und neue Berechnungen zur Prüfung vorgelegt werden.

5. Prüfbemerkungen

Die vorgelegten Nachweise wurden durch eigene Vergleichsrechnungen überprüft. Auf Basis der eingereichten Unterlagen und unserer Vergleichsrechnungen können ausreichende Sicherheiten bestätigt werden. Die Zeichnungen wurden auf Übereinstimmung mit den Annahmen der Berechnungen sowie den Vorgaben der in Abschnitt 2 genannten Prüfgrundlagen geprüft.

Schnittstellen:

Die Berechnung des Turmkopfflansches mit dem Nachweis der Schweißverbindung im Einflussbereich des Turmkopfflansches und des Radius des Turmkopfflansches und der Schraubverbindung am Turmkopfflansch (Turm zur Maschine) gemäß Zeichnung [24] wurden im Dokument [25] durchgeführt und mit [26] bestätigt.



Der Ermüdungsnachweis der Lasteinleitung in den Vergussmörtel am Turmfuß wird mit diesem Prüfbericht bestätigt.

Die Nachweise der Lasteinleitung und Lastweiterleitung aus den Verankerungen der Spannglieder im Fundament RT 1.0 sind nicht Bestandteil dieser Prüfung.

Die Nachweise der oberen und unteren Ankerplatten sowie der Ankerstangen der Spanngliederankerung im Fundament RT 2.0 wurden in Dokument [21] durchgeführt und mit [22] bestätigt.

Die Nachweise der Einbauteile für die Befestigung der Podeste und Einbauten sind nicht Bestandteil dieser Prüfung.

Eigenfrequenzen:

Die in [1] berechnete erste Eigenfrequenz liegt innerhalb des im Lastgutachten [13] angegebenen Gültigkeitsbereichs (0,201 Hz bis 0,236 Hz) und des im Lastgutachten [14] angegebenen Gültigkeitsbereichs (0,199 Hz bis 0,232 Hz) Die dynamische Rotationsfedersteifigkeit aus der Interaktion von Fundament und Baugrund muss mindestens $k_{\phi, dyn} = 210 \text{ GNm/rad}$ betragen.

Imperfektionen:

Die Lasten aus [11] und [12] enthalten lediglich Effekte aus Theorie II. Ordnung. Zusätzliche Effekte aus einer Turmschiefstellung, von Differenzsetzungen des Fundaments von 3 mm/m, sowie aus einer zusätzlichen Schiefstellung infolge der Berücksichtigung einer statischen Bodendrehfeder von $k_{\phi, stat} = 42 \text{ GNm/rad}$ wurden in [1] berücksichtigt.

Abweichend von /1/ wurden für die Turmschiefstellung lediglich 200 mm an der Oberkante des Adapters statt 5 mm/m angesetzt. In Dokument [7] wird das Vorgehen zur Ermittlung der Turmschiefstellung dargestellt.

Aufgrund der verschärften Toleranzgrenzen in Herstellung und Montage gemäß [7] kann diese Abweichung akzeptiert werden.

Bauzustände, Querschwingungen:

Die Standsicherheit des Turms vor dem Vorspannen der Spannglieder wurde in [3] nachgewiesen. Nachweise wirbelerregter Querschwingungen wurden für verschiedene Errichtungszustände gemäß nachstehender Tabelle in [3] geführt. Weitere hiervon abweichende Bau- und Montagezustände sowie Transportzustände sind nicht Gegenstand dieser Prüfung.

	Bauzustand / vorübergehender Zustand	Gesamte maximale Dauer
1	Nicht vorgespannter Betonturm ohne Stahlsektionen	12 Monate
2	Vorgespannter Betonturm ohne Stahlsektionen	6 Monate
3	Vorgespannter Betonturm mit 1. Stahlsektion	6 Monate
4	Vorgespannter Betonturm mit 1. und 2. Stahlsektionen	6 Monate
5	Vollständiger Turm (alle Stahlsektionen) ohne Gondel	6 Monate
6	Vollständiger Turm und Gondel ohne Rotorblätter	1 Monat
7	Vollständig errichtete Anlage ohne Netzanschluss	12 Monate

Ermüdung:



Für die Nachweise des Grenzzustandes der Ermüdung wurde das Alter der Betonfertigteilesegmente zum Beginn der Ermüdungsbeanspruchung mit 28-90 Tagen angesetzt. Abweichend von den Angaben in /1/ wird der Bemessungswert der Ermüdungsfestigkeit $f_{cd,fat}$ für Fertigteilelemente der Betongüte C100/115 gemäß [19] angesetzt.

Abweichend von den Angaben in /4/ wird der Bemessungswert der Ermüdungsfestigkeit $\Delta\sigma_{Rsk}$ für geschweißte Bewehrungselemente gemäß [20] angesetzt.

Stahlsortenauswahl:

Die Stahlsortenauswahl nach DIN EN 1993-1-10 /9/ wurde in [2] über die Anforderungen der DIBt-Richtlinie /1/ hinaus für eine Bezugstemperatur $T = -40^{\circ}\text{C}$ durchgeführt.

Kerbfallklassen:

Für die Berechnung des Turmes in [2] wurden die Kerbfallklassen aller zusätzlich an der Turmwand befestigten Teile (z.B. Besteigeeinrichtungen) gemäß [27] und geprüft mit [28] sowie aller Bohrungen folgendermaßen angesetzt:

Lage in Bezug auf die Turmhöhe	Kerbfallklasse gemäß [27]
Zwischen 0,000 und 3,080 m (Blech 1):	KFK 89
Zwischen 3,080 und 6,020 m (Blech 2):	KFK 90
Zwischen 6,020 und 11,910 m (Bleche 3 und 4):	KFK 89
Zwischen 11,910 und 17,920 m (Bleche 5 und 6):	KFK 88
Zwischen 17,920 und 20,190 m (Blech 7):	KFK 87
Zwischen 20,190 und 23,050 m (Blech 8):	KFK 86
Zwischen 23,050 und 25,910 m (Blech 9):	KFK 89
Zwischen 25,910 und 28,770 m (Blech 10):	KFK 87
Zwischen 28,770 und 31,630 m (Blech 11):	KFK 90
Zwischen 31,630 und 34,490 m (Blech 12):	KFK 88
Zwischen 34,490 und 37,350 m (Blech 13):	KFK 90
Zwischen 37,350 und 40,320 m (Blech 14):	KFK 88
Zwischen 40,320 und 43,330 m (Blech 15):	KFK 85
Zwischen 43,330 und 46,170 m (Blech 16):	KFK 84
Zwischen 46,170 und 49,040 m (Blech 17):	KFK 83
Zwischen 49,040 und 51,910 m (Blech 18):	KFK 81
Zwischen 51,910 und 54,780 m (Blech 19):	KFK 80
Zwischen 54,780 und 57,660 m (Blech 20):	KFK 78
Zwischen 57,660 und 60,540 m (Blech 21):	KFK 77
Zwischen 60,540 und 63,420 m (Blech 22):	KFK 75
Zwischen 63,420 und 66,300 m (Blech 23):	KFK 73



Zwischen 66,300 und 69,419 m (Bleche 24 und 25 teilweise):	KFK 71
Bohrungen für Flugbefeuernng	Kerbfallklasse gemäß /8/
18.820 m (Blech 7):	KFK 90

Abweichend von Zeichnung [10] können gemäß [27] die hier genannten Kerbfallklassen für zusätzlich an der Turmwand befestigte Teile verwendet werden.

Ausführungsvarianten:

Die 2 Varianten des Fundamentes unterscheiden sich in der Spanngliedverankerung. Für das Fundament RT 1.0 ist die Spannanweisung [5] und für das Fundament RT 2.0 die Spannanweisung [4] heranzuziehen.

Die Variante mit chinesischer Stahlqualität für die Spanngliedverankerung in RT 2.0 ist für eine Anwendung in Deutschland nicht zulässig.

Änderung in Rev.4 dieses Prüfberichtes:

Aufgrund der Anpassung der Kerbfälle für Anbauteile gemäß [27] wurde eine neue Revision des Dokumentes [2] eingefügt. Die Ausführungsvariante des Turmes mit Kerbfall 80 für Anschweißteile wurde aus der Turmzeichnung entfernt. Erdbebennachweise gemäß [8] und [9] wurden aufgenommen. Die Zeichnung [A8] im Anhang 1 wurde aktualisiert.

Dokument [6] wurde unter Berücksichtigung der Stellungnahme [23] aktualisiert.

Zeichnungen [A1], [A5], [A6], [A7] and [A9] wurden aktualisiert. Redaktionelle Änderungen.

6. Prüfergebnis

Die Berechnung und die zugehörigen Konstruktionszeichnungen für den geprüften Hybridturm entsprechen den in Abschnitt 2 genannten Normen und Richtlinien und sind im Wesentlichen vollständig und richtig.

Die Anforderungen an die Standsicherheit des Turmtragwerkes sind erfüllt, vorausgesetzt, die nachstehenden Auflagen sowie alle Auflagen und Bemerkungen der zugehörigen Prüfberichte und Gutachten werden beachtet bzw. vollzogen.

Der Turm der Windenergieanlage ist für Standorte entsprechend den Lastannahmen in [11] und [12] geeignet.

Die Prüfung der technischen Unterlagen für den Turm ist hiermit abgeschlossen.

Auflagen

Allgemein

1. Sollten Schwingungsphänomene festgestellt werden, die in den Lastannahmen in [11] und [12] nicht berücksichtigt wurden, so sind entsprechende Untersuchungen durchzuführen und gegebenenfalls neue Berechnungen zur Prüfung vorzulegen.
2. Die in Abschnitt 5 angegebenen Mindestwerte der Steifigkeiten aus dem Zusammenwirken von Fundament und Baugrund dürfen nicht unterschritten werden.
3. Es ist für jede Anlage sicherzustellen, dass der Bereich der zulässigen Eigenfrequenzen gemäß Abschnitt 5 eingehalten wird.



4. Bauzustände und Stillstandszeiten der Anlage sind gemäß den Angaben in Abschnitt 5 zeitlich zu beschränken. Falls die zulässigen Zeiten überschritten werden oder die Gondel zu einem späteren Zeitpunkt vom Turm genommen wird, so sind geeignete Maßnahmen zur Verhinderung von wirbelerregten Querschwingungen zu treffen.

Stahlsektionen

5. Der Korrosionsschutz der Turmaußenseite (Turminnenseite) ist für eine Korrosivitätskategorie C4 (C3) nach DIN EN ISO 12944 auszuführen. Bei Aufstellung in Industrienähe mit hoher Feuchte und aggressiver Atmosphäre oder Meeresnähe mit hoher Salzbelastung ist für die Turmaußenseite eine Korrosivitätskategorie C5-I bzw. C5-M erforderlich. Für die Schutzdauer ist die Klasse „hoch“ gemäß DIN EN ISO 12944-5 anzusetzen, dies entspricht einer angestrebten Zeitspanne von mindestens 15 Jahren bis zur ersten planmäßigen Instandsetzungsmaßnahme aus Korrosionsschutzgründen.
6. Sämtliche in Dickenrichtung belasteten Bauteile (z.B. Flansche und Zargen) müssen hinsichtlich der Dopplungsfreiheit nach EN 10160, Qualitätsklasse S1 und E1, oder einem äquivalenten Standard ultraschallgeprüft sein.
7. Der Stahlrohrturm darf nur von Herstellern mit einer Qualifizierung gemäß DIN EN 1090-1 für mindestens Ausführungsklasse EXC3 gefertigt werden.
8. Die Fertigung des Stahlrohrturmes muss den Anforderungen der DIN EN 1090-2 Ausführungsklasse EXC3 entsprechen.
9. Die Anschlusspunkte aller zusätzlich an die Turmwand angeschweißten Teile (z.B. Besteigeinrichtungen) müssen mindestens den in Abschnitt 5 angegebenen Kerbfallklassen entsprechen.
10. Im vertikalen Abstand von 300 mm zur Schweißnaht des Turmkopfflansches dürfen keine zusätzlichen Teile angeschweißt werden.
11. Beim Anschweißen der Flansche an die Turmwand ist fachgerecht vorzuwärmen.

Betonteil

12. Die Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für die Spannverfahren [17] und [18] sowie für die Hochfestbetone [19] und geschweißten Bewehrungselemente [20] in der hier spezifizierten Fassung sind zu beachten.
13. Der Zeitpunkt des Erreichens der erforderlichen Festigkeit des Vergussmörtels für das Vorspannen ist zu bestimmen und durch fachgerecht, unter Berücksichtigung der standortspezifischen Umgebungsbedingungen gelagerte Proben zu überprüfen und zu dokumentieren. Die Druckfestigkeit des Vergussmörtels muss zum Zeitpunkt des Vorspannes $\geq 34 \text{ N/mm}^2$ betragen.
14. Für das Vorspannen der Spannglieder sind die Spannanweisungen [4] in Kombination mit Fundament RT 2.0 und [5] in Kombination mit Fundament RT 1.0 heranzuziehen. Über das Spannen der Spannglieder ist ein Spannprotokoll zu führen.
15. Für das Vorspannen der Ankerschrauben ist die Spannanweisung [6] heranzuziehen.
16. Bis zum Beginn der Ermüdungsbeanspruchung muss das Fertigteilsegment Adapter mindestens 90 Tage alt sein



Industrie Service

Prüfintervalle

17. Die planmäßige Vorspannung der Schraubverbindungen ist nach Inbetriebnahme gemäß den Vorgaben der DIBt-Richtlinie /1/ (Abschnitt 13.1 Anmerkung 1) erneut zu kontrollieren und ggf. nachzuspannen.
18. Die Anforderungen an die wiederkehrenden Prüfungen gemäß der DIBt-Richtlinie /1/ sind zu beachten.

Für die Verlängerung der Typenprüfung sind die Zeichnungen und die Berechnungen zu einer erneuten Überprüfung hinsichtlich geänderter Vorschriften oder Richtlinien vorzulegen.

**TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit für die
bautechnische Prüfung von Windenergieanlagen**

Der Bearbeiter

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'B. Peng'.

B. Peng

Der Leiter

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'S. Mayer'.

i.V. S. Mayer



Anhang 1 zu 3119511-1-d Rev. 4: Verzeichnis geprüfter Pläne

Betonteil (erstellt von Max Bögl)

Nr.	Planbezeichnung	Ind.	Titel	Datum
[A1]	DE-E20-001-XX-X- Uebersicht ENERCON Planbe- zeichnung: D0867756-4	f	Uebersichtsplan Gesamtturm NH=160m, Spannglieds. „SUSPA“	2020-03-16
[A2]	DE-E20-096-XX-X-Be- wehrung ENERCON Planbe- zeichnung: D0867761-1	c	Bewehrung Rohteile C-Ringe (3-teilig)	2019-10-15
[A3]	DE-E20-AE1-HV-1- Schalplan ENERCON Planbe- zeichnung: D0867762-0	a	Gewindestange fuer Uebergangsstu- eck mit Decordynbeschichtung T0150831	2019-09-18
[A4]	DE-E20-AE1-HV-2- Schalplan ENERCON Planbe- zeichnung: D0867763-0	a	Gewindestange fuer Uebergangsstu- eck mit Schrumpfschlauch T0150830	2019-09-18
[A5]	DE-E20-AE1-K1-X-Be- wehrung ENERCON Planbe- zeichnung: D0867764-1	c	Bewehrung Uebergangsstueck AE1 (SUSPA)	2020-01-13
[A6]	DE-E20-AE1-K1-X- Schalplan ENERCON Planbe- zeichnung: D0867760-2	d	Schalplan Uebergangsstueck AE1 (SUSPA)	2020-01-28
[A7]	DE-E20-095-XX-X- Schalplan ENERCON Planbe- zeichnung: D0867765-1	b	Schalplan Rohteile C-Ringe	2019-10-14

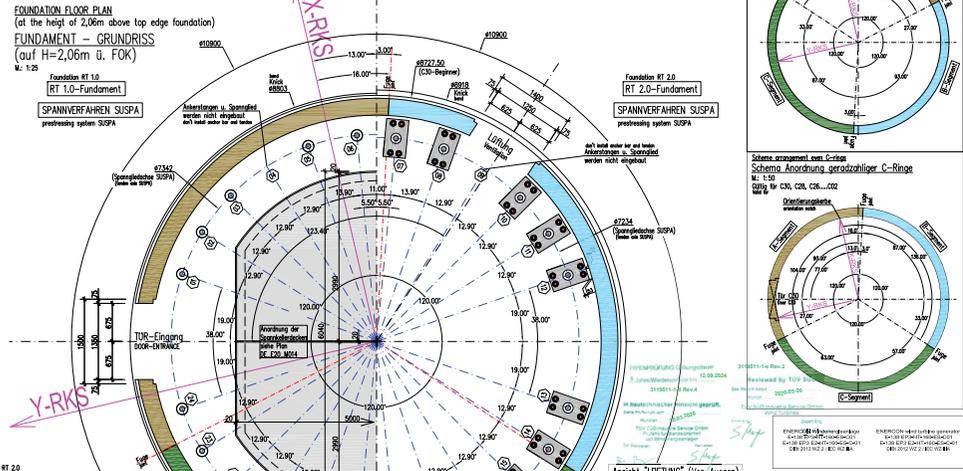
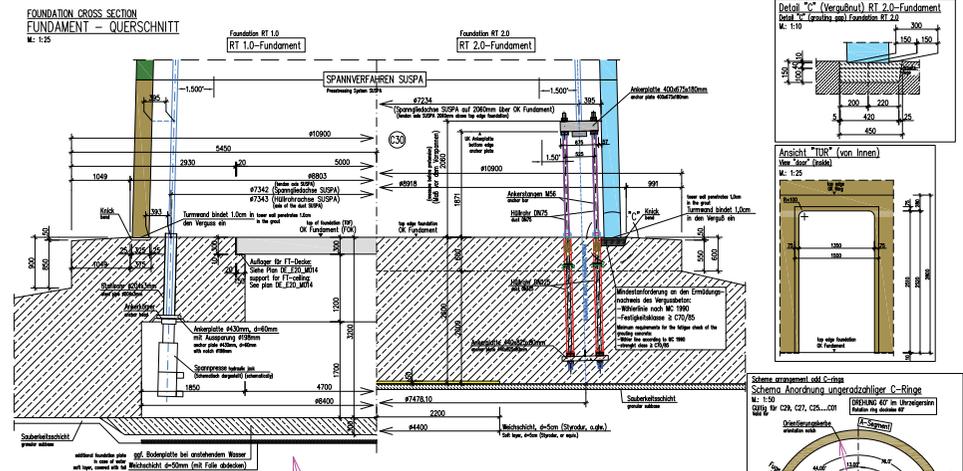
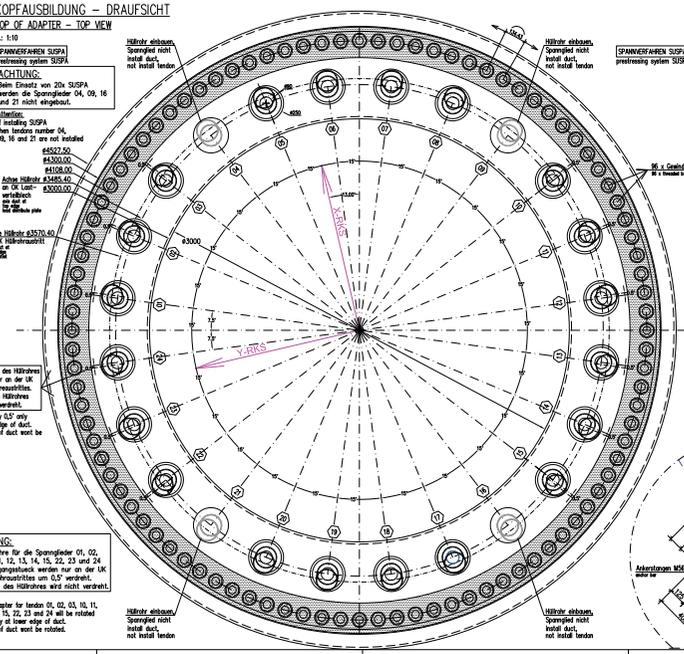
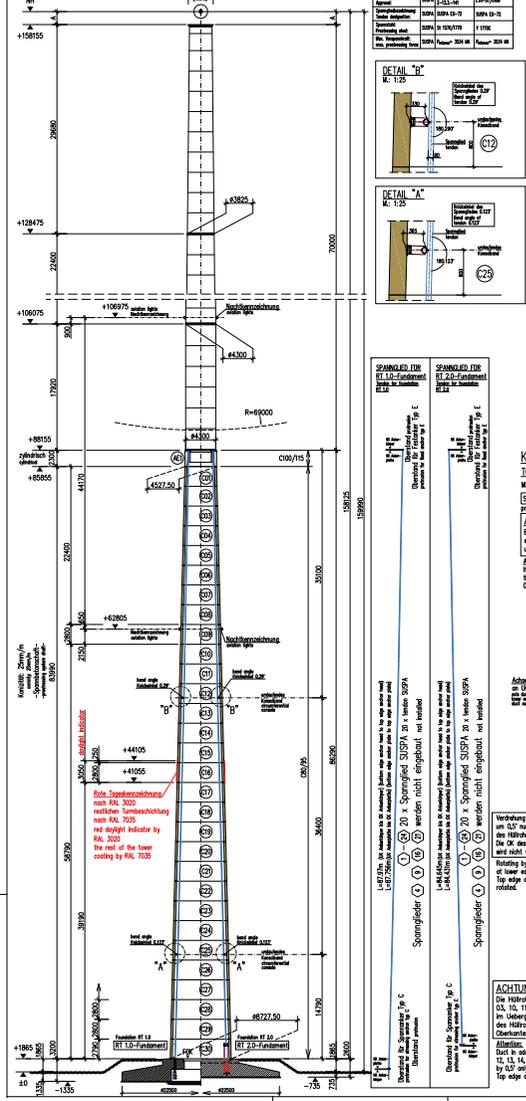
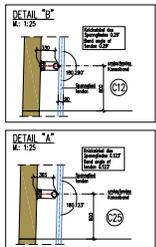
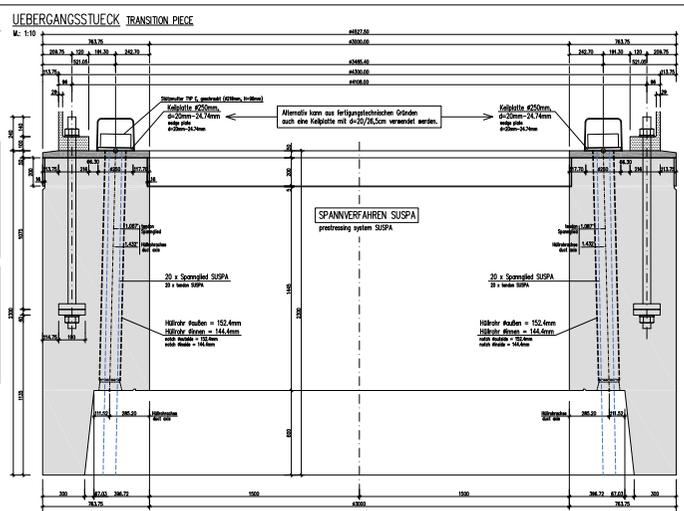
Stahlteil (erstellt von Max Bögl)

Nr.	Planbezeichnung	Ind.	Titel	Datum
[A8]	DE-E20-022-XX-X- Uebersicht ENERCON Planbe- zeichnung: D0867759-3	l	Übersichtsplan Stahlturm	2020-03-13
[A9]	DE-E20-M015-Monta- geplan ENERCON Planbe- zeichnung: D0918251-0	0	Verankerung Stahlturm am Ueber- gangsst. mit zusätzlich angepassten Belegscheiben	2020-01-13

LONGITUDINAL SECTION LAENSSCHNITT M: 1:200

Abgabe	A	H
E-138 EP3	300	330,00
E-138 EP3.2	385	360,00

Spannverfahren/Prestressing system
gültig für RT 1.0- und RT 2.0-Fundament



Detail "D" (Vergrößer) RT 2.0-Fundament
M: 1:10

Anschluß "DTR" (von Innen)
M: 1:25

Schematische Anordnung unterirdischer C-Ringe
M: 1:50

Anschluß "DTR" (von Außen)
M: 1:25

MAX BOGL
Fertigbetonbauwerk

96 x herstellen pro Uebergangsstueck

96 x produce per transition piece

E130 6KT-Mutter M56-10 nach DAST-Richtlinie 021 – flZnncl-1000h, Toleranz 6H
hexagon nut M56-10 according DAST-guideline 021 – flZnncl-1000h, tolerance 6H

E131 HV-Scheibe M56-370HV nach DAST-Richtlinie 021 – flZnncl-1000h
hv-washer M56-370HV according DAST-guideline 021 – flZnncl-1000h

Vorgaben zum Ankerbolzen

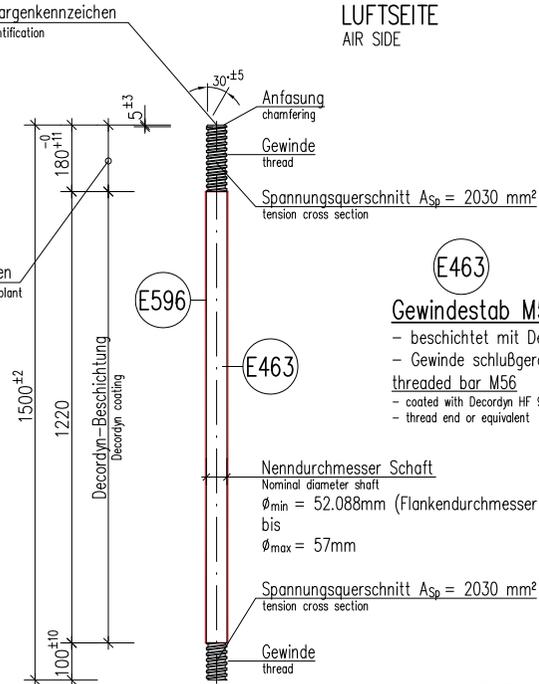
- Festigkeit in Anlehnung an ISO 898-1
Festigkeitsklasse 10.9
- Kerbschlagarbeit 27 Joule bei -40°C
- Gewinde schlussgerollt
- 100% Rissprüfung
- Die chemischen (gemäss EN 10083-1) und mechanischen (gemäss ISO 898-1) Materialeigenschaften sind durch Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 nach EN 10204 zu belegen
- Korrosionsschutz durch Beschichtung mit Decordyn HF91 (d>0,5mm) Farbe vom Lieferanten frei wählbar
- Geradheit gemäß DIN EN 10278: 2mm/m
- Toleranzen gemäß DIN EN 976-1 für das Gewinde

Standards for anchor bolt

- strength properties according to ISO 898-1 property class 10.9
- impact energy 27 joule at -40°C
- chipless manufactured threads
- 100% free of cracks
- The chemical (according to EN 10083-1) and mechanical (according to ISO 898-1) material properties are to be documented by inspection certificates 3.1 according to EN 10204
- Corrosion protection by coating with Decordyn HF91 (d>0,5mm) selectable color from suppliers
- Straightness acc. to DIN EN 10278: 2mm/m
- Tolerances according to DIN EN 976-1 for thread

Stempelung Hersteller, 10.9 + Chargenkennzeichen
Stamping manufacturer, 10.9 + steel melt identification

Sprühfett im Werk dünn aufsprühen
apply a thin layer of spray-on-grease in the plant



LUFTSEITE
AIR SIDE

BETONSEITE
POURED SIDE

E463
Gewindestab M56
- beschichtet mit Decordyn HF 91 (d>0,5mm)
- Gewinde schlussgerollt oder gleichwertig
threaded bar M56
- coated with Decordyn HF 91 (d>0,5mm)
- thread end or equivalent

E596
Neindurchmesser Schaft
Nominal diameter shaft
Ø_{min} = 52.088mm (Flankendurchmesser / pitch diameter)
bis
Ø_{max} = 57mm

E463
Spannungsquerschnitt A_{Sp} = 2030 mm²
tension cross section

E463
Gewinde thread

E14 HV-Scheibe M56-370HV nach DAST-Richtlinie 021
hv-washer M56-370HV according DAST-standard 021

E22 Sechskantmutter M56-10 nach DAST-Richtlinie 021, Toleranz 6H
hexagon nut M56-10 according DAST-guideline 021, tolerance 6H

Einbau- und Zubehörtelliste			List of installation parts		
E-Nr.	Menge Quantity	Einheit Unit	Bezeichnung	SAP-Nummer SAP-number	Description
E14	1	Stück	Scheibe DAST021 M56 370HV SCHW	2168954	washer DAST-guideline 021 M56 370HV black
E22	1	Stück	6KT-M DAST021 M56 10 SCHW 6H	2166038	hexagon nut DAST-guideline 021 M56 10 black 6H
E130	1	Stück	6KT-M DAST021 M56 10 flZnncl-1000h 6H	2173040	hexagon nut DAST-guideline 021 M56 10 flZnncl-1000h 6H
E131	1	Stück	Scheibe DAST021 M56 370HV flZnncl-1000h	2173031	washer DAST-guideline 021 M56 370HV flZnncl-1000h
E463	1	Stück	GewStab M56 1500 10.9 1100/180 ohne FAS	10053521	female-bar M56 1500 10.9 1100/180 without chamfer
E596	-	-	DecordynHF91 FLUCHS LUBRITECH	10023930	Decordyn coating material HF91 fluchs lubritech

Zugehörige Pläne		Associated drawings
Plan Nr.:	Planbezeichnung	
DE_E20_001_XX_X_Uebersicht	Übersichtsplan Gesamturm	layout complete tower
DE_E20_AE1_K1_X_Schalplan	Schalplan Uebergangsstueck AE1	formwork of transition piece AE1
DE_E20_AE1_K1_X_Bewehrung	Bewehrung Uebergangsstueck AE1	reinforcement of transition piece AE1

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3-HT-160-ES-C01 E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 DIBt 2012 WZ 2 / IEC WZ IIIA	ENERCON wind turbine generator E-138 EP3-HT-160-ES-C01 E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 DIBt 2012 WZ 2 / IEC WZ IIIA
---	--

Anderung:	Bezeichnung:	Ern./Ler.	18.09.2019
		erstellt:	Datum:

TYPENPRÜFUNG Geltungsdauer
5 Jahre/Wiedervorlage bis 12.09.2024



3119511-1-d Rev.1
In bautechnischer Hinsicht geprüft.
Siehe Prüfbericht vom 19.09.2019
München
TUV SUD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit
von Windenergieanlagen

Der Bearbeiter: [Signature] Der Leiter: [Signature]

Bauherr:	Max Bögl	Projekt Nr.:	21683
Bauvorhaben:	Windkraftanlage	Blattgr.:	594x.42
Bauteile:	Gewindestange fuer Uebergangsstueck mit Decordynbeschichtung T0150831 threaded bar with decordyn coating for transition piece	Maßstab:	1:50
erst.: Moos	Dat.: 22.07.2019	Boegl-Planbezeichnung	
gepr.: Reitensp.	Dat.: 22.07.2019	Land	Turmtyp
freig.: Betz	Dat.: 22.07.2019	DE	E20
		AE1	HV
		1	Schalplan
			a

ENERCON-Planbezeichnung D0867762-0
Max Bögl Unternehmensname: An diesem Dokument besitzen wir uns jegliche gesetzlichen Unterschutzrechte und sonstigen Immaterialienrechte vor. Ohne unsere schriftliche Erlaubnis ist es nicht zulässig, dieses Dokument oder Teile davon zu kopieren, zu reproduzieren oder anderweitig zu verbreiten. Insbesondere ist es nicht zulässig, dieses Dokument oder Teile davon zu kopieren, zu reproduzieren oder anderweitig zu verbreiten, ohne unsere schriftliche Erlaubnis. In particular, we prohibit the use of this document for purposes other than for the underlying project as well as for the use for service areas other than the underlying project.

96 x herstellen pro Uebergangsstueck

96 x produce per transition piece

E130 6KT-Mutter M56-10 nach DAST-Richtlinie 021 – flZnnc1-1000h, Toleranz 6H
hexagon nut M56-10 according DAST-guideline 021 – flZnnc1 – 1000h, tolerance 6H

E131 HV-Scheibe M56-370HV nach DAST-Richtlinie 021 – flZnnc1-1000h
hv-washer M56-370HV according DAST-guideline 021 – flZnnc1-1000h

Vorgaben zum Ankerbolzen

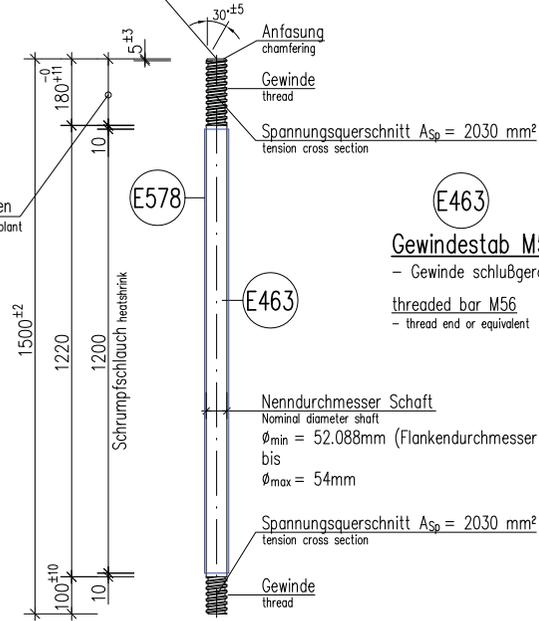
- Festigkeit in Anlehnung an ISO 898-1
Festigkeitsklasse 10.9
- Kerbschlagarbeit 27 Joule bei -40°C
- Gewinde schlussgerollt
- 100% Rissprüfung
- Die chemischen (gemäss EN 10083-1) und mechanischen (gemäss ISO 898-1) Materialeigenschaften sind durch Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 nach EN 10204 zu belegen
- Korrosionsschutz durch Schrumpfschlauch Farbe vom Lieferanten frei wählbar
- Geradheit gemäß DIN EN 10278: 2mm/m
- Toleranzen gemäß DIN EN 976-1 für das Gewinde

Standards for anchor bolt

- strength properties according to ISO 898-1 property class 10.9
- impact energy 27 joule at -40°C
- chipless manufactured threads
- 100% free of cracks
- The chemical (according to EN 10083-1) and mechanical (according to ISO 898-1) material properties are to be documented by inspection certificates 3.1 according to EN 10204
- Corrosion protection by heatshrink selectable color from suppliers
- Straightness acc. to DIN EN 10278: 2mm/m
- Tolerances according to DIN EN 976-1 for thread

Stempelung Hersteller, 10.9 + Chargenkennzeichen
Stamping manufacturer, 10.9 + steel melt identification

Sprühfett im Werk dünn aufsprühen
apply a thin layer of spray-on-grease in the plant



LUFTSEITE
AIR SIDE

BETONSEITE
POURED SIDE

Gewindestab M56

- Gewinde schlusgerollt oder gleichwertig
threaded bar M56
- thread end or equivalent

E14 HV-Scheibe M56-370HV nach DAST-Richtlinie 021
hv-washer M56-370HV according DAST-standard 021

E22 Sechskantmutter M56-10 nach DAST-Richtlinie 021, Toleranz 6H
hexagon nut M56-10 according DAST-guideline 021, tolerance 6H

Einbau- und Zubehörtelliste				List of installation parts	
E-Nr.	Menge Quantity	Einheit Unit	Bezeichnung	SAP-Nummer SAP-number	Description
E14	1	Stück	Scheibe DAST021 M56 370HV SCHW	2168954	washer DAST-guideline 021 M56 370HV black
E22	1	Stück	6KT-M DAST021 M56 10 SCHW 6H	2166038	hexagon nut DAST-guideline 021 M56 10 black 6H
E130	1	Stück	6KT-M DAST021 M56 10 flZnnc1-1000h 6H	2173040	hexagon nut DAST-guideline 021 M56 10 flZnnc1-1000h 6H
E131	1	Stück	Scheibe DAST021 M56 370HV flZnnc1-1000h	2173031	washer DAST-guideline 021 M56 370HV flZnnc1-1000h
E463	1	Stück	GewStab M56 L1500 10.9 L100/160 ohne FAS	10053521	female-bar M56 L1500 10.9 L100/160 without chamfer
E578	1	Stück	Schrumpfschlauch CABICON idm60 L3700	T0145022	heatshrink CABICON idm60 L3700

Zugehörige Pläne	Associated drawings
Plan Nr.:	Planbezeichnung
DE_E20_001_XX_X_Uebersicht	Übersichtsplan Gesamturm
DE_E20_AE1_K1_X_Schalplan	Schalplan Uebergangsstueck AE1
DE_E20_AE1_K1_X_Bewehrung	Bewehrung Uebergangsstueck AE1

ENERCON Windenergieanlage
E-138 EP3-HT-160-ES-C01
E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
DIBt 2012 W 2 / IEC WIV IIIA

ENERCON wind turbine generator
E-138 EP3-HT-160-ES-C01
E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
DIBt 2012 W 2 / IEC WIV IIIA

Anderung:	Bezeichnung:	Ern./Ler.	18.09.2019
	Anlagenbeschreibung ange.; Enercon Planbezeichnung erg.		erstellt: Datum:

TUV SUD Industrie Service
MÜNCHEN

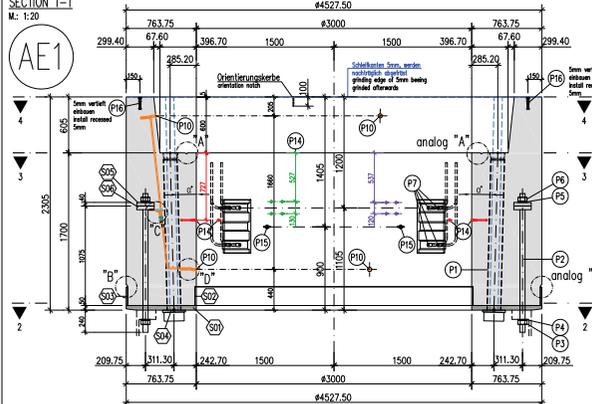
MAX BÖGL
Fortschritt baut man aus Ideen.

Bauherr:	Max Bögl	Projekt Nr.:	21683
Bauvorhaben:	Windkraftanlage	Blattgr.:	594x.42
Bauteile:	Gewindestange fuer Uebergangsstueck mit Schrumpfschlauch T0150830 threaded bar with heatshrink for transition piece	Maßstab:	1:50
erst.: Moos.	Dat.: 22.07.2019	Boegl-Planbezeichnung	
gepr.: Reitensp.	Dat.: 22.07.2019	Land	Turmtyp
freig.: Betz	Dat.: 22.07.2019	DE	E20
"ENERCON"-Planbezeichnung		D0867763-0	

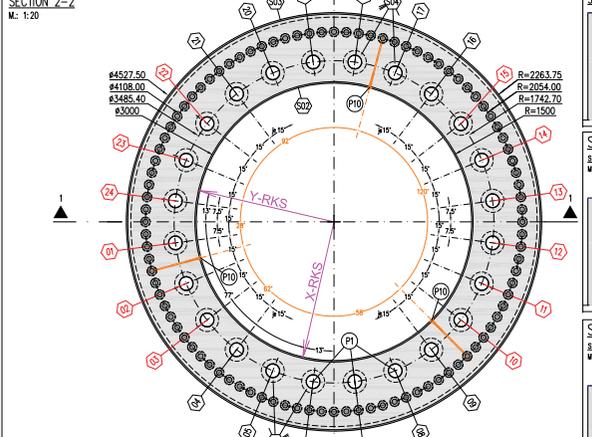
in bautechnischer Hinsicht geprüft.
 Siehe Prüfbericht vom 19.09.2019
 München
 TÜV SÜD Industrie Service GmbH
 Prüfmittel für Standsicherheit
 von Windenergieanlagen
 Der Bearbeiter: *B. B.* Der Leiter: *S. Mayr*

Max Bögl's Copyright Notice: We reserve all copyrights and all other intellectual property rights in this document. Without our prior written and explicit permission, this document may neither be reproduced nor disclosed to third parties nor be used in any other way than within the underlying project. In particular, we prohibit the use of this document for purposes other than for the underlying project as well as for the service areas subject to our copyright within the underlying project.

SECHNITT 1-1
SECTION 1-1



SECHNITT 2-2
SECTION 2-2



SECHNITT 3-3
SECTION 3-3

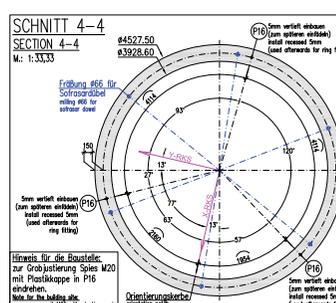
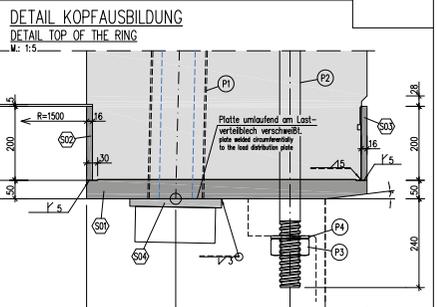
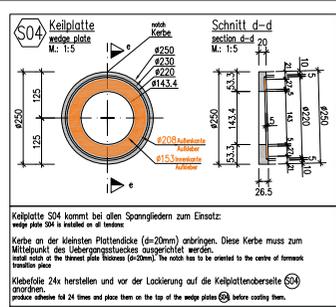
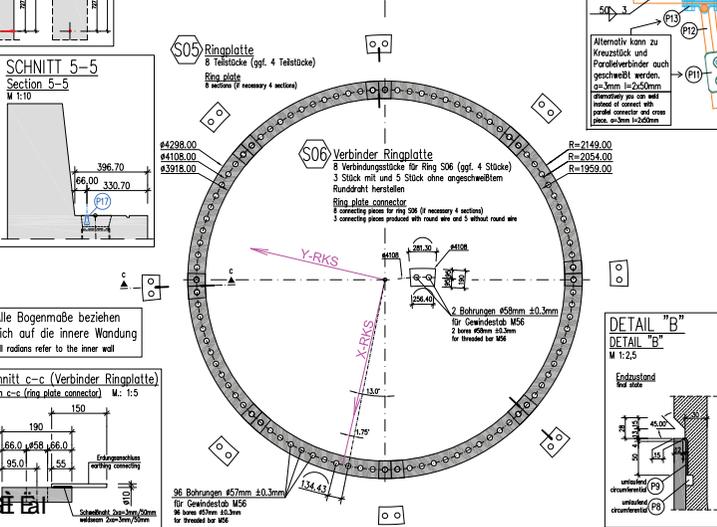
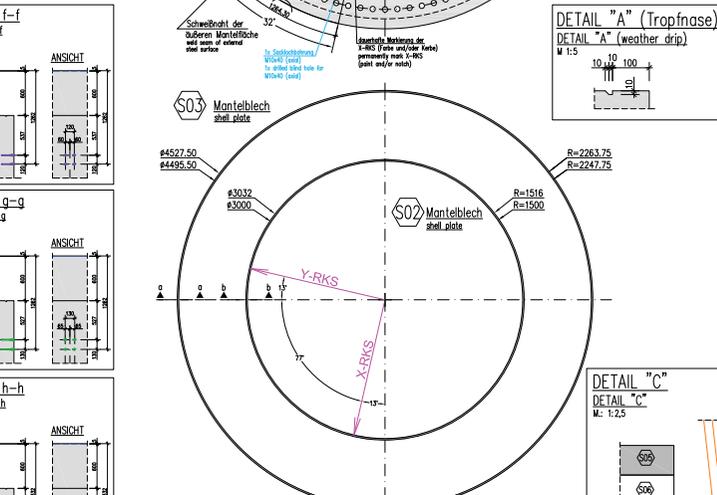
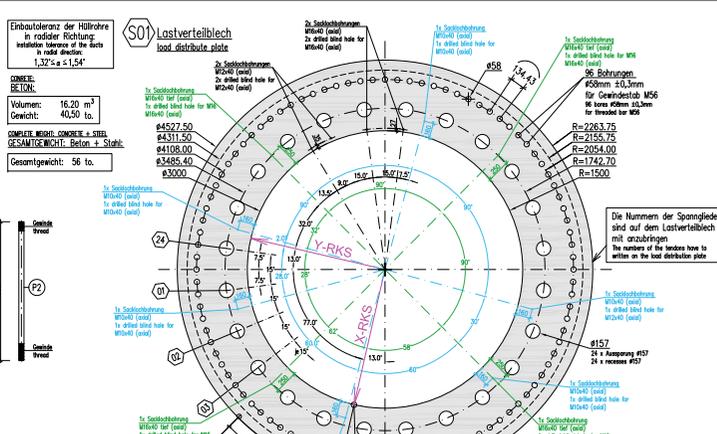
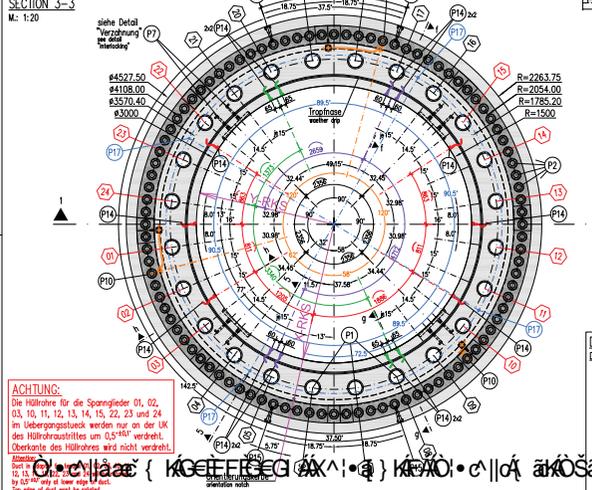


Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists various construction materials and their quantities for the steel construction.

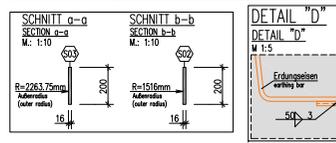


Table with 2 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.



Table with 2 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

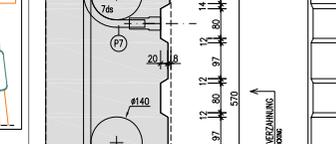


Table with 2 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

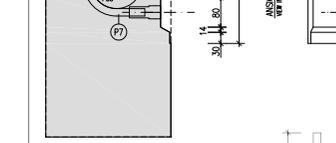


Table with 2 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

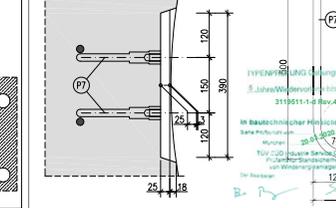


Table with 2 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

In diesem Plan dargestellte Ausführungsvarianten werden jeweils separat in endgültigen Ausführungsplänen dargestellt.

Biege- und Verlegeanleitung
Bending- and installation instruction
nach/according EC2 + NA

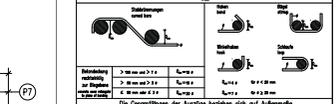


Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

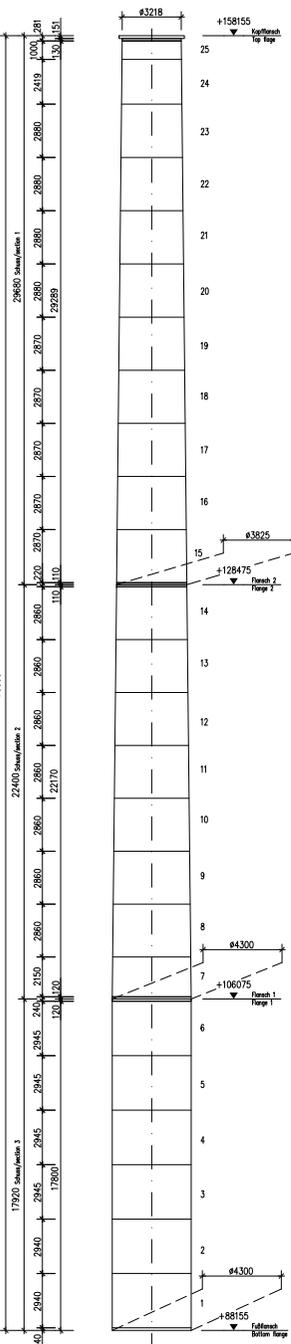
Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

Table with 4 columns: Pos., Menge, Einheit, Bemerkung. Lists materials for the installation parts of the steel construction.

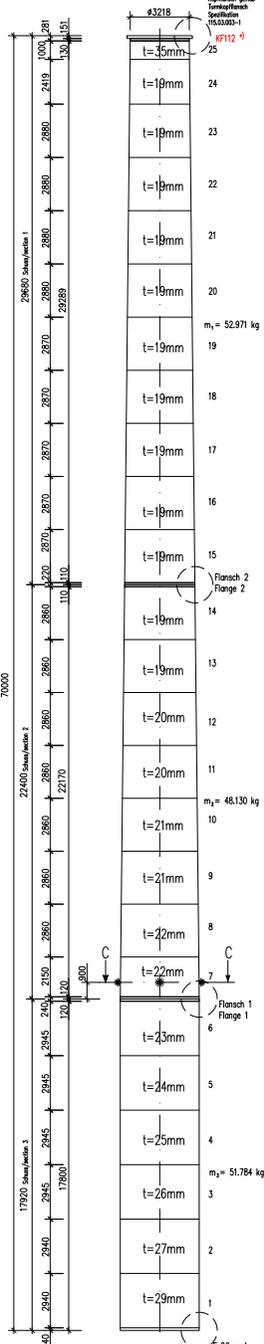
MAX BÖGL logo and contact information. Includes project details: Projekt Nr.: 21683, Bauweise: Windkraftanlage, Bauteile: Schalen Uebergangsstück/Kern transition piece, AE1 (SUSPA).

ACHTUNG:
Die Hüllrohre für die Spanglieder 01, 02, 03, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 22, 23 und 24 im Uebergangsstück werden nur an der UK über Hüllrohrschlitze um 0,2/0,4 verdrillt. Überreste des Hüllrohres wird nicht verdrillt.
Attention:
The outer tubes for the spandrels 01, 02, 03, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 22, 23 and 24 in the transition piece are only twisted at the UK through the outer tube slots by 0.2/0.4. Remnants of the outer tube are not twisted.

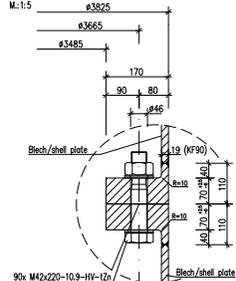
Längsschnitt
M: 1:100



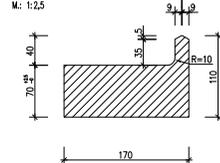
Längsschnitt Kerbfalldicke 90 – für Anbauteile
M: 1:100



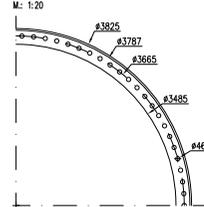
Flansch 2/Flange 2
M: 1:5



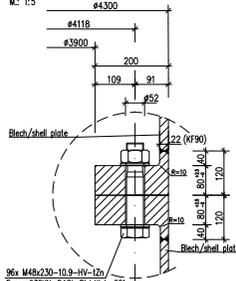
Detail Flansch 2
M: 1:2.5



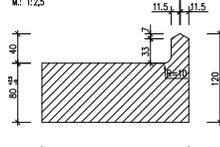
Draufsicht Flansch 2/Top view 2
M: 1:20



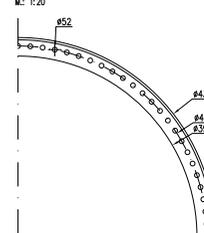
Flansch 1/Flange 1
M: 1:5



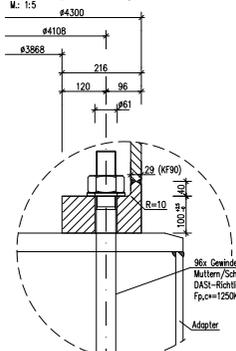
Detail Flansch 1
M: 1:2.5



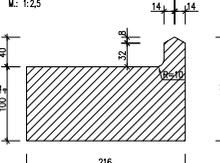
Draufsicht Flansch 1/Top view 1
M: 1:20



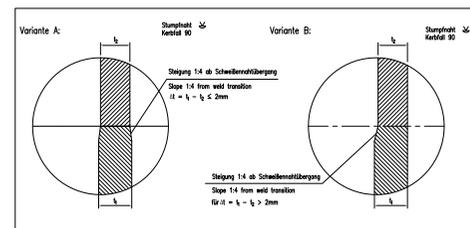
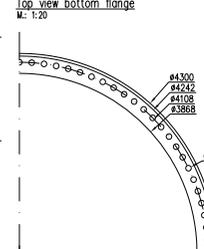
Fußflansch/bottom flange
M: 1:5



Detail Fußflansch
M: 1:2.5



Draufsicht Fußflansch/Top view bottom flange
M: 1:20



Turmkopf flansch gemäß Emerson Turmkopf flansch Spezifikation 115.03.003-1.
Schweißnähte: Allgemein Längs-, Querröhre und tragende Anbauteile gem. DIN EN 1993-1-9. Weils: generally longitudinal and circular weldings and structural components according to DIN EN 1993-1-9.

Sonstige Bleche und Anbauteile: KF90; Anweißbutze, ø ≤ 40mm, S355
Minimum distance of attachments to other weldings: 100mm.
Main longitudinal weldings of the steel wall at 90° offset.

Other sheets and structural components: KF90; welded bushes, ø ≤ 40mm, S355

EG-Zertifikat EN 1090-2 EXC 3
ES-Zertificate EN 1090-2 EXC 3

Einsatztemperatur T_{amb} = -40°C
Operating temperature T = -40°C

Stahlurmwand:
— Umwandelt DIN EN 1993-1-6, Herstelltoleranzen-Quallitätsklasse B.
— Overlay DIN EN 1993-1-6, manufacturing tolerance-quality class B.
— Vorbeuten DIN EN 1993-1-6, Herstelltoleranzen-Quallitätsklasse B.
— Bultüge DIN EN 1993-1-6, manufacturing tolerance-quality class B.
— Toleranzen für Crackbleche nach EN 10029 Toleranzklasse B.
— Toleranzen for steel plates according to EN 10029 tolerance class B.
— Oberflächenschuffeheit nach DIN EN 10163-2 Klasse BZ.
— Surface finish according DIN EN 10163-2 class BZ.

Flansch:
— Ebenheitsabweichung über gesamten Umfang ≤ 2.0 mm.
— Flatness deviation over circumference ≤ 2.0 mm.

Flange:
— Kurzwelligkeit ≤ 1.0 mm/30°
— Short waviness ≤ 1.0 mm/30°
— Neigungen 0a der Flanschendenflächen nach dem Vorspannen ≤ 2%
— Taper 0a of flange outer surface after pre-loading ≤ 2%.

Sichtkontrolle der Schweißnähte: 100%
Visual inspection of welds: 100%

Schweißnähte nach DIN EN ISO 5817 Bewertungsgruppe B.
Welds in accordance with DIN EN ISO 5817 level B.

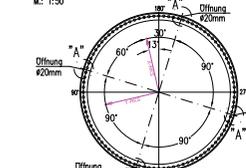
Ultraschallkontrolle der Schweißnähte: Flanschröhre 100%, Stumpfheit in Querrichtung 20%, sonstige Ndhle 10%.
Ultrasonic inspection of welds: flange welds 100%, lateral butt welds 20%, other welds 10%.

Werkstoff: Abnahmegutzeugnis gem. DIN EN 10204 3.1.
Material: acceptance test certificate in accordance with DIN EN 10204 3.1.

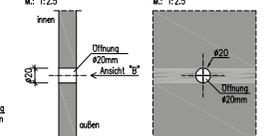
Korrosionsschutz und Beschichtung: siehe separater Plan.
Corrosion protection and coating: see extra drawing.

Die Schweißnaht zwischen Kopfflansch und Mantelblech ist mit KF712 auszuführen.
The weld between head flange and steel tower shell must be executed with KF712.

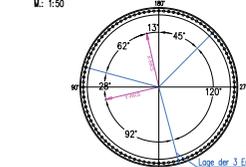
Schnitt C-C Lage der Flugbefeuersöffnungen
M: 1:50



Detail "A" Ansicht "B"
M: 1:2.5



Lage Erdungspunkte
M: 1:50



EMERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E241T-106ESC-01 E-138 EP3 E241T-106ESC-01 E-138 EP3 E241T-106ESC-01	EMERCON Wind turbine generator E-138 EP3 E241T-106ESC-01 E-138 EP3 E241T-106ESC-01 E-138 EP3 E241T-106ESC-01
--	---

Materialien/Materials		
Bauteil / Component	Material	zusätzliche Anforderungen/ additional Requirements
Turmbleche Tower Shell Plates	DIN EN 10025-2: 2005 - S355J2+N	warm gewalzt, normalisiert (oder normalisierend gewalzt) hot rolled, normalized (or normalizing rolled)
Flansche Flanges	DIN EN 10025-3: 2005 - S355NL DIN EN 10164: 2005 - Z15	Es sind nur nahtlos gewalzte oder aus Stahlblech geboogene Flansche zulässig. Seamless Rolled (forged) or from steelbars bended Flanges are permitted only.
Temperature range		
Version	Temperatur Bereich für Normal Operation Temperature range for normal operation	Temperatur Bereich für Transport/Lagerung/Sitstand Temperature range for transport/storage/standstill (structural)
- Standard version (NC)	(-40°C to +70°C) Umgebungstemperatur/ambient temperature	(-30°C to +50°C) Umgebungstemperatur/ambient temperature

VERFEHLUNG GÜLLINGEN
3. Jahres-Windenergieplan 10_12.09.2024
319911-4-Rev.4

MAX BÖGL
Fortschritt baut man aus Ideen.

EMERCON
EMERCON Windenergieanlage
E-138 EP3 E241T-106ESC-01
E-138 EP3 E241T-106ESC-01
E-138 EP3 E241T-106ESC-01

EMERCON
EMERCON Wind turbine generator
E-138 EP3 E241T-106ESC-01
E-138 EP3 E241T-106ESC-01
E-138 EP3 E241T-106ESC-01

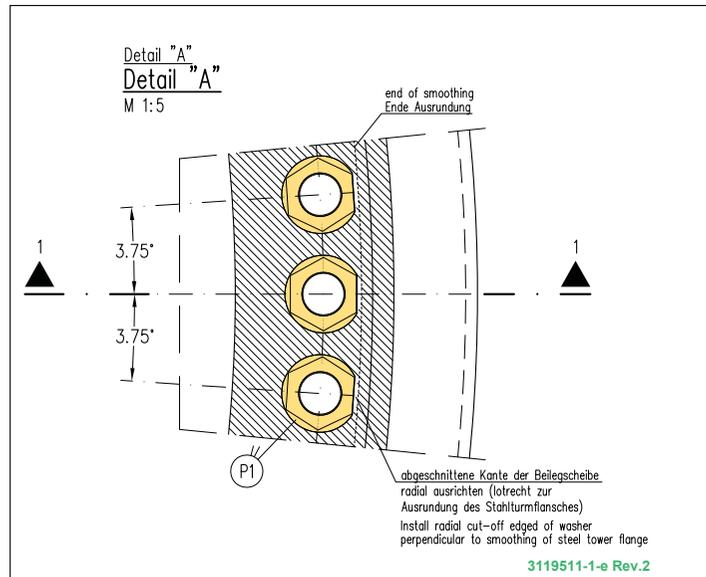
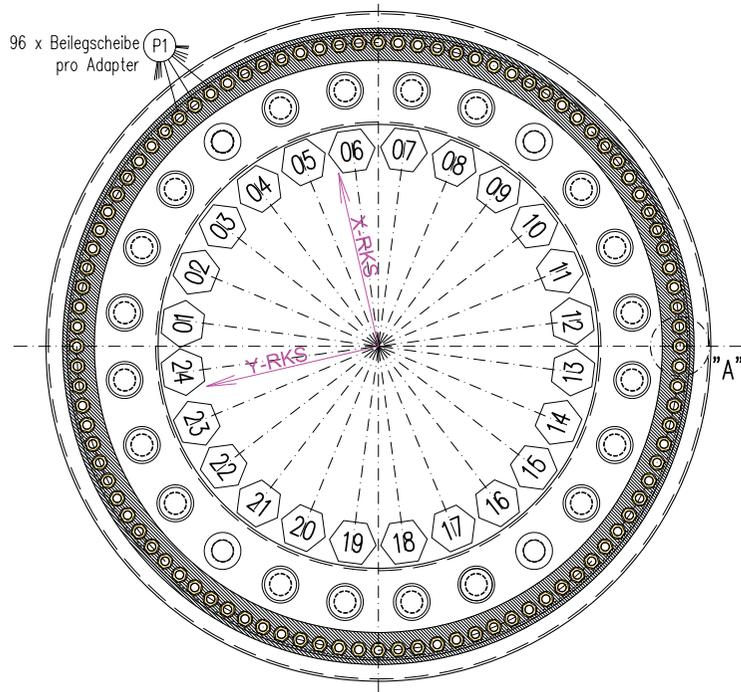
3119511-4 Rev.2
Reviewed by TÜV SÜD
Date: 2025.09.29
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wind Turbines

Projekt Nr.: 21683
Werk: 1.194.84n
Methode: 1:100
Bauweise: Stahlturm
Typ: 1000
Baugruppe: Windkraftanlage
Übersicht

Druck: 2025.09.29
Druck: 2025.09.29
Druck: 2025.09.29

Connection steeltower E20 with transition piece
Anschluss Stahlturm E20 mit Uebergangsstueck

Draufsicht Adapter



SECTION 1-1
SCHNITT 1-1
M 1:5

Reviewed by TÜV SÜD

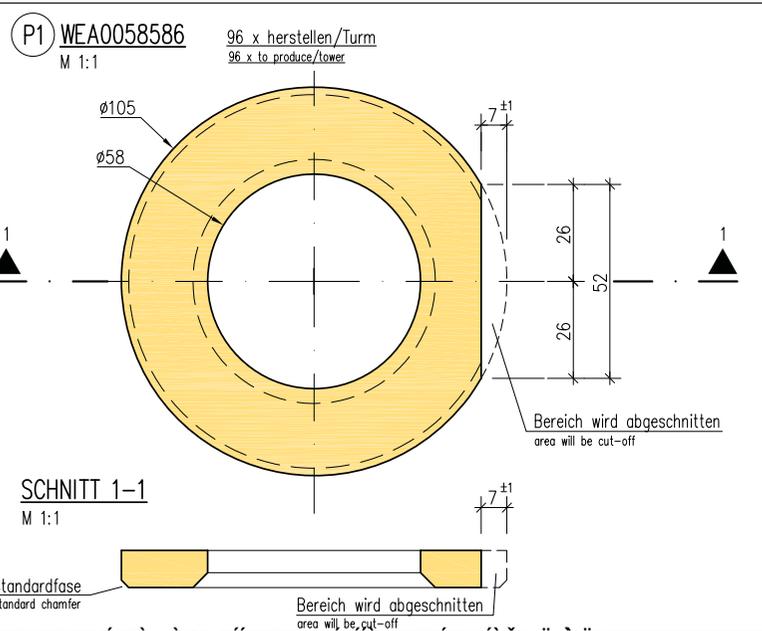
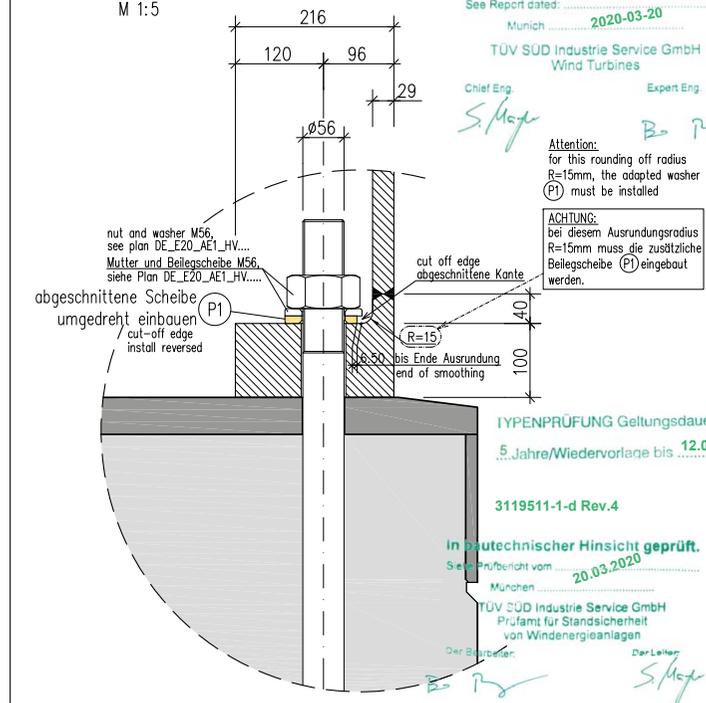
See Report dated: 2020-03-20
Munich

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wind Turbines

Chief Eng. S. Hofer Expert Eng. B. P. ...

Attention:
for this rounding off radius R=15mm, the adapted washer (P1) must be installed

ACHTUNG:
bei diesem Ausrundungsradius R=15mm muss die zusätzliche Beilagscheibe (P1) eingebaut werden.



Attention:
For the first 30 towers, which were manufactured according to plan DE_E20_022_XX_X_Ubersicht_h, the adapted washers (P1) must be installed

ACHTUNG:

Bei den ersten 30 Türmen, bei denen der Stahlturm nach Plan DE_E20_022_XX_X_Ubersicht_h gefertigt wurde, müssen zusätzlich die angepassten Beilagscheiben (P1) eingebaut werden.

Einbau- und Zubehörliste/gilt für einen Turm					
Pos.	E-Nr.	Menge	Einheit	Bezeichnung	SAP-Nummer
P1	--	96	Stück	Scheibe DAST021 M56 flZnncl abgeschnitten	WEA0058586

List of installation parts/valid for one tower					
Pos.	E-Nr.	Quantity	Unit	Description	SAP-number
P1	--	96	piece	washer DAST021 M56 flZnncl cut-off	WEA0058586

ZUGEHÖRIGE PLANE		ASSOCIATED DRAWINGS
Plan Nr. :	Planbezeichnung	
DE_E20_001_XX_X_Ubersicht	Übersichtsplan Gesamtturm	layout tower
DE_E20_022_XX_X_Ubersicht	Übersichtsplan Stahlturm	layout steel tower
DE_E20_AE1_HV_1_Schalplan	Gewindest. Uebergangsstueck	threaded bar for transition piece
DE_E20_AE1_HV_2_Schalplan	Gewindest. Uebergangsstueck	threaded bar for transition piece

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3-HT-160-ES-C01	ENERCON wind turbine generator E-138 EP3-HT-160-ES-C01
E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
DIBt 2012 WZ 2 / IEC WZ IIIA	DIBt 2012 WZ 2 / IEC WZ IIIA

Änderung: Bezeichnung: erstellt: Datum:

Bauherr: Max Bögl Projekt Nr.: 21683
 Bauvorhaben: Windkraftanlage ENERCON Blattgr.: .84x1.19m
 Bauteile: Verankerung Stahlturm am Uebergangsst. mit zusätzlich angepassten Beilagscheiben Maßstab: 1:25
 erst.:Reg. Dat.: 13.01.2020 Boegl-Planbezeichnung
 gepr.:Von Oesen Dat.: 13.01.2020 Land Turmtyp Ringtyp Segment Besonderheit Planart Index
 freig.:Betz Dat.: 13.01.2020 DE E20 M015 Montageplan -
 "ENERCON"-Planbezeichnung D0918251-0

MAX BÖGL: Unternehmensdaten: In diesem Dokument werden die uns anvertrauten Unternehmensdaten und sonstigen Informationen oder diese unter Vermeidung der Einseitigkeit zu erheben, schriftliche Zustimmung der Dritten zu prüfen und/oder zu veröffentlichen oder in einer anderen Weise außerhalb des dem Dokument zugrundeliegenden, mit uns bestehenden Vertragsverhältnisses verwendet werden. Insbesondere unterliegen wir einer Veröffentlichung außerhalb des dieses Dokument zugrundeliegenden Projekts, sowie einer Vervielfältigung, Verbreitung oder sonstigen Nutzung der Inhalte dieses Dokuments. In particular, we prohibit the use of this document for purposes other than for the underlying project as well as the use for press releases or other external communication within the underlying project.



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

PRÜFAMT FÜR STANDSICHERHEIT FÜR DIE
BAUTECHNISCHE PRÜFUNG VON WINDENERGIEANLAGEN

Prüfbericht für eine Typenprüfung

Datum: 27.04.2020

Prüfnummer: 3119511-2-d Rev. 4

Objekt: **Prüfung der Standsicherheit – Flachgründung**
Turm: E-138 EP3-HAT-160-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-
HAT-160-ES-C-01 (Bögl E20)
Fundament: Flachgründung RT 2.0 ohne Spannraum mit
und ohne Auftrieb $\varnothing = 22,50$ m
Windzone 2, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3

Prüfgrundlage: DIBt-Richtlinie 2012

**Hersteller und
Konstruktion:** Max Bögl Wind AG
Postfach 1120
92301 Neumarkt

**Statische
Berechnung:** grbv wind GmbH
Expo Plaza 10
30539 Hannover

Auftraggeber: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

Geltungsdauer: bis 12.09.2024

Unsere Zeichen:
IS-ESW-MUC/CST

Dokument:
3119511-2-
d_Rev.4_ENERCON_E-
138_EP3_(E2)-HT-160-ES.DOC

Das Dokument besteht aus
8 Seiten.
Seite 1 von 8

Die auszugsweise Wiedergabe des
Dokumentes und die Verwendung
zu Werbezwecken bedürfen der
schriftlichen Genehmigung der
TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.

Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
UST-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV
unter www.tuev-sued.de/impressum

Aufsichtsrat:
Reiner Block (Vorsitzender)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Christian Bauerschmidt, Thomas Kainz

Telefon: +49 89 5791-3146
Telefax: +49 89 5791-2956
www.tuev-sued.de/is

TUV[®]

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit für die
Bautechnische Prüfung von
Windenergieanlagen
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland



Revision	Datum	Änderungen
0	13.09.2019	Erstfassung
1	29.11.2019	Neue Revision Dokument [10]. Dokumente [1] bis [4] behalten ihre Gültigkeit. Redaktionelle Änderungen.
2	21.01.2020	Neue Revision Dokument [10]. Dokumente [1] bis [4] behalten Gültigkeit.
3	03.04.2020	Neue Revision Dokumente [1] und [4] sowie [8] und [10]. Dokumente [2] und [3] behalten Gültigkeit.
4	27.04.2020	Neue Revision Dokument [3]. Dokumente [1], [2] und [4] behalten Gültigkeit.

Notiz: Referenzangaben älterer Revisionen könnten sich geändert haben und könnten bei der aktuellen Revision nicht mehr zutreffen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Unterlagen	3
1.1.	Geprüfte Unterlagen.....	3
1.2.	Eingesehene Unterlagen.....	3
2.	Prüfgrundlage	3
3.	Beschreibung	5
3.1.	Baustoffe.....	5
3.2.	Lastannahmen	5
3.3.	Baugrund	5
4.	Prüfumfang	6
5.	Prüfbemerkungen.....	6
6.	Prüfergebnis.....	7
6.1.	Auflagen.....	7



1. Unterlagen

1.1. Geprüfte Unterlagen

Folgende Dokumente wurden zur Prüfung vorgelegt:

- [1] „Statische Berechnung Windenergieanlage Enercon E138 EP3 NH 160 m – Hybridturm E20, Statische Bemessung einer Flachgründung mit $D=22,50\text{ m}$ “, erstellt von grbv wind GmbH, 207 Seiten,
Projekt Nr. 50180-146, Rev. 4, Datum 2020-03-20
ENERCON Dokument Nr. D0858722-3
- [2] „Fundamentdatenblatt E-138 EP3-HT-160-ES-C-01, E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01, Flachgründung mit und ohne Auftrieb“, erstellt von ENERCON GmbH, 7 Seiten,
Dokument Nr. D0858723-2, Rev. 2, Datum 2019-09-10
- [3] „Schalplan Fundament Ø22.50m, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3-HT-160-ES-C01, E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01, DIBt 2012 WZ 2 / IEC WZ IIIA“, erstellt von Max Bögl Wind AG,
Zeichnung Nr. DE_E20_005_XX_X, Rev. b, Datum 2020-03-13
ENERCON Dokument Nr. D0867757-1
- [4] „Bewehrung Fundament Ø22.50m, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3-HT-160-ES-C01, E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01, DIBt 2012 WZ 2 / IEC WZ IIIA“, erstellt von Max Bögl Wind AG,
Zeichnung Nr. DE_E20_006_XX_X, Rev. c, Datum 2020-03-20
ENERCON Dokument Nr. D0867758-3

1.2. Eingesehene Unterlagen

Folgende Dokumente wurden im Rahmen der Prüfung zusätzlich herangezogen:

- [5] „Spanngliedverankerung im Fundament RT2.0 (mit 4 Ankerstangen)“, erstellt von Max Bögl Wind AG,
Plan Nr. M532_b, Rev. b, Datum 2019-06-26
- [6] „Statische Berechnung für den Max Bögl Hybridturm RT 2.0, Spanngliedverankerung“, erstellt von Max Bögl Wind AG, 54 Seiten,
Projekt Nr. 21683, Rev. b, Datum 2019-06-27
- [7] „Gutachtliche Stellungnahme Hybridtürme für Windenergieanlagen – Bauteile für Spanngliedverankerung – Statischer Nachweis der Bauteile für die untere Spanngliedverankerung von Hybridtürmen für Windenergieanlagen gemäß DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2015“, erstellt von TÜV NORD CERT GmbH, 7 Seiten,
Bericht Nr. 8116 986 268-6 D, Rev. 0, Datum 2019-07-04
- [8] „Uebersichtsplan Gesamtturm NH=160m, Spannglieds. „SUSPA“, erstellt von Max Bögl Wind AG,
Zeichnung Nr. DE_E20_001_XX_X_Uebersicht, Rev. f, Datum 2020-03-16
ENERCON Dokument Nr. D0867756-4
- [9] „Statische Berechnung Max Bögl Hybridturm E20, Spannbetonturm“, erstellt von Max Bögl Wind AG, 154 Seiten,
Projekt Nr. 21683-E20, Rev. d, Datum 2019-10-16
ENERCON Dokument Nr. D0867768-2



- [10] „Prüfbericht für eine Typenprüfung – Prüfung der Standsicherheit – Hybridturm E-138 EP3-HT-160-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 (Bögl E20), Windenergieanlagen ENERCON E-138 EP3 und E138-EP3 E2, 160 m Nabenhöhe, Windzone 2, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 14 Seiten,
Prüfnummer: 3119511-1-d, Rev. 4, Datum 2020-03-20
- [11] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung „Drahtspannsystem SUSPA-Draht EX für externe Vorspannung mit 30 bis 84 Spannstahldrähten nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-2“, erstellt vom Deutschen Institut für Bautechnik, 39 Seiten,
Zulassungsnr. Z-13.3-139, vom 16.04.2018, Geltungsdauer bis 16.04.2021
- [12] Allgemeine Bauartgenehmigung „SUSPA Draht EX für Windenergieanlagen“, erstellt vom Deutschen Institut für Bautechnik, 10 Seiten,
Zulassungsnr. Z-13.3-141, vom 15.04.2019, Geltungsdauer bis 16.04.2021

2. Prüfgrundlage

Die Prüfung der Unterlagen erfolgte gemäß folgender Richtlinie:

- /1/ „Richtlinie für Windenergieanlagen“, herausgegeben vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt), Ausgabe Oktober 2012, korrigierte Fassung März 2015

Zur Prüfung wurden zusätzlich folgende Normen und Richtlinien herangezogen:

- /2/ DIN EN 1991-1-1:2010 „Eurocode 1: Einwirkung auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Deutsche Fassung EN 1991-1-1:2002 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1991-1-1/NA:2010 + DIN EN 1991-1-1/NA/A1:2015
- /3/ DIN EN 1992-1-1:2011 „Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken –Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010“ + DIN EN 1992-1-1/A1:2015, mit nationalem Anhang DIN EN 1992-1-1/NA:2013 + DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015
- /4/ DIN EN 1997-1:2009 „Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC: 2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1997-1/NA:2010
- /5/ DIN 1054:2010 „Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“ + DIN 1054/A1:2012 and DIN 1054/A2:2015
- /6/ DIN EN 1998-1:2010 „Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1998-1/NA:2011
- /7/ DIN 4149:2005 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten“
- /8/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton Heft 439 „Ermüdungsfestigkeit von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen mit Erläuterungen zu den Nachweisen gemäß CEB-FIP Model Code 1990“, Ausgabe 1994
- /9/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton Heft 600 „Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2)“, Ausgabe 2012



3. Beschreibung

Die Hybridtürme E-138 EP3-HAT-160-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HAT-160-ES-C-01 werden mit Spanngliedern extern vorgespannt und im kreisringförmigen Fundamentsockel verankert.

Die Flachgründung besteht aus einer kreisringförmigen Fundamentplatte mit veränderlicher Höhe sowie einem darauf aufgesetzten Sockelring. Zwischen Turmfuß und Sockelring ist eine Mörtelausgleichsschicht angeordnet.

Die Spannglieder werden oberhalb der Sockeloberkante gegen Ankerplatten vorgespannt, die mit Hilfe von Gewindestangen und einbetonierten Ankerplatten in das Fundament zurückgehängt werden.

Die Fundamentplatte wird mit Erdreich überschüttet, um die statisch erforderliche Auflast zu erreichen.

Das Fundament kann wahlweise ohne Arbeitsfugen oder abschnittsweise gemäß [3] hergestellt werden.

Die genauen Abmessungen des Fundaments können dem Schalplan [3] entnommen werden.

3.1. Baustoffe

Beton für Fundament	C30/37 mit Expositionsklassen XC4, XF1, XA1 gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/
Beton für Sockel	C35/45 mit Expositionsklassen XC4, XF1, XA1, XD1 gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/
Betonstahl	B500B gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/
Spannsystem	20 Spannglieder System SUSPA Draht EX-72, 72 Spannstahldrähte St 1570/1770 mit 38,5 mm ² Nennquerschnitt gemäß [11] in Verbindung mit [12]

3.2. Lastannahmen

Die dimensionierenden Lasten am Turmfuß für die Fundamentauslegung sind in der Turmstatik [9] in Kapitel 7 angegeben. Diese Lasten wurden im Rahmen der Turmprüfung mit dem Prüfbericht [10] bestätigt. Die angesetzte Entwurfslebensdauer der Windenergieanlage beträgt 25 Jahre.

Einwirkungen aus Erdbeben sind gemäß Turmprüfbericht [10] auf Basis der DIN EN 1998-1 /6/ für alle Erdbebenzonen sowie Baugrund- und Untergrundklassen in Deutschland abgedeckt. Hiermit sind auch alle Erdbebenzonen sowie Baugrund- und Untergrundklassen nach DIN 4149 /7/ in Deutschland abgedeckt.

Eigengewichte wurden gemäß DIN EN 1991-1-1 /2/ berücksichtigt.

3.3. Baugrund

Die Mindestwerte der dynamischen und statischen Drehfedersteifigkeit des Gesamtsystems aus Boden und Fundament betragen gemäß Fundamentdatenblatt [2] $k_{\phi, \text{dyn}} \geq 210 \text{ GNm/rad}$ und $k_{\phi, \text{stat}} \geq 42 \text{ GNm/rad}$.

Der anstehende Baugrund muss gemäß [2] mindestens eine Bodenpressung von 252 kN/m² (BS-P) und 258 kN/m² (BS-A) aufnehmen können (charakteristische Werte).



Der höchste für den Lastfall Auftrieb in [1] nachgewiesene Wasserstand liegt bei 0,73 m über Fundamentunterkante. Bei minimaler Überschüttung gemäß Variante II in [3] darf der Wasserstand höchstens auf Höhe der Fundamentunterkante liegen.

4. Prüfumfang

Dieser Prüfbericht für eine Typenprüfung umfasst die Prüfung hinsichtlich der Standsicherheit der in Abschnitt 3 beschriebenen Flachgründung mit Auftrieb auf Basis der in Abschnitt 2 genannten Prüfgrundlagen.

Für eine vollständige Typenprüfung von Turm und Fundament ist ein zusammenfassender Prüfbescheid zur Typenprüfung erforderlich.

Die Überprüfung der Standorteignung sowie des Blitzschutz- und Erdungskonzepts sind nicht Gegenstand dieses Berichts.

Abweichungen von den geprüften Unterlagen und Prüfgrundlagen bezüglich Konstruktion, Lastannahmen, Randbedingungen und Ausführung, die Einfluss auf die Standsicherheit haben, sind durch diesen Bericht nicht abgedeckt und erfordern eine Überarbeitung der Berechnung und deren Prüfung.

5. Prüfbemerkungen

Die vorgelegten Nachweise wurden durch eigene Vergleichsrechnungen überprüft.

Die Zeichnungen wurden auf Übereinstimmung mit den Annahmen der Berechnungen sowie den Vorgaben der in Abschnitt 2 genannten Prüfgrundlagen geprüft.

Schnittstellen:

Der Nachweis der Lasteinleitung in den Vergussmörtel im Grenzzustand der Tragfähigkeit wird im Rahmen dieses Berichts bestätigt. Der Nachweis der Lasteinleitung in den Vergussmörtel im Grenzzustand der Ermüdung wurde mit dem Prüfbericht für den Hybridturm [10] bestätigt. Die Nachweise der Lasteinleitung in den Beton unter dem Vergussmörtel des Fundaments und des Betons über den Ankerplatten im Fundament werden mit diesem Prüfbericht bestätigt.

Die Nachweise der oberen und unteren Ankerplatten sowie der Ankerstangen der Spanngliedverankerung wurden in Dokument [6] mit exemplarischen Lasten geführt und mit der gutachtlichen Stellungnahme [7] bestätigt. Mit diesem Prüfbericht wird bestätigt, dass die Nachweise in [6] für den vorliegenden Turm gültig sind.

Imperfektionen:

Die für die Fundamentbemessung angegebenen Lasten in Dokument [9], Kapitel 7 enthalten bereits Effekte aus Differenzsetzungen des Fundaments von 3 mm/m sowie aus einer zusätzlichen Schiefstellung infolge der Berücksichtigung statischer Bodenkennwerte. Zusätzlich wurden Effekte der Turmschiefstellung mit insgesamt 200 mm an der Oberkante des Adapters angesetzt.

Revision 4 dieses Prüfberichts:

Der Schalplan [3] wurde geringfügig verändert. Diese Änderungen haben keinen maßgeblichen Einfluss auf die statische Berechnung [1].



6. Prüfergebnis

Die Berechnungen und die zugehörigen Konstruktions- und Bewehrungszeichnungen für das Fundament entsprechen den in Abschnitt 2 genannten Normen und Richtlinien und sind im Wesentlichen vollständig und richtig.

Die Anforderungen an die Standsicherheit der Gründung sind erfüllt, vorausgesetzt, die nachstehenden Auflagen sowie alle Auflagen und Bemerkungen der zugehörigen Prüfberichte und Gutachten werden beachtet bzw. vollzogen.

Die Prüfung der technischen Unterlagen für das Fundament ist hiermit abgeschlossen.

6.1. Auflagen für Herstellung und Errichtung

Baugrund

1. Die vorhandenen Bodenkennwerte, die Zuordnung des Bodens zu Expositionsklassen nach DIN EN 1992-1-1 /3/ und der höchste für den Auftrieb maßgebende Wasserstand sind für den jeweiligen Standort zu ermitteln und im geotechnischen Untersuchungsbericht zu beschreiben.
2. Grundbautechnische Berechnungen sind im Rahmen des geotechnischen Entwurfsberichts durchzuführen. Die Schnittgrößen an Fundamentunterkante sind in [2] angegeben.
3. Die Mindestwerte der dynamischen und statischen Drehfedersteifigkeit des Gesamtsystems aus Boden und Fundament gemäß Abschnitt 3.3. müssen für den jeweiligen Standort nachgewiesen werden. Dabei kann das Fundament in guter Näherung als Starrkörper angenommen werden.
4. Die im geotechnischen Entwurfsbericht angenommenen Baugrundverhältnisse sind beim Baugrubenaushub vom Bodengutachter zu überprüfen und zu bestätigen. Vor Aufbringen der Sauberkeitsschicht ist die Tragfähigkeit der Baugrubensohle durch den Bodengutachter zu bestätigen.

Ausführung Fundament

5. Sollte Expositionsklasse XA oder XS gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/ abweichend von den gewählten Expositionsklassen gemäß Abschnitt 3.1. am Standort zu berücksichtigen sein, so sind gegebenenfalls zusätzliche Maßnahmen zum Schutz des Betons und der Bewehrung zu ergreifen.
6. Die Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für die Spannverfahren [11] und [12] in der hier spezifizierten Fassung sind zu beachten.
7. Zum Zeitpunkt der Herstellung des Fundaments sind gültige Versionen der Zulassungen [11] und [12] vorzulegen und gegebenenfalls die Gleichwertigkeit mit den hier zitierten Versionen nachzuweisen.
8. Zur Begrenzung der Rissbildung infolge Hydratationswärmeentwicklung sind geeignete betontechnologische Maßnahmen zu ergreifen.
9. Der Zeitpunkt des Erreichens der erforderlichen Festigkeit des Vergussmörtels und Betons für das Vorspannen ist zu bestimmen und durch fachgerecht, unter Berücksichtigung der standortspezifischen Umgebungsbedingungen gelagerte Proben zu überprüfen und zu dokumentieren.



Industrie Service

10. Das in [3] spezifizierte Gesamtgewicht der Überschüttung muss zur Gewährleistung der Standsicherheit mindestens erreicht werden. Die Überschüttung muss gleichmäßig über den Umfang verteilt sein.

Prüfintervalle:

11. Die Anforderungen an die wiederkehrenden Prüfungen gemäß DIBt-Richtlinie /1/ sind zu beachten.

Für die Verlängerung der Typenprüfung sind die Zeichnungen und die Berechnungen zu einer erneuten Überprüfung hinsichtlich geänderter Vorschriften oder Richtlinien vorzulegen.

**TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit für die
bautechnische Prüfung von Windenergieanlagen**

Der Bearbeiter

C. Stiglmeier

Der Leiter

i.V. S. Mayer

Fundamentdatenblatt

Foundation Data Sheet

E-138 EP3-HT-160-ES-C-01

E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

Flachgründung mit und ohne Auftrieb
Flat Foundation with and without Buoyancy

WEA Klasse 2, GK II (DIBt-Richtlinie, Fassung Oktober 2012)
WTC IIIA (IEC 61400-1, 3rd Edition, 2005-08)

3119511-2-d

In bautechnischer Hinsicht geprüft.

Siehe Prüfbericht vom 13.09.2019

München 13.09.2019

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit
von Windenergieanlagen

Der Bearbeiter:



Der Leiter:



3119511-2-e

Reviewed by TÜV SÜD

See Report dated: 2019-11-28

Munich 2019-11-28

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wind Turbines

Chief Eng.



Expert Eng.



Herausgeber	ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109 E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360
Urheberrechtshinweis	<p>Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.</p> <p>Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.</p> <p>Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.</p> <p>Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.</p>
Geschützte Marken	Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.
Änderungsvorbehalt	Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.
Publisher	ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Germany Phone: +49 4941 927-0 ▪ Fax: +49 4941 927-109 E-mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Managing Directors: Hans-Dieter Kettwig Local court: Aurich ▪ Company registration number: HRB 411 VAT ID no.: DE 181 977 360
Copyright notice	<p>The entire content of this document is protected by copyright and – with regard to other intellectual property rights – international laws and treaties. ENERCON GmbH holds the rights in the content of this document unless another rights holder is expressly identified or obviously recognisable.</p> <p>ENERCON GmbH grants the user the right to make copies and duplicates of this document for informational purposes for its own intra-corporate use; making this document available does not grant the user any further right of use. Any other duplication, modification, dissemination, publication, circulation, surrender to third parties and/or utilisation of the contents of this document – also in part – shall require the express prior written consent of ENERCON GmbH unless any of the above is permitted by mandatory legislation.</p> <p>The user is prohibited from registering any industrial property rights in the know-how reproduced in this document, or for parts thereof.</p> <p>If and to the extent that ENERCON GmbH does not hold the rights in the content of this document, the user shall adhere to the relevant rights holder's terms of use.</p>
Registered trademarks	Any trademarks mentioned in this document are intellectual property of the respective registered trademark holders; the stipulations of the applicable trademark law are valid without restriction.
Reservation of right of modification	ENERCON GmbH reserves the right to change, improve and expand this document and the subject matter described herein at any time without prior notice, unless contractual agreements or legal requirements provide otherwise.



Dokumentinformation / Document details

Dokument-ID Document ID	D0858723-2
Vermerk Note	Originaldokument Original document

Datum Date	Sprache Language	DCC	Werk / Abteilung Plant / Department
2019-09-10	de;en	DA	WRD / Türme und Fundamente WRD / Towers and Foundations

Ergänzende Angaben / Additional notes

Angaben zum Original (ger;eng) Original document details		Angaben zur Übersetzung (--) Translation details	
Erstellt/Datum: Created/Date:	Cygon, K. / 2019-08-14	Übersetzt/Datum: Translated/Date:	
Geprüft/Datum: Checked/Date:	Villada Gonzalez, J. / 2019-08-14	Geprüft/Datum: Checked/Date:	

Revisionen / Revisions

Rev.	Datum/Date	Änderung/Change	Erstellt/Created
0	2019-08-14	Dokument erstellt Document created	KCY
1	2019-09-03	Maßgebende Fundamentlasten an statische Berechnung angepasst, Angaben zu Erdüberschüttung und Auftrieb ergänzt Decisive foundation loads adapted to structural calculation, information regarding soil cover and buoyancy added	KCY
2	2019-09-10	Berechnung der Erdaufkast Seite 7 gemäß Prüfanmerkung angepasst Calculation of earth cover fill adapted according to evaluation remark	KCY



Dieses Dokument wurde auf Anfrage bzw. für einen bestimmten Auftrag verschickt. Der Empfänger wurde nicht registriert. Der Empfänger wird bei Änderung nicht automatisch informiert.

This document has been forwarded upon request or with regard to a specific order. The recipient has not been registered. The recipient will not be automatically notified about any amendments.

1 Allgemeine Angaben / General information

 Flachgründung
 mit und ohne Auftrieb

Ø 22,50 m

*Flat foundation
 with and without Buoyancy*

Auftrag / Datum

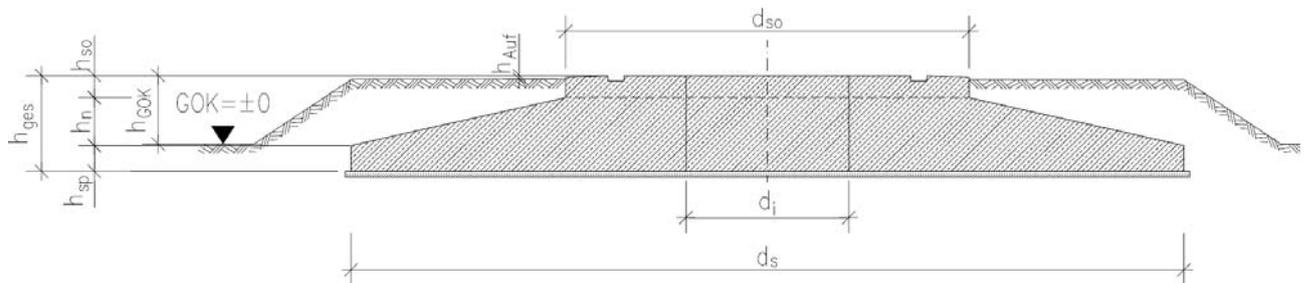
50180-146 / 2019-07-30

Order no./ date



2 Fundamentgeometrie / Foundation dimensions

Außendurchmesser	d_a	22,50 m	<i>Outer diameter</i>
Sockeldurchmesser	d_{so}	10,90 m	<i>Base diameter</i>
Durchmesser Fundamentkern	d_i	4,40 m	<i>Diameter of foundation core</i>
Durchmesser kompressible Einlage	d_k	4,40 m	<i>Compressible layer diameter</i>
Fundamenthöhe	h_{ges}	2,60 m	<i>Foundation height</i>
Sockelhöhe	h_{so}	0,60 m	<i>Base height</i>
Höhe Spornneigung	h_n	1,30 m	<i>Spur incline height</i>
Spornhöhe	h_{sp}	0,70 m	<i>Spur height</i>
Differenz Fundamentoberkante - GOK	h_{GOK}	1,875 m	<i>Difference between foundation top edge and ground level</i>
Differenz Fundamentoberkante-Oberkante Aufschüttung	h_{Auf}	0,10 m	<i>Difference between foundation top edge and backfill</i>
Betongüte und Volumen	C 30/37	574 m ³	<i>Concrete quality and volume</i>
	C 35/45	54 m ³	
	gesamt/ <i>total</i>	628 m ³	
Betonstahl und Gewicht	B 500B	85,0 t	<i>Reinforcement steel and weight</i>



Der erforderliche Überstand der Bodenaufkast über die Fundamentaßenkanten ist durch einen Baugrundgutachter festzulegen.

The required protrusion of the backfill beyond the outer edges of the foundation must be defined by a geotechnical expert.

3 Mindestdrehfedersteifigkeiten Minimum rotational spring stiffness

Für die elastische Fundamenteinspannung zwischen Fundament und Baugrund sind folgende Mindestwerte einzuhalten:

Observe the following minimum values with regard to elastic clamping between foundation and subsoil:

Gesamtsystem / Total system (Turm und Gründung / Tower and foundation)	kϕ,stat 42000 MNm/rad
	kϕ,dyn 210000 MNm/rad

Die erforderlichen dynamischen Steifemodule ($E_{oed,dyn}$) ergeben sich in Abhängigkeit von Fundamentgeometrie und Querdehnzahl.

The resulting required dynamic stiffness moduli ($E_{oed,dyn}$) depend on the foundation dimensions and Poisson's ratio.

4 Zulässige Schiefstellung / Allowed misalignment

Maximal zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzung in 25 Jahren bezogen auf den Außendurchmesser.

Maximum allowed misalignment due to subsoil settlement within 25 years, related to the outer diameter.

$$\Delta s \leq 3 \text{ mm/m}$$

5 Bodenpressung / Soil bearing pressure

Der anstehende Baugrund muss mindestens folgende Bodenpressung aufnehmen können.

The in-situ subsoil must be able to bear the following minimum pressure.

$$\sigma_{k,vorh} = 252 \text{ kN/m}^2 \text{ (BS-P)}$$

$$\sigma_{k,vorh} = 258 \text{ kN/m}^2 \text{ (BS-A)}$$

6 Lasten an der Fundamentunterkante Loads at the bottom edge of the foundation

Die angegebenen F_Z -Lasten schließen Fundamenteigengewicht $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ und eine Bodenauflast $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ im Trockenzustand ein.

The F_Z loads indicated include the dead weight of the foundation $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ and a soil weight $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ when dry.

6.1 Charakteristische Lastfälle / Characteristic load cases

Lastfall Load case	(γ_F / γ_F)	F_{XY} in kN	$F_{Z,\min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{Z,\max}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	M_{XY} in kNm	M_Z in kNm
NTM DLC D.3	(1.00/1.00)	802	-35754	-36804	105508	-
N / T / DLC 8.2	(1.00/1.00)	1120	-40405	-37483	159659	3608
N / A / T	(1.00/1.00)	1103	-40245	-37323	165227	1801

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_F = 1,00$)

Loads do not include partial safety factors
($\gamma_F = 1.00$)

6.2 Bemessungswerte der Lastfälle / Load case design values

Lastfall Load case	(γ_F / γ_F)	F_{XY} in kN	$F_{Z,\min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{Z,\max}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	M_{XY} in kNm	M_Z in kNm
N / A / T	(1.35/0.90)	1487	-49478	-30834	209016	4866

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte

All loads include partial safety factors

6.3 Erdüberschüttung und Auftrieb / Soil cover and buoyancy

Die Erdüberschüttung und der Auftrieb am jeweiligen Standort kann zwischen den zwei folgenden Situationen gewählt werden:

The soil cover and buoyancy can be chosen between the following two situations:

- Erdüberschüttung I: Maximale Erdüberschüttung, konstant 100 mm unter Fundamentoberkante, mit Auftrieb bis GOK
Soil cover I: Maximum soil cover, constant 100 mm below top of foundation, with buoyancy up to ground level
- Erdüberschüttung II: Minimale Erdüberschüttung, 500 mm parallel zur Fundamentneigung, kein Auftrieb
Soil cover I: Minimum soil cover, 500 mm parallelly to foundation inclination, no buoyancy

Die oben genannten Lasten decken beide Situationen ab.

Above mentioned loads cover both situations.

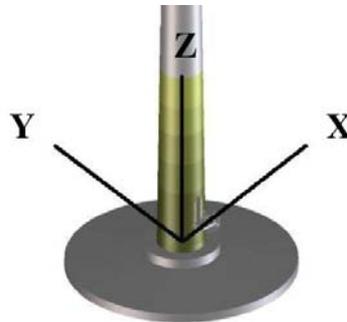


Die planmäßige Wichte beträgt 1,8 to/m³. Bei Abweichungen kann die erforderliche Überschüttung mit folgender Formel ermittelt werden. Die Erdauflast ist durch den Bodengutachter unter Berücksichtigung des vorhandenen Grundwasserspiegels in den Grenzen zwischen I und II festzulegen.

The scheduled value of the soil density is 1.8 to/m³. In case of deviations, the required cover fill can be calculated with the following formula. The soil load must be determined by the geotechnical expert within the boundaries between I and II.

<p>erforderliche Erdauflast auf dem Fundamentkörper für Überschüttung II: required earth cover on the foundation body for the cover fill II:</p> $h_{II} = \frac{1.8 \text{ [to/m}^3\text{]}}{\gamma_{\text{vorh}} \text{ [to/m}^3\text{]}} \times 0.51\text{m} \geq 0,51 \text{ m}$	<p>erforderliche Erdauflast auf dem Fundamentkörper für Überschüttung I: required earth cover on the foundation body for the cover fill I:</p> $A_{\text{Auflast}} = \frac{\pi}{4} \times (22,50^2 - 10,90^2) = 304,29 \text{ m}^2$ $V_{\text{erf}} = 373 \text{ m}^3$ $G_{\text{erf}} = V \times \gamma = 373 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ to/m}^3 = 671,4 \text{ to}$ $h_I \text{ [m]} = \frac{\frac{G_{\text{erf}}}{\gamma_{\text{vorh}}} - V_{\text{erf}}}{A_{\text{Auflast}}} = \frac{\frac{671,4 \text{ [to]}}{\gamma_{\text{vorh}} \text{ [to/m}^3\text{]}} - 373 \text{ [m}^3\text{]}}{304,29 \text{ [m}^2\text{]}}$
--	---

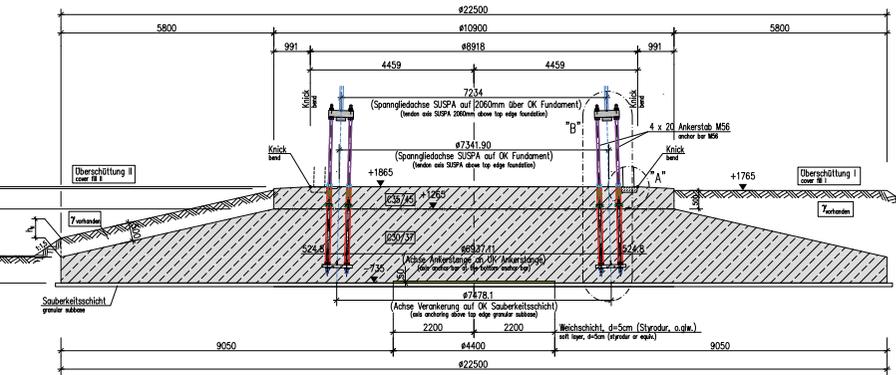
7 Koordinatensystem / Coordinate system



Arbeitsfuge zwischen Sockel und Fundamentkörper ist rau herzustellen.
Construction joint must be produce rough between pedestal and foundation body.

Die Betone können "frisch-in-frisch" oder mit Betonierabschnitten eingebaut werden.
The concretes can be poured "wet-on-wet" or with concrete sections.

SCHNITT 1-1
Section 1-1
M 1:50

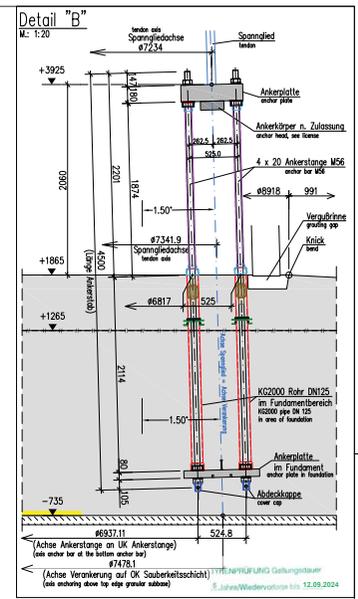


Die planmäßige Wichte beträgt 1,8 t/m³. Bei Abweichungen kann die erforderliche Überschüttung mit nachfolgender Formel ermittelt werden: Die Erdauflast ist durch den Bodengradienten in den Grenzen zwischen I und II festzulegen.
The planned weight of the soil density is 1,8 t/m³. In case of deviation, the required earth load can be calculated with following formula:
The earth load must be determined by the load surveyer within the boundaries between I and II.

erforderliche Erdauflast auf dem Fundamentkörper für Überschüttung II:
required earth cover on the foundation body for the cover II:
 $V_{erf} = 373 \text{ m}^3$
 $G_{erf} = V \times \gamma = 373 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ t/m}^3 = 671,4 \text{ t}$

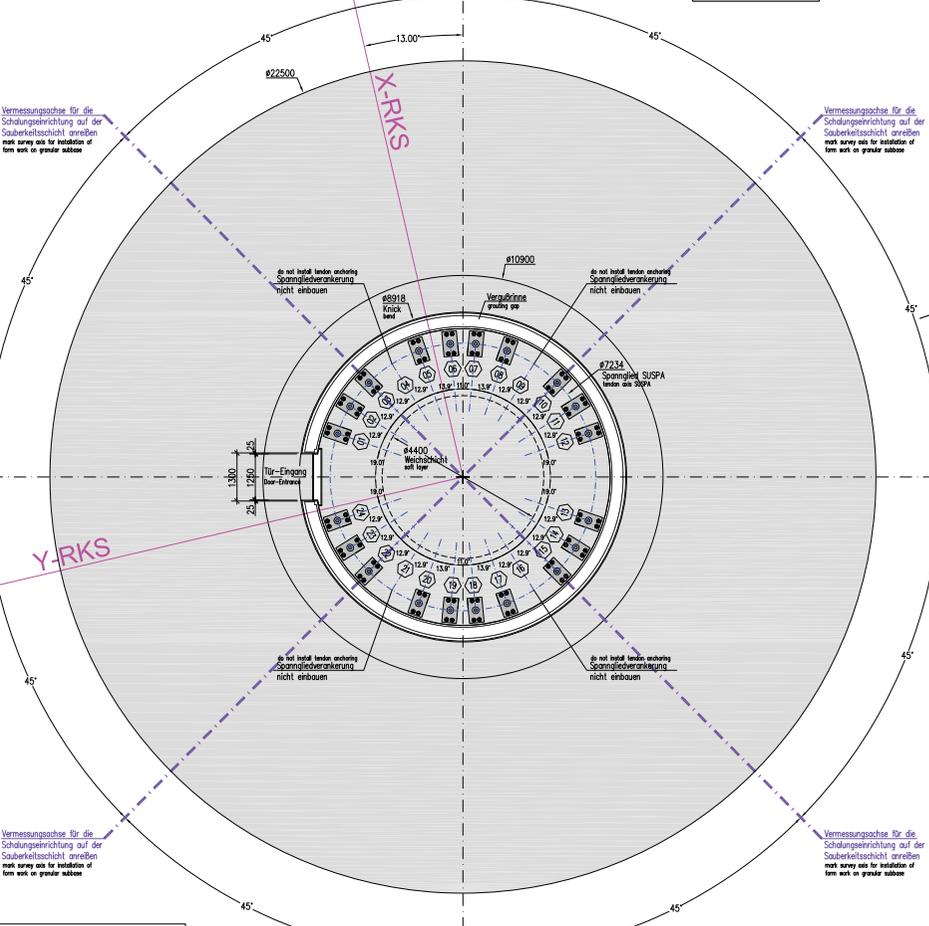
erforderliche Erdauflast auf dem Fundamentkörper für Überschüttung I:
required earth cover on the foundation body for the cover I:
 $A_{erf} = \frac{G_{erf}}{\sigma_{erf}} = \frac{671,4 \text{ t}}{20,5 \text{ t/m}^2} = 32,75 \text{ m}^2$
 $V_{erf} = 373 \text{ m}^3$
 $G_{erf} = V \times \gamma = 373 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ t/m}^3 = 671,4 \text{ t}$

$h_{erf} = \frac{1,8 \text{ t/m}^3}{20,5 \text{ t/m}^2} \times 0,51 \text{ m} \geq 0,51 \text{ m}$
 $h_{erf} = \frac{G_{erf}}{\sigma_{erf}} = \frac{671,4 \text{ t}}{20,5 \text{ t/m}^2} = 32,75 \text{ m}^2$
Aushub 304,29 [m³]

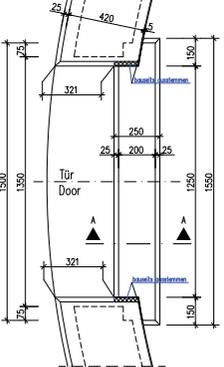


Volumen: volume: 628m³
C30/37 = 54m³
C30/37 = 574m³
Gewicht: weight: 15700kN

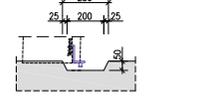
DRAUFSICHT
TOP VIEW
M 1:50



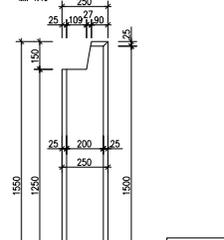
DETAIL TOR "Verquäbrett"
DETAIL DOOR "Overmoulding board"
M 1:10



Schnitt A-A
Section A-A
M 1:10



VERGUSSBRETT TOR
OVERMOUNDING BOARD DOOR
M: 1:10



Die maximale Siefstellung infolge Baugrunderzungen in 25 Jahren darf $\delta_s = 3\text{mm/m}$ gemäß der DIN-Richtlinie, Fassung Oktober 2012, nicht überschreiten.
Dieses ist durch den Baugrunderzungen für den jeweiligen Standort zu bestätigen.
The maximum tilt due to differential settlements in 25 years must not exceed $\delta_s = 3 \text{ mm/m}$ according to DIN-Richtlinie, edition October 2012. This has to be verified by the building geotechnical expert for the specific location.

Im Lastfall BS-P nach DIN 1054:2010 ergibt sich rechnerisch eine max. charakteristische Kantenpressung von $\sigma_{k,s} = 251,8 \text{ kN/m}^2$.
Im Lastfall BS-A nach DIN 1054:2010 ergibt sich rechnerisch eine max. charakteristische Kantenpressung von $\sigma_{k,s} = 257,8 \text{ kN/m}^2$.
Dieser Wert ist im Baugrunderzungen zu bestätigen.
In loadcase BS-P, DIN 1054:2010, a maximum characteristic edge pressure of $\sigma_{k,s} = 251,8 \text{ kN/m}^2$ has been calculated. This value has to be confirmed by the building geotechnical expert.
In loadcase BS-A, DIN 1054:2010, a maximum characteristic edge pressure of $\sigma_{k,s} = 257,8 \text{ kN/m}^2$ has been calculated. This value has to be confirmed by the building geotechnical expert.

Der Grundbruchnachweis ist vom Baugrunderzungen zu erbringen. Dabei ist die mittlere Bodenpressung mit den Lasten aus folgender Tabelle zu ermitteln.
Zusätzlich sind die Lasten der Erdüberschüttung und des Auftriebs gemäß den Planungen für den jeweiligen Standort der Windenergieanlagen anzusetzen.
The verification against soil rupture has to be carried out by the building geotechnical expert. For this, the mean soil pressure has to be calculated with the loads given in the following table.
Additionally the loads stemming from the earth cover and the buoyancy according to the design need to be taken into account for the respective wind turbine location.

Maximale charakteristische Lasten ($q_{1,100}$) in der Schnittlage der Gründung (inkl. Erdüberschüttung, Auftrieb und ständige Antrieblast)	Maximum characteristic loads ($q_{1,100}$) in the joint between bottom of foundation and soil (incl. earth cover II, hydrostatic uplift and possible permanent parts)	
	BS-P (DIN 1054:2010)	BS-A (DIN 1054:2010)
N [kN]	2075	2095
M [kNm]	1090	1092
	10900	10927

Baustoffe: Beton C30/37 und C30/37
Fundament: C30/37 und C30/37
Zementmörtel: C30/37 (beton) oder C30/37-Zement mit Flugsand
Verankerung Fundament: $\alpha = 1,5 \text{m}$
Für Explosionsklasse: M2, M2, M2, M2 nach DIN EN 1996-1-1
Einer mit ein Baugrunderzungen können Ankeranker geprüft werden.
(Anmerkung: Explosionsklasse M2 nur im Ankeranker ohne Erdüberschüttung erlaubte)

Material:
beton: concrete C30/37 and C30/37
grout of cement: C30/37 (beton) oder C30/37-Zement mit fly ash
concrete cover required: $\alpha = 1,5 \text{m}$
for explosion class: M2, M2, M2, M2 according to EN 1996-1-1
If there are soil higher requirements from the building ground condition (geological) (Note: Explosion class M2 is not allowed without backfill of earth cover)

Fachhochschule HF:
Konstruktion nach DIN 1054-Richtlinie. Massive Bauteile aus Beton
Fundamentanforderung nach DIN EN 1996-1-1, V. n. DIN 1054-2,
DIN EN 1996-1-1 & EN EN 13870-1, V. n. DIN 1054-3

Fugensanierung: mit einem Vergussmörtel
siehe nachfolgende Maßnahmen:

Grundriss-Abmessungen:
Nennwert, im Grundriss für Deckenabmessung
Fundamenttiefe: 2,00m
variable Fundamenttiefe: $\geq 2,00 \text{m}$
Etwas über dem Fundament: 0,10m
Fließbetonmörtel nach Angabe Betonierleitende
jedes mal mit 30C

Zusätzliche Anforderungen:
Anch- und Ankeranker dürfen für die Ankeranker
geringe hydraulische Weite.
Anch- und Ankeranker müssen in die Verankerung schneller
Ausweitung ohne Absinken aus der Verankerung ein
Betonierbeton einbauen.
Betonierbeton mit geringer Körnungsdichte während
der Verankerung einbauen.
Problemfelder sind gemäß Baugrunderzungen Prüfen zu werden.
Fundamenttiefe nachprüfen.
Fundamenttiefe und Leertiefe nach dem Anker
die Ankeranker prüfen.
Der Ankeranker ist für die Maßnahmen nach der
Ankerankerprüfung zu prüfen.
Die Ankeranker müssen nach dem Ankeranker
Ankeranker geprüft werden.
Die Baugrunderzungen sind durch entsprechende
Leistungen zu bestätigen.

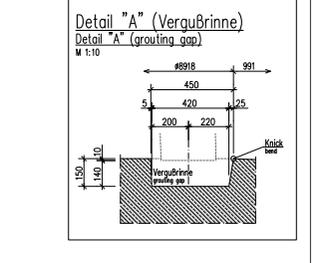
Fachhochschule HF:
Balkenkonstruktion nach DIN 1054-Richtlinie. Massive Bauteile aus Beton
Fundamentanforderung nach DIN EN 1996-1-1, V. n. DIN 1054-2,
DIN EN 1996-1-1 & EN EN 13870-1, V. n. DIN 1054-3

Fugensanierung: mit einem Vergussmörtel
siehe nachfolgende Maßnahmen:

Grundriss-Abmessungen:
Nennwert, im Grundriss für Deckenabmessung
Fundamenttiefe: 2,00m
variable Fundamenttiefe: $\geq 2,00 \text{m}$
Etwas über dem Fundament: 0,10m
Fließbetonmörtel nach Angabe Betonierleitende
jedes mal mit 30C

Zusätzliche Anforderungen:
Anch- und Ankeranker dürfen für die Ankeranker
geringe hydraulische Weite.
Anch- und Ankeranker müssen in die Verankerung schneller
Ausweitung ohne Absinken aus der Verankerung ein
Betonierbeton einbauen.
Betonierbeton mit geringer Körnungsdichte während
der Verankerung einbauen.
Problemfelder sind gemäß Baugrunderzungen Prüfen zu werden.
Fundamenttiefe nachprüfen.
Fundamenttiefe und Leertiefe nach dem Anker
die Ankeranker prüfen.
Der Ankeranker ist für die Maßnahmen nach der
Ankerankerprüfung zu prüfen.
Die Ankeranker müssen nach dem Ankeranker
Ankeranker geprüft werden.
Die Baugrunderzungen sind durch entsprechende
Leistungen zu bestätigen.

Handwritten notes:
Material: concrete C30/37 and C30/37
grout of cement: C30/37 (beton) oder C30/37-Zement mit fly ash
concrete cover required: $\alpha = 1,5 \text{m}$
for explosion class: M2, M2, M2, M2 according to EN 1996-1-1
If there are soil higher requirements from the building ground condition (geological) (Note: Explosion class M2 is not allowed without backfill of earth cover)



ZUGEHÖRIGE PLÄNE ASSOCIATED DRAWINGS

Plan Nr.:	Beschreibung	assoziiertes Plan
DE_E20_001_XX_X_Ubersicht	Übersichtplan Gesamtumriss	layout complete tower
DE_E20_001_XX_X_Erdring	Erdringplan Übersichtsplan	general plan with earthring concept
DE_E20_001_XX_X_Erdring	Erdring für Fundament	groundring for foundation
DE_E20_001_XX_X_Erdring	Erdringplan Fundament	foundation reinforcement plan
DE_E20_001_XX_X_Ubersicht	Übersicht Leertiefeanordung	overview pipe penetration
M32	Spannungslinie Fundament	tendon anchoring foundation

Statische Drehsteifigkeit der Gründung: $K_{rot} = 2100 \times 10^4 \text{ Nm/rad}$
Statische Drehsteifigkeit der Gründung: $K_{rot} = 420 \times 10^4 \text{ Nm/rad}$

EMERCON Windenergieanlagen
E-18 EP54T-H165S-C21
E-18 EP54T-H165S-C21
E-18 EP54T-H165S-C21

EMERCON Wind turbine generator
E-18 EP54T-H165S-C21
E-18 EP54T-H165S-C21
E-18 EP54T-H165S-C21

MAX BOGL
Fortschritt baut man aus Ideen.

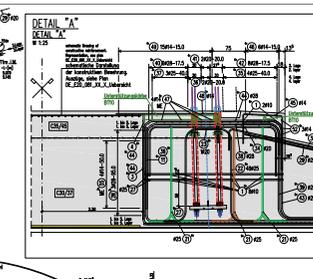
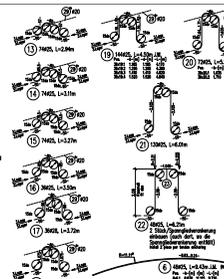
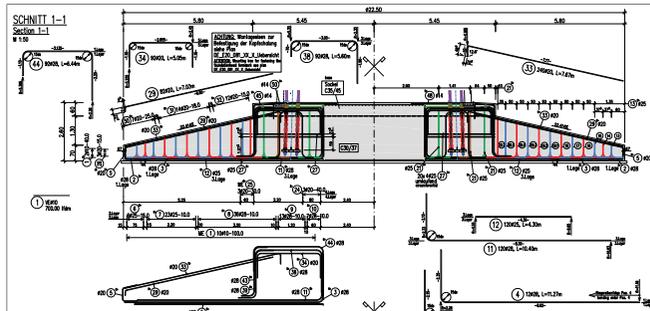
Project No.: 21883
Rev.: 0
Scale: 1:50
Method: 04.11.2020

Author: Max Bögl
Reviewer: Windkraftanlage
Designer: Schallplan Fundament $\varnothing 22,50 \text{m}$
tendon pipe foundation

entw. No.: 322/2019
Proj. No.: 322/2019
Date: 2020/04/27
Date: 2020/04/27
Date: 2020/04/27
Date: 2020/04/27

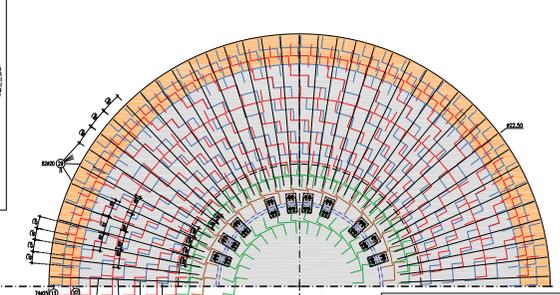
Spandung: Spandungnummerierung auf Fundament kennzeichnen!
Attention: Spanding numbering on foundation!

Sichtbare Betonkanten 1,0/1,0cm fassen
Visible concrete edges chamfer 1,0/1,0cm

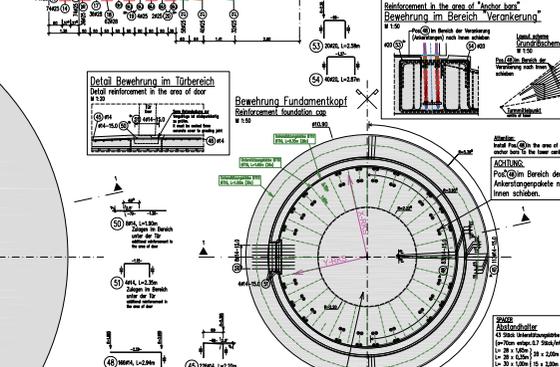
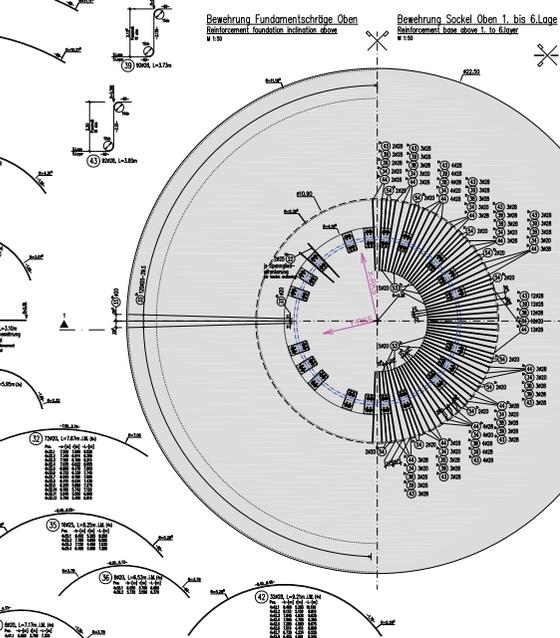
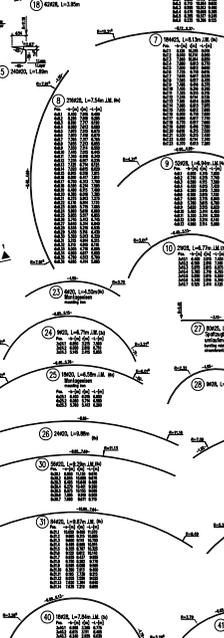
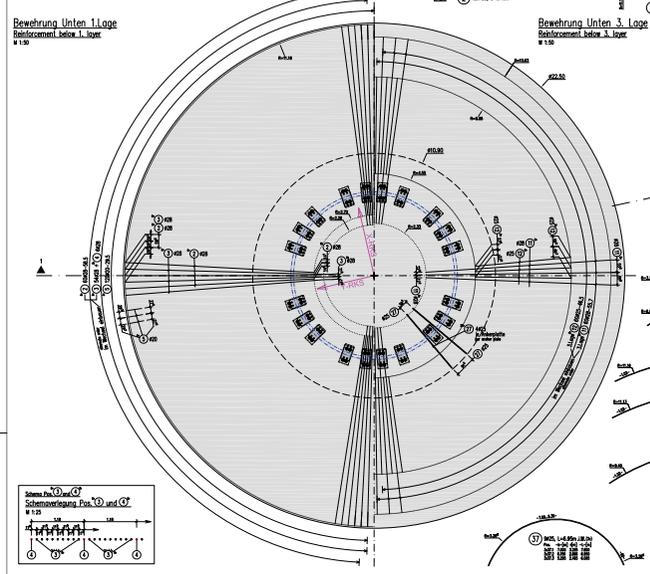


Symbol	Bar Type	Quantity	Notes
1	1000L, L=2.00m	10	
2	1000L, L=1.50m	10	
3	1000L, L=1.20m	10	
4	1000L, L=1.00m	10	
5	1000L, L=0.80m	10	
6	1000L, L=0.60m	10	
7	1000L, L=0.40m	10	
8	1000L, L=0.20m	10	
9	1000L, L=0.10m	10	
10	1000L, L=0.05m	10	

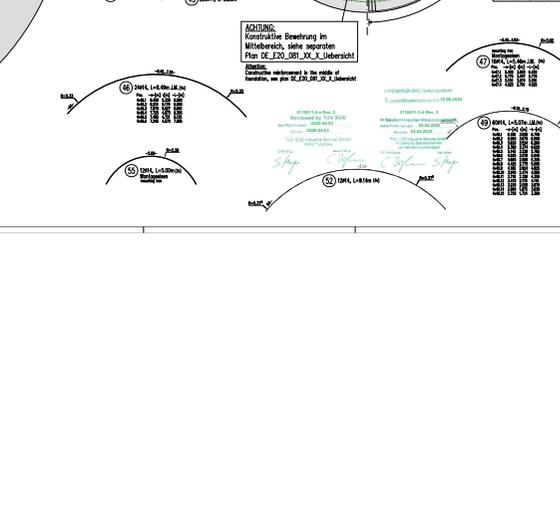
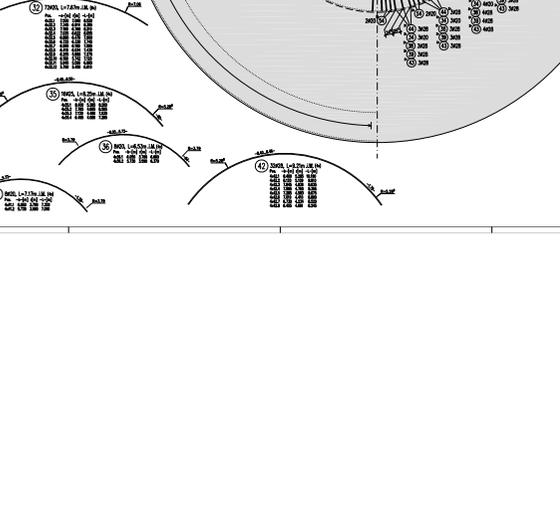
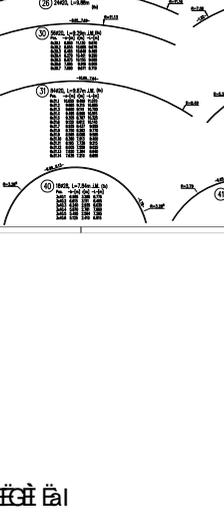
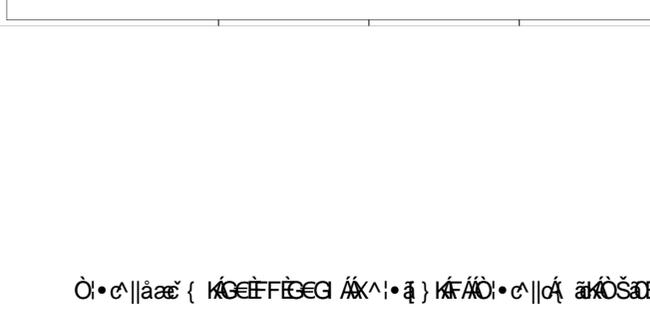
Abstandhalter + Querkraftbewehrung
Spacer + lateral reinforcement
1.00



Item	Description	Quantity	Unit
1	1000L, L=2.00m	10	m
2	1000L, L=1.50m	10	m
3	1000L, L=1.20m	10	m
4	1000L, L=1.00m	10	m
5	1000L, L=0.80m	10	m
6	1000L, L=0.60m	10	m
7	1000L, L=0.40m	10	m
8	1000L, L=0.20m	10	m
9	1000L, L=0.10m	10	m
10	1000L, L=0.05m	10	m



Item	Description	Quantity	Unit
1	1000L, L=2.00m	10	m
2	1000L, L=1.50m	10	m
3	1000L, L=1.20m	10	m
4	1000L, L=1.00m	10	m
5	1000L, L=0.80m	10	m
6	1000L, L=0.60m	10	m
7	1000L, L=0.40m	10	m
8	1000L, L=0.20m	10	m
9	1000L, L=0.10m	10	m
10	1000L, L=0.05m	10	m



Item	Description	Quantity	Unit
1	1000L, L=2.00m	10	m
2	1000L, L=1.50m	10	m
3	1000L, L=1.20m	10	m
4	1000L, L=1.00m	10	m
5	1000L, L=0.80m	10	m
6	1000L, L=0.60m	10	m
7	1000L, L=0.40m	10	m
8	1000L, L=0.20m	10	m
9	1000L, L=0.10m	10	m
10	1000L, L=0.05m	10	m



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

PRÜFAMT FÜR STANDSICHERHEIT FÜR DIE
BAUTECHNISCHE PRÜFUNG VON WINDENERGIEANLAGEN

Prüfbericht für eine Typenprüfung

Datum: 27.04.2020

Prüfnummer: 3119511-3-d Rev.3

Objekt: **Prüfung der Standsicherheit – Flachgründung**
Turm: E-138 EP3-HT-160-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 (Bögl E20)
Fundament: Flachgründung RT 1.0 mit Spannraum mit und ohne Auftrieb Ø = 22,50 m
Windzone 2, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3

Prüfgrundlage: DIBt-Richtlinie 2012

Hersteller und Konstruktion: Max Bögl Wind AG
Postfach 1120
92301 Neumarkt

Statische Berechnung: grbv wind GmbH
Expo Plaza 10
30539 Hannover

Auftraggeber: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

Geltungsdauer: bis 28.11.2024

Unsere Zeichen:
IS-ESW-MUC/CST

Dokument:
3119511-3-
d_Rev.3_ENERCON_E-
138_EP3_(E2)-HT-160.docx

Das Dokument besteht aus
8 Seiten.
Seite 1 von 8

Die auszugsweise Wiedergabe des
Dokumentes und die Verwendung
zu Werbezwecken bedürfen der
schriftlichen Genehmigung der
TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.

Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
UST-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV
unter www.tuev-sued.de/impressum

Aufsichtsrat:
Reiner Block (Vorsitzender)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Christian Bauerschmidt, Thomas Kainz

Telefon: +49 89 5791-3146
Telefax: +49 89 5791-2956
www.tuev-sued.de/is

TUV[®]

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit für die
Bautechnische Prüfung von
Windenergieanlagen
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland



Industrie Service

Revision	Datum	Änderungen
0	29.11.2019	Erstfassung
1	21.01.2020	Neue Revision Dokument [9]. Dokumente [1] bis [5] behalten Gültigkeit.
2	03.04.2020	Neue Revision Dokumente [1] und [4] sowie [6] und [9]. Dokumente [2], [3] und [5] behalten Gültigkeit
3	27.04.2020	Neue Revision Dokumente [3] und [5]. Dokumente [1], [2] und [4] behalten Gültigkeit.

Inhaltsverzeichnis

1. Unterlagen3
 1.1. Geprüfte Unterlagen.....3
 1.2. Eingesehene Unterlagen.....3
 2. Prüfgrundlage4
 3. Beschreibung5
 3.1. Baustoffe.....5
 3.2. Lastannahmen5
 3.3. Baugrund5
 4. Prüfumfang6
 5. Prüfbemerkungen.....6
 6. Prüfergebnis.....7
 Auflagen für Herstellung und Errichtung7



1. Unterlagen

1.1. Geprüfte Unterlagen

Folgende Dokumente wurden zur Prüfung vorgelegt:

- [1] „Statische Berechnung - Windenergieanlage Enercon E138 EP3 NH 160 m - Hybridturm E20, Statische Bemessung einer Flachgründung mit D=22,50 m“, erstellt von grbv wind GmbH, 253 Seiten,
Projekt Nr. 50180-146, Rev. 4, Datum 2020-04-02
ENERCON Dokument Nr. D0886128-4
- [2] „Fundamentdatenblatt E-138 EP3-HT-160-ES-C-01, E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01, Flachgründung mit Spannraum mit und ohne Auftrieb“, erstellt von ENERCON GmbH, 7 Seiten,
Dokument Nr. D0889738-1, Rev. 1, Datum 2019-11-13
- [3] „Schalplan Fundament Ø22.50m, RT 1.0 Fundament, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3-HT-160-ES-C01, E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01, DIBt 2012 WZ 2 / IEC WZ IIIA“, erstellt von Max Bögl Wind AG,
Zeichnung Nr. DE_E20_205_XX_X, Rev. b, Datum 2020-03-13
ENERCON Dokument Nr. D0886116-1
- [4] „Bewehrung Fundament RT 1.0, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3-HT-160-ES-C01, E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01, DIBt 2012 WZ 2 / IEC WZ IIIA“, erstellt von Max Bögl Wind AG,
Zeichnung Nr. DE_E20_206_XX_X, Rev. d, Datum 2020-04-02
ENERCON Dokument Nr. D0886117-4
- [5] „Bodenplatte für Fundament bei Grundwasser, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3-HT-160-ES-C01, E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01, DIBt 2012 WZ 2 / IEC WZ IIIA“, erstellt von Max Bögl Wind AG,
Zeichnung Nr. DE_E20_207_XX_X, Rev. b, Datum 2020-01-09
ENERCON Dokument Nr. D0886118-2

1.2. Eingesehene Unterlagen

Folgende Dokumente wurden im Rahmen der Prüfung zusätzlich herangezogen:

- [6] „Uebersichtsplan Gesamtturm NH=160m, Spannlieds. „SUSPA“, erstellt von Max Bögl Wind AG,
Zeichnung Nr. DE_E20_001_XX_X Uebersicht, Rev. f, Datum 2020-03-16
ENERCON Dokument Nr. D0867756-4
- [7] „Statische Berechnung Max Bögl Hybridturm E20, Spannbetonturm“, erstellt von Max Bögl Wind AG, 154 Seiten,
Projekt Nr. 21683-E20, Rev. d, Datum 2019-10-16
ENERCON Dokument Nr. D0867769-1
- [8] „Spannanweisung der Spannlieder, Max Bögl Hybridturm E20, Spannbetonturm mit Fundament RT1.0“, erstellt von Max Bögl Wind AG, 10 Seiten,
Projekt Nr. 21683-E20, Rev. -, Datum 2019-10-11



- [9] „Prüfbericht für eine Typenprüfung – Prüfung der Standsicherheit – Hybridturm E-138 EP3-HT-160-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 (Bögl E20), Windenergieanlagen ENERCON E-138 EP3 und E138-EP3 E2, 160 m Nabenhöhe, Windzone 2, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 14 Seiten,
Prüfnummer: 3119511-1-d, Rev. 4, Datum 2020-03-20
- [10] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung „Drahtspannsystem SUSPA-Draht EX für externe Vorspannung mit 30 bis 84 Spannstahldrähten nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-2“, erstellt vom Deutschen Institut für Bautechnik, 39 Seiten,
Zulassungsnr. Z-13.3-139, vom 16.04.2018, Geltungsdauer bis 16.04.2021
- [11] Allgemeine Bauartgenehmigung „SUSPA Draht EX für Windenergieanlagen“, erstellt vom Deutschen Institut für Bautechnik, 10 Seiten,
Zulassungsnr. Z-13.3-141, vom 15.04.2019, Geltungsdauer bis 16.04.2021

2. Prüfgrundlage

Die Prüfung der Unterlagen erfolgte gemäß folgender Richtlinie:

- /1/ „Richtlinie für Windenergieanlagen“, herausgegeben vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt), Ausgabe Oktober 2012, korrigierte Fassung März 2015

Zur Prüfung wurden zusätzlich folgende Normen und Richtlinien herangezogen:

- /2/ DIN EN 1991-1-1:2010 „Eurocode 1: Einwirkung auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Deutsche Fassung EN 1991-1-1:2002 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1991-1-1/NA:2010 + DIN EN 1991-1-1/NA/A1:2015
- /3/ DIN EN 1992-1-1:2011 „Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken –Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010“ + DIN EN 1992-1-1/A1:2015, mit nationalem Anhang DIN EN 1992-1-1/NA:2013 + DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015
- /4/ DIN EN 1997-1:2009 „Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC: 2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1997-1/NA:2010
- /5/ DIN 1054:2010 „Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“ + DIN 1054/A1:2012 and DIN 1054/A2:2015
- /6/ DIN EN 1998-1:2010 „Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1998-1/NA:2011
- /7/ DIN 4149:2005 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten“
- /8/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton Heft 439 „Ermüdungsfestigkeit von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen mit Erläuterungen zu den Nachweisen gemäß CEB-FIP Model Code 1990“, Ausgabe 1994
- /9/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton Heft 600 „Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2)“, Ausgabe 2012



3. Beschreibung

Die Hybridtürme E-138 EP3-HT-160-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 werden mit Spanngliedern extern vorgespannt und im kreisringförmigen Fundamentsockel verankert.

Die Flachgründung besteht aus einer kreisringförmigen Fundamentplatte mit veränderlicher Höhe sowie einem darauf aufgesetzten Sockelring. Der Innenbereich des Fundamenttrings wird mit einer unterseitig bündigen Fundamentsohle geschlossen. Zwischen Turmfuß und Sockelring ist eine Mörtelausgleichsschicht angeordnet.

Die Fundamentplatte wird mit Erdreich überschüttet, um die statisch erforderliche Auflast zu erreichen.

Die genauen Abmessungen des Fundaments können dem Schalplan [3] entnommen werden.

3.1. Baustoffe

Beton für Fundament	C30/37 mit Expositionsclassen XC4, XF1, XD1 gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/
Beton für Sockel	C40/50 mit Expositionsclassen XC4, XF1, XD1 gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/
Betonstahl	B500B gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/
Spannsystem	20 Spannglieder System SUSPA Draht EX-72, 72 Spannstahldrähte St 1570/1770 mit 38,5 mm ² Nennquerschnitt gemäß [10] in Verbindung mit [11]

3.2. Lastannahmen

Die dimensionierenden Lasten am Turmfuß für die Fundamentauslegung sind in der Turmstatik [7] in Kapitel 7 angegeben. Diese Lasten wurden im Rahmen der Turmprüfung mit dem Prüfbericht [9] bestätigt. Die angesetzte Entwurfslebensdauer der Windenergieanlage beträgt 25 Jahre.

Einwirkungen aus Erdbeben sind gemäß Turmprüfbericht [9] auf Basis der DIN EN 1998-1 /6/ für alle Erdbebenzonen sowie Baugrund- und Untergrundklassen in Deutschland abgedeckt. Hiermit sind auch alle Erdbebenzonen sowie Baugrund- und Untergrundklassen nach DIN 4149 /7/ in Deutschland abgedeckt.

Eigengewichte wurden gemäß DIN EN 1991-1-1 /2/ berücksichtigt.

3.3. Baugrund

Die Mindestwerte der dynamischen und statischen Drehfedersteifigkeit des Gesamtsystems aus Boden und Fundament betragen gemäß Fundamentdatenblatt [2] $k_{\varphi, \text{dyn}} \geq 210 \text{ GNm/rad}$ und $k_{\varphi, \text{stat}} \geq 42 \text{ GNm/rad}$.

Der anstehende Baugrund muss gemäß [2] mindestens eine Bodenpressung von 275 kN/m² aufnehmen können (charakteristischer Wert).

Der höchste für den Lastfall Auftrieb in [1] nachgewiesene Wasserstand liegt 1,875 m unter Sockeloberkante.



4. Prüfumfang

Dieser Prüfbericht für eine Typenprüfung umfasst die Prüfung hinsichtlich der Standsicherheit der in Abschnitt 3 beschriebenen Flachgründung mit Auftrieb auf Basis der in Abschnitt 2 genannten Prüfgrundlagen.

Für eine vollständige Typenprüfung von Turm und Fundament ist ein zusammenfassender Prüfbescheid zur Typenprüfung erforderlich.

Die Überprüfung der Standorteignung sowie des Blitzschutz- und Erdungskonzepts sind nicht Gegenstand dieses Berichts.

Abweichungen von den geprüften Unterlagen und Prüfgrundlagen bezüglich Konstruktion, Lastannahmen, Randbedingungen und Ausführung, die Einfluss auf die Standsicherheit haben, sind durch diesen Bericht nicht abgedeckt und erfordern eine Überarbeitung der Berechnung und deren Prüfung.

5. Prüfbemerkungen

Die vorgelegten Nachweise wurden durch eigene Vergleichsrechnungen überprüft.

Die Zeichnungen wurden auf Übereinstimmung mit den Annahmen der Berechnungen sowie den Vorgaben der in Abschnitt 2 genannten Prüfgrundlagen geprüft.

Schnittstellen:

Der Nachweis der Lasteinleitung in den Vergussmörtel im Grenzzustand der Tragfähigkeit wird im Rahmen dieses Berichts bestätigt. Der Nachweis der Lasteinleitung in den Vergussmörtel im Grenzzustand der Ermüdung wurde mit dem Prüfbericht für den Hybridturm [7] bestätigt. Die Nachweise der Lasteinleitung in den Beton unter dem Vergussmörtel des Fundaments und des Betons über den Ankerplatten im Fundament werden mit diesem Prüfbericht bestätigt.

Für diesen Fundamenttyp ist die Spannabweisung [8] zu beachten.

Imperfektionen:

Die für die Fundamentbemessung angegebenen Lasten in Dokument [7], Kapitel 7 enthalten bereits Effekte aus Differenzsetzungen des Fundaments von 3 mm/m sowie aus einer zusätzlichen Schiefstellung infolge der Berücksichtigung statischer Bodenkennwerte. Zusätzlich wurden Effekte der Turmschiefstellung mit insgesamt 200 mm an der Oberkante des Adapters angesetzt.

Revision 3 dieses Prüfberichts:

Die Zeichnungen [3] und [5] wurden geringfügig verändert. Diese Änderungen haben keinen maßgeblichen Einfluss auf die statische Berechnung [1].



6. Prüfergebnis

Die Berechnungen und die zugehörigen Konstruktions- und Bewehrungszeichnungen für das Fundament entsprechen den in Abschnitt 2 genannten Normen und Richtlinien und sind im Wesentlichen vollständig und richtig.

Die Anforderungen an die Standsicherheit der Gründung sind erfüllt, vorausgesetzt, die nachstehenden Auflagen sowie alle Auflagen und Bemerkungen der zugehörigen Prüfberichte und Gutachten werden beachtet bzw. vollzogen.

Die Prüfung der technischen Unterlagen für das Fundament ist hiermit abgeschlossen.

Auflagen für Herstellung und Errichtung

Baugrund

1. Die vorhandenen Bodenkennwerte, die Zuordnung des Bodens zu Expositionsclassen nach DIN EN 1992-1-1 /3/ und der höchste für den Auftrieb maßgebende Wasserstand sind für den jeweiligen Standort zu ermitteln und im geotechnischen Untersuchungsbericht zu beschreiben.
2. Grundbautechnische Berechnungen sind im Rahmen des geotechnischen Entwurfsberichts durchzuführen. Die Schnittgrößen an Fundamentunterkante sind in [2] angegeben.
3. Die Mindestwerte der dynamischen und statischen Drehfedersteifigkeit des Gesamtsystems aus Boden und Fundament gemäß Abschnitt 3.3. müssen für den jeweiligen Standort nachgewiesen werden. Dabei kann das Fundament in guter Näherung als Starrkörper angenommen werden.
4. Die im geotechnischen Entwurfsbericht angenommenen Baugrundverhältnisse sind beim Baugrubenaushub vom Bodengutachter zu überprüfen und zu bestätigen. Vor Aufbringen der Sauberkeitsschicht ist die Tragfähigkeit der Baugrubensohle durch den Bodengutachter zu bestätigen.

Ausführung Fundament

5. Sollte Expositionsklasse XA oder XS gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/ abweichend von den gewählten Expositionsclassen gemäß Abschnitt 3.1. am Standort zu berücksichtigen sein, so sind gegebenenfalls zusätzliche Maßnahmen zum Schutz des Betons und der Bewehrung zu ergreifen.
6. Die Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für die Spannverfahren [10] und [11] in der hier spezifizierten Fassung sind zu beachten.
7. Zum Zeitpunkt der Herstellung des Fundaments sind gültige Versionen der Zulassungen [10] und [11] vorzulegen und gegebenenfalls die Gleichwertigkeit mit den hier zitierten Versionen nachzuweisen.
8. Zur Begrenzung der Rissbildung infolge Hydratationswärmeentwicklung sind geeignete betontechnologische Maßnahmen zu ergreifen.
9. Der Zeitpunkt des Erreichens der erforderlichen Festigkeit des Vergussmörtels und Betons für das Vorspannen ist zu bestimmen und durch fachgerecht, unter Berücksichtigung der standortspezifischen Umgebungsbedingungen gelagerte Proben zu überprüfen und zu dokumentieren.
10. Das in [3] spezifizierte Gesamtgewicht der Überschüttung muss zur Gewährleistung der Standsicherheit mindestens erreicht werden. Die Überschüttung muss gleichmäßig über den Umfang verteilt sein.



Industrie Service

Prüfintervalle:

11. Die Anforderungen an die wiederkehrenden Prüfungen gemäß DIBt-Richtlinie /1/ sind zu beachten.

Für die Verlängerung der Typenprüfung sind die Zeichnungen und die Berechnungen zu einer erneuten Überprüfung hinsichtlich geänderter Vorschriften oder Richtlinien vorzulegen.

**TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit für die
bautechnische Prüfung von Windenergieanlagen**

Der Bearbeiter

A handwritten signature in green ink, appearing to read 'C. Stiglmeier'.

C. Stiglmeier

Der Leiter

A handwritten signature in green ink, appearing to read 'S. Mayer'.

i.V. S. Mayer

Fundamentdatenblatt

Foundation Data Sheet

E-138 EP3-HT-160-ES-C-01

E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01

TYPENPRÜFUNG Geltungsdauer

5 Jahre/Wiedervorlage bis 28.11.2024

**Flachgründung mit Spannraum
mit und ohne Auftrieb**

**Flat foundation with tensioning basement
with and without Buoyancy**

**WEA Klasse 2, GK II (DIBt-Richtlinie, Fassung Oktober 2012)
WTC IIIA (IEC 61400-1, 3rd Edition, 2005-08)**

3119511-3-d

In bautechnischer Hinsicht geprüft.

Siehe Prüfbericht vom 29.11.2019

München 29.11.2019

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit
von Windenergieanlagen

Der Bearbeiter:

Der Leiter:

3119511-3-e

Reviewed by TÜV SÜD

See Report dated: 2019-11-28

Munich 2019-11-28

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wind Turbines

Chief Eng.

Expert Eng.



Herausgeber	ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109 E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360
Urheberrechtshinweis	<p>Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.</p> <p>Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.</p> <p>Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.</p> <p>Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.</p>
Geschützte Marken	Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.
Änderungsvorbehalt	Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Publisher	ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Germany Phone: +49 4941 927-0 ▪ Fax: +49 4941 927-109 E-mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Managing Directors: Hans-Dieter Kettwig Local court: Aurich ▪ Company registration number: HRB 411 VAT ID no.: DE 181 977 360
Copyright notice	<p>The entire content of this document is protected by copyright and – with regard to other intellectual property rights – international laws and treaties. ENERCON GmbH holds the rights in the content of this document unless another rights holder is expressly identified or obviously recognisable.</p> <p>ENERCON GmbH grants the user the right to make copies and duplicates of this document for informational purposes for its own intra-corporate use; making this document available does not grant the user any further right of use. Any other duplication, modification, dissemination, publication, circulation, surrender to third parties and/or utilisation of the contents of this document – also in part – shall require the express prior written consent of ENERCON GmbH unless any of the above is permitted by mandatory legislation.</p> <p>The user is prohibited from registering any industrial property rights in the know-how reproduced in this document, or for parts thereof.</p> <p>If and to the extent that ENERCON GmbH does not hold the rights in the content of this document, the user shall adhere to the relevant rights holder's terms of use.</p>
Registered trademarks	Any trademarks mentioned in this document are intellectual property of the respective registered trademark holders; the stipulations of the applicable trademark law are valid without restriction.
Reservation of right of modification	ENERCON GmbH reserves the right to change, improve and expand this document and the subject matter described herein at any time without prior notice, unless contractual agreements or legal requirements provide otherwise.



Dokumentinformation / Document details

Dokument-ID Document ID	D0889738-1
Vermerk Note	Originaldokument Original document

Datum Date	Sprache Language	DCC	Werk / Abteilung Plant / Department
2019-11-13	de;en	DA	WRD / Türme und Fundamente WRD / Towers and Foundations

Ergänzende Angaben / Additional notes

Angaben zum Original (ger;eng) Original document details		Angaben zur Übersetzung (--) Translation details	
Erstellt/Datum: Created/Date:	von Oesen, C. / 2019-10-29	Übersetzt/Datum: Translated/Date:	
Geprüft/Datum: Checked/Date:	Cygon, K. / 2019-11-07	Geprüft/Datum: Checked/Date:	

Revisionen / Revisions

Rev.	Datum/Date	Änderung/Change	Erstellt/Created
0	2019-10-29	Dokument erstellt Document created	von Oesen, C.
1	2019-11-13	Fundamentbezeichnung auf Deckblatt angepasst; in Abs. 6.2 "Bemessungswerte" Fz,min "ohne Auftrieb" statt "mit Auftrieb" Foundation type adapted on cover sheet; in ch. 6.2 "design values" Fz,min "without buoyancy" instead of "with buoyancy"	KCY



Dieses Dokument wurde auf Anfrage bzw. für einen bestimmten Auftrag verschickt. Der Empfänger wurde nicht registriert. Der Empfänger wird bei Änderung nicht automatisch informiert.

This document has been forwarded upon request or with regard to a specific order. The recipient has not been registered. The recipient will not be automatically notified about any amendments.

1 Allgemeine Angaben / General information

Typenstatik MAX BÖGL WIND AG

Flachgründung mit und ohne Auftrieb Ø 22,50 m

Auftrag / Datum 50180-146 / 2019-10-18

Design-specific structural analysis

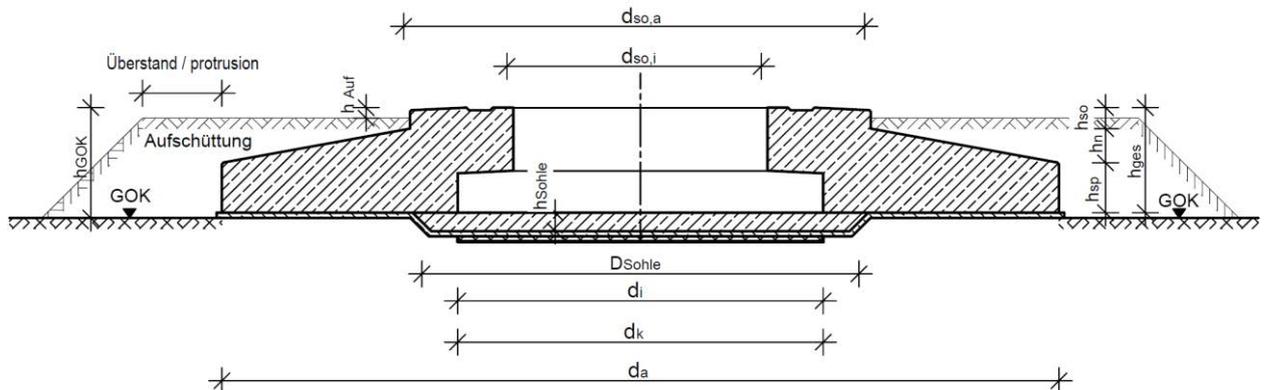
Flat Foundation with and without Buoyancy

Order no. / date



2 Fundamentgeometrie / Foundation dimensions

Außendurchmesser	d_a	22,50	m	Outer diameter
Innendurchmesser	d_i	8,40	m	Inner diameter
Durchmesser der kompressiblen Einlage	d_k	8,40	m	Compressible layer diameter
Sockeldurchmesser - außen	$d_{so,a}$	10,90	m	Base diameter - outside
Sockeldurchmesser - innen	$d_{so,i}$	4,70/5,70	m	Base diameter - inside
Fundamenthöhe	h_{ges}	3,20	m	Foundation height
Sockelhöhe	h_{so}	0,90	m	Base height
Höhe Spornneigung	h_n	1,00	m	Spur incline height
Spornhöhe	h_{sp}	1,30	m	Spur height
Differenz Fundamentoberkante - GOK	h_{GOK}	1,875	m	Difference between foundation top edge and ground level
Differenz Fundamentoberkante - Aufschüttung	h_{Auf}	0,10/0,29	m	Difference between foundation top edge and Backfill
Durchmesser der Fundamentsohle (gemittelt)	D_{Sohle}	9,45	m	Diameter of foundation bottom (averaged)
Höhe der Fundamentsohle	h_{sohle}	0,30	m	Height of foundation bottom
Fundamentsohle:				Foundation Bottom:
Betongüte und Volumen	C 30/37	551,1	m ³	Concrete quality and volume
	C 40/50	145,0	m ³	
Betonstahl und Gewicht	B 500B	93,5	t	Reinforcement steel and weight
Fundamentsohle:				Foundation Bottom:
Betongüte und Volumen	C 30/37	21,1	m ³	Concrete quality and volume
Betonstahl und Gewicht	B 500B	2,4	t	Reinforcement steel and weight



Der erforderliche Überstand der Bodenauflast über die Fundamentaßenkanten ist durch einen Baugrundgutachter festzulegen.

The required protrusion of the backfill beyond the outer edges of the foundation must be defined by a geotechnical expert.



3 Mindestdrehfedersteifigkeiten Minimum rotational spring stiffness

Für die elastische Fundamenteinspannung zwischen Fundament und Baugrund sind folgende Mindestwerte einzuhalten:

Observe the following minimum values with regard to elastic clamping between foundation and subsoil:

Gesamtsystem / Total system (Turm und Gründung / Tower and foundation)	kϕ,stat 42000 MNm/rad
	kϕ,dyn 210000 MNm/rad

Die erforderlichen dynamischen Steifemodule ($E_{oed,dyn}$) ergeben sich in Abhängigkeit von Fundamentgeometrie und Querdehnzahl.

The resulting required dynamic stiffness moduli ($E_{oed,dyn}$) depend on the foundation dimensions and Poisson's ratio.

4 Zulässige Schiefstellung / Allowed misalignment

Maximal zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzung in 25 Jahren bezogen auf den Außendurchmesser.

Maximum allowed misalignment due to subsoil settlement within 25 years, related to the outer diameter.

$$\Delta s \leq 3 \text{ mm/m}$$

5 Bodenpressung / Soil bearing pressure

Der anstehende Baugrund muss mindestens folgende Bodenpressung aufnehmen können.

The in-situ subsoil must be able to bear the following minimum pressure.

$$\sigma_{k,vorh} = 271 \text{ kN/m}^2 \text{ (BS-P)}$$

$$\sigma_{k,vorh} = 275 \text{ kN/m}^2 \text{ (BS-A)}$$

© ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten. / All rights reserved..



6 Lasten an der Fundamentunterkante Loads at the bottom edge of the foundation

Die angegebenen F_z Lasten schließen Fundamenteigengewicht $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ und Bodenauf-
last $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ im Trockenzustand ein.

The F_z loads indicated include the dead weight of the foundation $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ and soil weight $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ when dry.

6.1 Charakteristische Lastfälle / Characteristic load cases

Lastfall Load case	$(\gamma_{G,\min}/\gamma_{G,\max})$	F_{XY} in kN	$F_{z,\min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{z,\max}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	M_{XY} in kNm	M_z in kNm
NTM DLC D.3	(1.00/1.00)	802	- 42190	- 33020	105989	-
N / T / DLC 8.2	(1.00/1.00)	1120	- 42869	- 33180	160331	3608
N / A / T	(1.00/1.00)	1103	- 42709	- 33020	165889	1801

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_F = 1,00$)

Loads do not include partial safety factors
($\gamma_F = 1.00$)

6.2 Bemessungswerte der Lastfälle / Load case design values

Lastfall Load case	$(\gamma_{G,\min}/\gamma_{G,\max})$	F_{XY} in kN	$F_{z,\min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{z,\max}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	M_{XY} in kNm	M_z in kNm
N / A / T	(1.35/0.90)	1487	- 53582	- 27369	209908	4866

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_{\text{Auftrieb}} = 1,10$)

All loads include partial safety factors
($\gamma_{\text{Buoyancy}} = 1.10$)

6.3 Erdüberschüttung und Auftrieb / Soil cover and buoyancy

Die Erdüberschüttung und der Auftrieb am jeweiligen Standort kann zwischen den zwei folgenden Situationen gewählt werden:

The soil cover and buoyancy can be chosen between the following two situations:

- Erdüberschüttung I: Maximale Erdüberschüttung, konstant 100 mm unter Fundamentoberkante, mit Auftrieb bis GOK
Soil cover I: Maximum soil cover, constant 100 mm below top of foundation, with buoyancy up to ground level
- Erdüberschüttung II: Minimale Erdüberschüttung, 600 mm parallel zur Fundamentneigung, mit Auftrieb bis GOK
Soil cover I: Minimum soil cover, 600 mm parallelly to foundation inclination, with buoyancy up to ground level

Die oben genannten Lasten decken beide Situationen ab.
Above mentioned loads cover both situations.

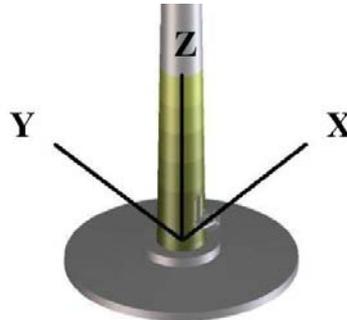


Die planmäßige Wichte beträgt 1,8 to/m³. Bei Abweichungen kann die erforderliche Überschüttung mit folgender Formel ermittelt werden. Die Erdauflast ist durch den Bodengutachter unter Berücksichtigung des vorhandenen Grundwasserspiegels in den Grenzen zwischen I und II festzulegen.

The scheduled value of the soil density is 1.8 to/m³. In case of deviations, the required cover fill can be calculated with the following formula. The soil load must be determined by the geotechnical expert within the boundaries between I and II.

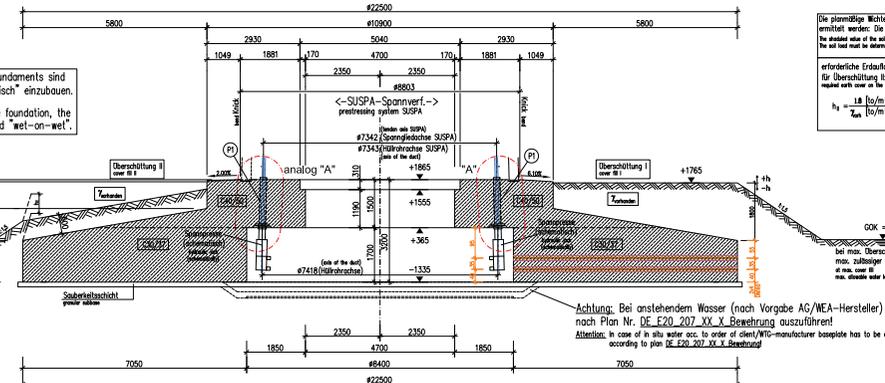
<p>Die planmäßige Wichte beträgt 1.8 to/m³. Bei Abweichungen kann die erforderliche Überschüttung mit nachfolgender Formel ermittelt werden: Die Erdauflast ist durch den Bodengutachter in den Grenzen zwischen I und II festzulegen.</p> <p>The scheduled value of the soil density is 1.8to/m³. In case of deviations, the required overfill can be calculated with following formula: The soil load must be determined by the land surveyor within the boundaries between I and II.</p>	
<p>erforderliche Erdauflast auf dem Fundamentkörper für Überschüttung II: required earth cover on the foundation body for the cover fill II:</p> $h_{II} = \frac{1.8 \text{ [to/m}^3\text{]}}{\gamma_{\text{vorh}} \text{ [to/m}^3\text{]}} \times 0.61\text{m} \geq 0,61 \text{ m}$	<p>erforderliche Erdauflast auf dem Fundamentkörper für Überschüttung I: required earth cover on the foundation body for the cover fill I:</p> $A_{\text{Auflast}} = \frac{\pi}{4} \times (22,50^2 - 10,90^2) = 304,3 \text{ m}^2$ $V_{\text{erf}} = 413,2 \text{ m}^3$ $G_{\text{erf}} = V \times \gamma = 413,2 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ to/m}^3 = 743,8 \text{ to}$ $h_I \text{ [m]} = \frac{G_{\text{erf}}}{\gamma_{\text{vorh}}} - \frac{V_{\text{erf}}}{A_{\text{Auflast}}} = \frac{743,8 \text{ [to]}}{\gamma_{\text{vorh}} \text{ [to/m}^3\text{]}} - \frac{413,2 \text{ [m}^3\text{]}}{304,3 \text{ [m}^2\text{]}}$

7 Koordinatensystem / Coordinate system





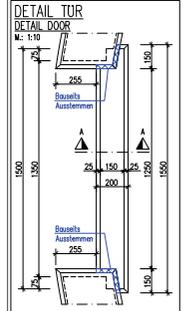
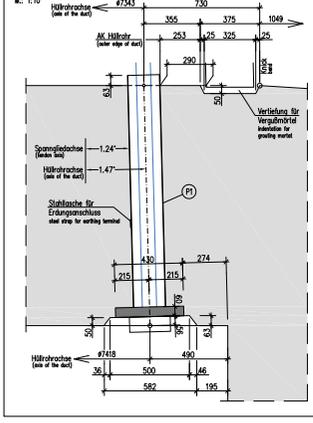
SCHNITT 1-1
SECTION 1-1
M: 1:50



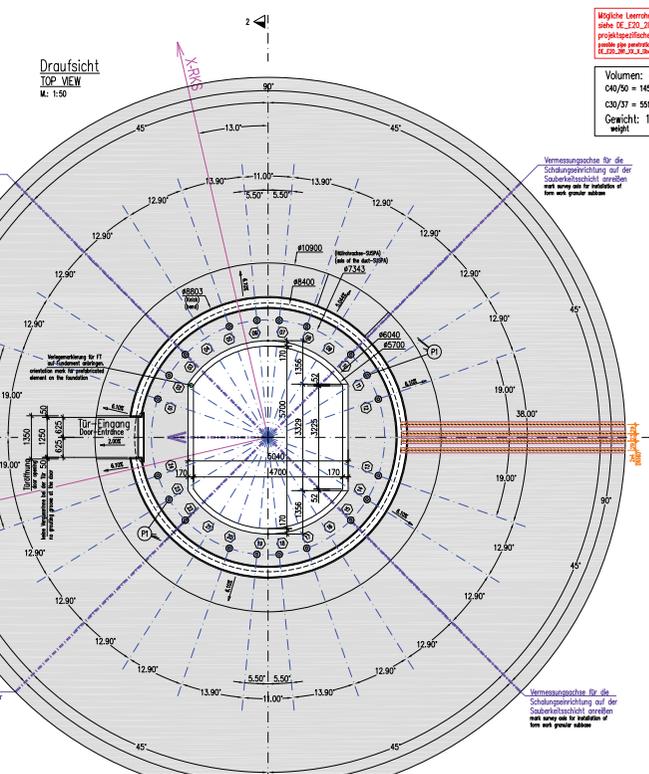
Die planmäßige Mäße betragen 1,8 to/m². Bei Abweichungen kann die erforderliche Überschiebung mit nachfolgender Formel ermittelt werden. Die Erläuterung ist durch den Bodenprüfbericht in den Grenzen zeitlicher und I festzulegen.
The standard size of the soil is 1,8 to/m². In case of deviation, the required earth can be calculated with following formula: the soil level will be determined by the soil engineer within the boundaries between I and II.

erforderliche Erdrückung auf dem Fundamentkörper für Überschiebung I
erforderliche Erdrückung auf dem Fundamentkörper für Überschiebung II

Detail "A" (Spanglied SUSPA)
Detail "A" (tendon SUSPA)
M: 1:10



SCHNITT A-A
SECTION A-A
M: 1:10



Volumen: volume
C40/50 = 145,0 m³
C30/37 = 551,1 m³
Gewicht: 17402,5 kN
weight

Mögliche Leerröhrendurchführung unter dem Fundament
siehe DE_E20_207_XX_X_Ubersicht, oder
projektspezifische Planausschnitte.
Possible empty pipe passage under the foundation
see DE_E20_207_XX_X_Ubersicht, or
project specific plan view.

Die maximale Scharferstellung erfolgt Baugrunderkundungen in 25 Jahren darf $\sigma = 3 \text{ mm/m}_0$ gemäß der DBI-Richtlinie, Fassung Oktober 2012, nicht überschreiten.
Dies ist durch den Baugrunderkundungsbericht für den jeweiligen Standort zu bestätigen.
The maximum tilt due to differential settlements in 25 years must not exceed $\sigma = 3 \text{ mm/m}_0$ according to DBI-guideline, edition October 2012. This has to be verified by the building geotechnical expert for the specific location.

Im Lastfall BS-P nach DIN 1054:2010 ergibt sich rechnerisch eine max. charakteristische Kompressionskraft von $\sigma_{\text{cl}} = 275,1 \text{ kN/m}^2$.
Dieser Wert ist von Baugrunderkundung zu bestätigen.
In last case BS-P, DIN 1054:2010, a maximum characteristic edge pressure of $\sigma_{\text{cl}} = 275,1 \text{ kN/m}^2$ has been calculated. This value has to be confirmed by the building geotechnical expert.
In last case BS-P, DIN 1054:2010, a maximum characteristic edge pressure of $\sigma_{\text{cl}} = 275,1 \text{ kN/m}^2$ has been calculated. This value has to be confirmed by the building geotechnical expert.

Der Grundbruchnachweis ist von Baugrunderkundung zu erbringen. Dabei ist die mittlere Bodenpressung mit den Lasten aus folgender Tabelle zu ermitteln.
Zusätzlich sind die Lasten der Erdüberhöhung und des Auftriebs gemäß den Plänen für den jeweiligen Standort für die Witterungsbedingungen anzusetzen.
The verification against soil reaction has to be carried out by the building geotechnical expert. For this, the mean soil pressure has to be carried out in the following table.
Additional, the loads stemming from the earth cover and the buoyancy according to the design need to be taken into account for the respective soil reaction location.

Maximal charakterist. Lasten (T _{cl,Ed}) in der jeweiligen Schnittfläche der Fundament- und/oder Stützpunktstruktur (nicht umfassen)		Maximum characteristic loads (T _{cl,Ed}) in the different sections of foundation and/or support structure (not included)	
	BS-P (DIN 1054:2010)	BS-I (DIN 1054:2010)	BS-A (DIN 1054:2010)
W [kN]	2482	-	3172
H [kN]	1135	-	1113
	16153	-	10240

Baugrunderkundung:
Fundamentbau C30/37 und C40/50
gründ. auf weicher, GKB- (Gestein) überliegendem Untergrund
nach DIN EN 1996-1-1 (3) Abs. 6.2.4.1
für C30/37 C_{td} = 1,0
für C40/50 C_{td} = 1,0
Kombiniertes Fundament C30/37 und C40/50
nach DIN EN 1996-1-1 (3) Abs. 6.2.4.1
Kombiniertes Fundament C30/37 und C40/50
nach DIN EN 1996-1-1 (3) Abs. 6.2.4.1
Kombiniertes Fundament C30/37 und C40/50
nach DIN EN 1996-1-1 (3) Abs. 6.2.4.1

Geotechnischer Nachweis:
Die Fundamentlasten sind von Baugrunderkundung zu erbringen.
The verification against soil reaction has to be carried out by the building geotechnical expert. For this, the mean soil pressure has to be carried out in the following table.
Additional, the loads stemming from the earth cover and the buoyancy according to the design need to be taken into account for the respective soil reaction location.

Die Baugrunderkundung ist von Baugrunderkundung zu erbringen. Dabei ist die mittlere Bodenpressung mit den Lasten aus folgender Tabelle zu ermitteln.
Zusätzlich sind die Lasten der Erdüberhöhung und des Auftriebs gemäß den Plänen für den jeweiligen Standort für die Witterungsbedingungen anzusetzen.
The verification against soil reaction has to be carried out by the building geotechnical expert. For this, the mean soil pressure has to be carried out in the following table.
Additional, the loads stemming from the earth cover and the buoyancy according to the design need to be taken into account for the respective soil reaction location.

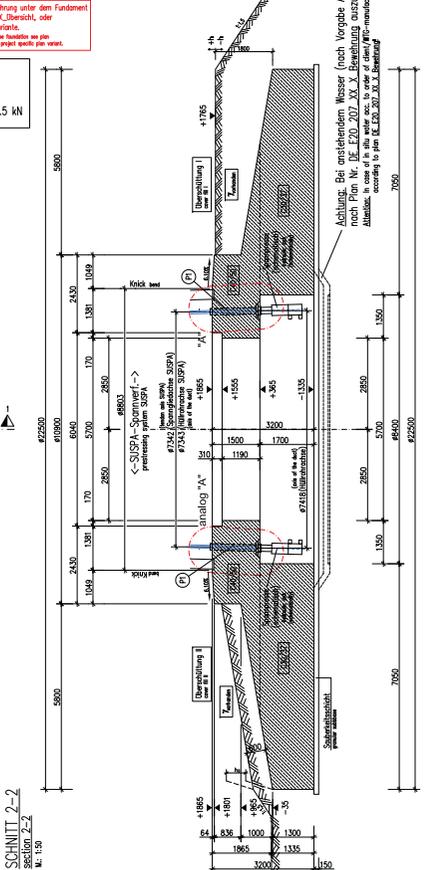
In der Sauberkeitsschicht mittig Pumpensumpf mit perforierter Abdeckung versehen.
Provide in the center of the clean surface pump sump with perforated cover.

Sichtbare Betonkanten 1,0/1,0cm fassen.
Visible concrete edges 1,0/1,0cm chamfer.

ACHTUNG:
Spangliedern und Höllocher 04, 09, 16 und 21 werden nicht eingebaut.
Attention:
Tendons and ducts are not installed at tendon number 04, 09, 16 and 21.

ACHTUNG:
Spangliedernummerierung auf Fundament kennzeichnen!!
Attention:
Mark the numbers of the tendons on the foundation!!

SCHNITT 2-2
SECTION 2-2
M: 1:50



ACHTUNG:
Leerrohrverlauf nur exemplarisch dargestellt.
Genau Lage ist dem Plan "DE_E20_207_XX_X_Ubersicht" zu entnehmen.
Attention:
The course of the ducts is shown as example, the exact position is shown on the plan "DE_E20_207_XX_X_Ubersicht".

Einbauanleitung für SUSPA-Spanglied
List of installation points for SUSPA-tendons

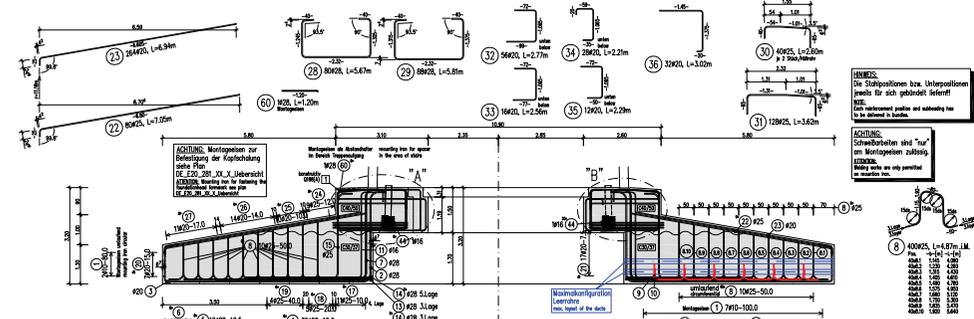
Plan Nr.	Plan	Einbauort
DE_E20_207_XX_X_Ubersicht	Übersicht	Übersicht
DE_E20_207_XX_X_Ubersicht	Übersicht	Übersicht
DE_E20_207_XX_X_Ubersicht	Übersicht	Übersicht

ENERGYPLAN
ENERGYPLAN

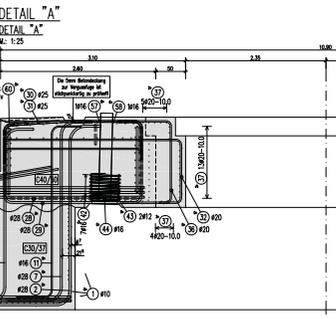


Author	Max Bögl	Project No.	21063
Revision <td>Windkraftlager und zugehörige Geräte</td> <td>Quantity<td>1,00/24m</td></td>	Windkraftlager und zugehörige Geräte	Quantity <td>1,00/24m</td>	1,00/24m
Scale <td>Schleppplan Fundament 422,50m</td> <td>Scale<td>1:200; 1:50</td></td>	Schleppplan Fundament 422,50m	Scale <td>1:200; 1:50</td>	1:200; 1:50
Date <td>RT 1.0 Fundament</td> <td>Date<td>2023-08-01</td></td>	RT 1.0 Fundament	Date <td>2023-08-01</td>	2023-08-01

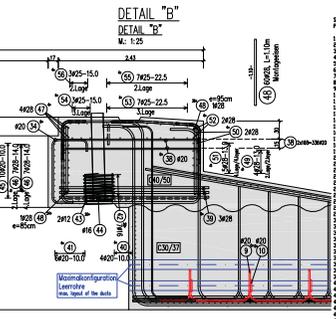
SCHNITT 1-1
SECTION 1-1
M: 1:50



DETAIL "A"
DETAIL "A"
M: 1:25

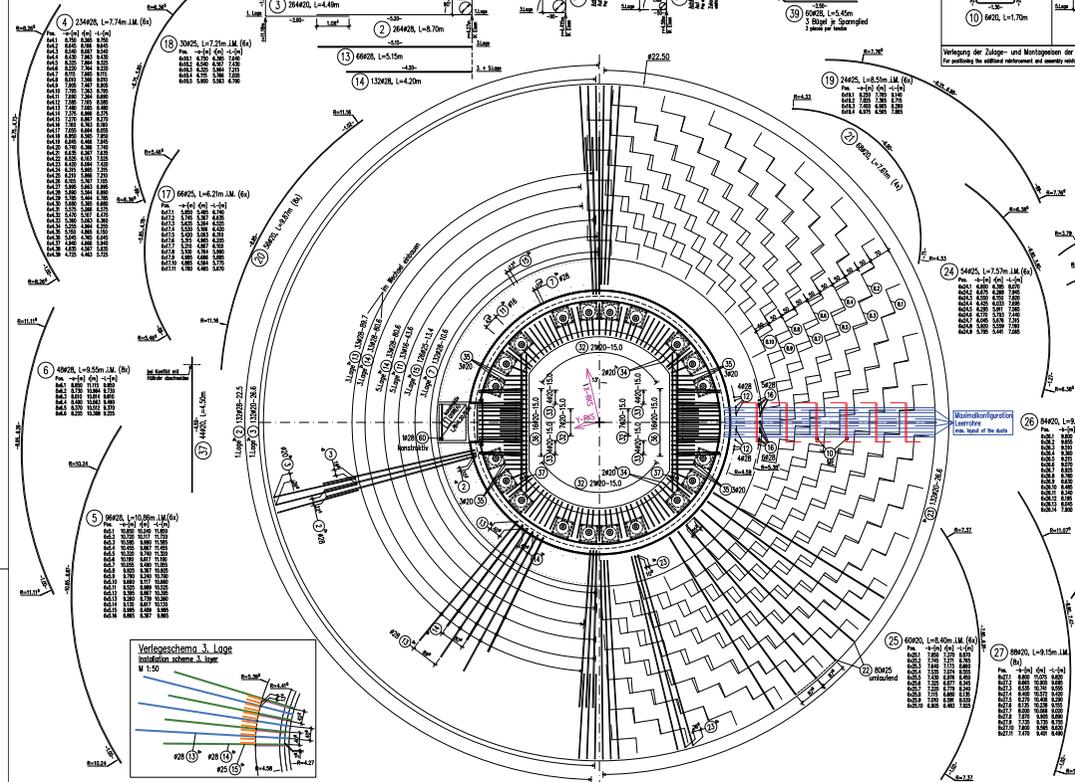


DETAIL "B"
DETAIL "B"
M: 1:25

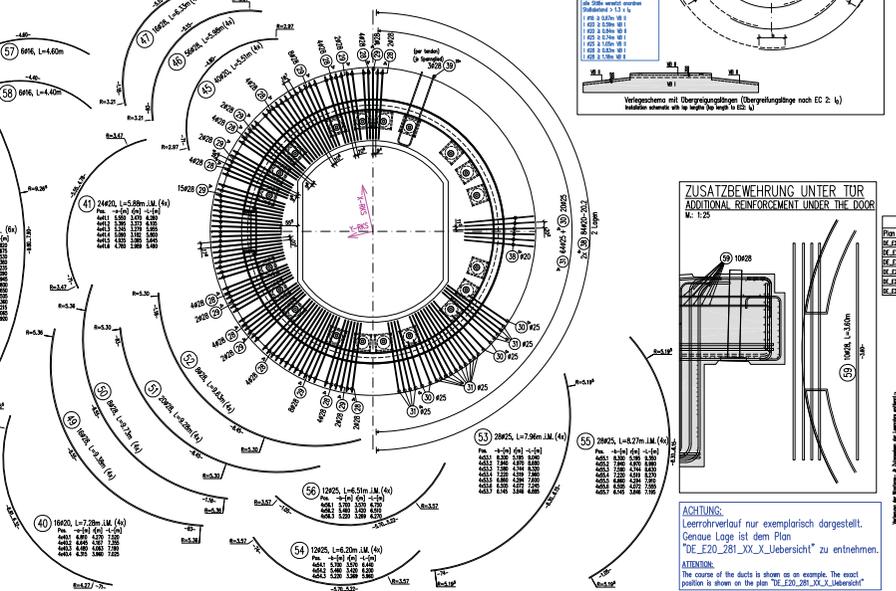


STAHLLEGENDE (Reinforcement Schedule) table listing bar numbers, diameters, and lengths for different parts of the structure.

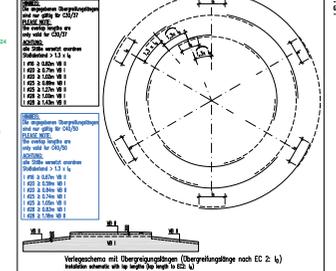
DRAUFSICHT FUNDAMENT
TOP VIEW FOUNDATION
M: 1:50



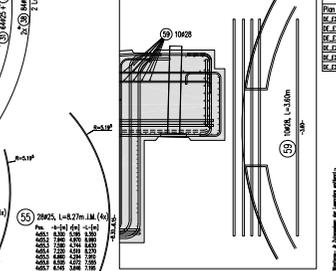
FUNDAMENTKOPF
HEAD OF FOUNDATION
M: 1:50



SCHEMA KREISBEWEHRUNG
SCHEMA CIRCULAR REINFORCEMENT



ZUSATZBEWEHRUNG UNTER TOR
ADDITIONAL REINFORCEMENT UNDER THE DOOR
M: 1:25



HINWEIS: Die Stahlfestigkeiten bzw. Umformzustände sind für sich abgelesen. (Note: Steel strengths and forming states are read individually.)

ACHTUNG: Schwachstellen sind "nur" am Montageschnitt zu lesen. (Warning: Weak points are only visible in the assembly section.)

bei SUSPA-Spannverfahren: (For SUSPA tensioning process:...) Details about the SUSPA process, including bar types and spacing.

STÄHLE (Steel) table listing steel grades and their mechanical properties.

Material properties table with columns for yield strength (R_{yk}), tensile strength (R_{yk}), and elongation (A_g).

Einzel- und Verflechtung (Single and interlocking) details showing how individual bars and their intersections are connected.

Reinforcement schedule table for the foundation, listing bar numbers, diameters, and lengths.

Zugehörige Pläne (Associated drawings) listing other drawings in the project set.

MAX BÖGL logo and contact information. Includes the company name, address, phone number, and website.

ACHTUNG: Leerraum nur exemplarisch dargestellt. (Warning: Empty space shown as an example.)

Zusammenstellung Gutachtlicher Stellungnahmen

für die Typenprüfung der Windenergieanlage
ENERCON E-138 EP3

TÜV NORD Bericht Nr.: 8117 568 225 D Rev. 1

Anlagenspezifikation:

Bezeichnung:	ENERCON E-138 EP3
Rotorblatt:	E-138 EP3-RB-01
Max. Nennleistung:	3,5 MW
Nabenhöhen:	81 m, 111 m, 131 m, 160 m

Standortspezifikation:

Windzonen:	WZ 2
Geländekategorie:	GK II

Anlagenhersteller:

ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Diese Zusammenstellung umfasst 5 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständige
0	13.12.2019	Erstausgabe	F. Rodriguez
1	16.04.2020	Aktualisierung von Dokumenten	F. Rodriguez

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Lastannahmen	3
1.2	Sicherheitssystem und Handbücher.....	4
1.3	Elektrische Komponenten und Blitzschutz	4
1.4	Rotorblatt.....	4
1.5	Maschinenbauliche Komponenten	4
1.6	Verkleidungen und Strukturen.....	4
2	Prüfgrundlagen	5
3	Hinweise und Bedingungen	5

1 Dokumente

1.1 Lastannahmen

- [1.1.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01, NH 130.54 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-01), DIBt WZ 2, GK II -
Lastannahmen für Turm und Fundament -
Bericht Nr.: 8115 022 604-1 D I
Rev. 3, vom 22.08.2019
- [1.1.2] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01, NH 109.965 m (E-138 EP3-ST-111-FB-C-01), DIBt WZ S, GK S -
Lastannahmen für Turm und Fundament --
Bericht Nr.: 8115 022 604-1 D II
Rev. 2, vom 22.08.2019
- [1.1.3] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01, NH 130.02 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-02), DIBt WZ 2, GK II -
Lastannahmen für Turm und Fundament --
Bericht Nr.: 8115 920 151-1 D III
Rev. 2, vom 22.08.2019
- [1.1.4] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01, NH 130.078 m (E-138 EP3-ST-131-FB-C-01), DIBt WZ S, GK II -
Lastannahmen für Turm und Fundament -
Bericht Nr.: 8115 920 151-1 D V
Rev. 2, vom 22.08.2019
- [1.1.5] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01, NH 80.415 m (E-138 EP3-ST-81-FB-C-01 & E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-02), DIBt WZ S, GK II - Lastannahmen für Turm und Fundament -
Bericht Nr.: 8115 920 151-1 D VI
Rev. 2, vom 30.01.2020
- [1.1.6] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01, NH 160.0 m (E-138 EP3-HT-160-ES-C-01), DIBt WZ 2, GK II -
Lastannahmen für Turm und Fundament -
Bericht Nr.: 8115 920 151-1 D VII
Rev. 0, vom 22.08.2019

[1.1.7] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-
RB-01, verschiedene NH, DIBt WZ 2 GK II - Lastannahmen für Rotorblatt und
Maschinenbau -
Bericht Nr.: 8115 920 151-1 D IV
Rev. 5, vom 30.01.2020

1.2 Sicherheitssystem und Handbücher

[1.2.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme - Windenergieanlage ENERCON E-138 EP3
- Sicherheitssystem und Handbücher -
Bericht Nr.: 8115 022 604-2 D
Rev. 1, vom 14.04.2020

1.3 Elektrische Komponenten und Blitzschutz

[1.3.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage ENERCON E-138 EP3 -
Elektrische Komponenten und Blitzschutz -
Bericht Nr.: 8115 022 604-5 D
Rev. 1, vom 20.02.2020

1.4 Rotorblatt

[1.4.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme für die Typenprüfung der Windenergieanlage
E-138 EP3, unterschiedliche Konfigurationen und Nabenhöhen
- Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 -
Bericht Nr.: 8115 022 604-3 D
Rev. 3, vom 18.03.2020

1.5 Maschinenbauliche Komponenten

[1.5.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme für die Typenprüfung der Windenergieanlage
ENERCON E-138 EP3 - Maschinenbauliche Komponenten -
Bericht Nr.: 8116 092 817-4 D
Rev. 2, vom 24.03.2020

1.6 Verkleidungen und Strukturen

[1.6.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme für die Typenprüfung der Windenergieanlage
ENERCON E-138 EP3 - Verkleidungen & Strukturen -
Bericht Nr.: 8116 092 817-12 D
Rev. 3, vom 20.03.2020

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt):
Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 61400-1:2011
Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1:2005 + A1:2010)
Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010

3 Hinweise und Bedingungen

Die Gutachtlichen Stellungnahmen unter Kapitel 1 wurden unter Berücksichtigung der Anforderungen der Prüfgrundlagen unter Kapitel 2 erstellt.

Es sind die Auflagen und Hinweise der unter Kapitel 1 aufgeführten Gutachtlichen Stellungnahmen zu beachten.

Die gemäß Kapitel 3, Abschnitt I der DIBt-Richtlinie [2.1] erforderlichen bautechnischen Unterlagen liegen vor. Alle weiteren unter Kapitel 3 der Richtlinie [2.1] genannten erforderlichen bautechnischen Unterlagen sind nicht Bestandteil dieser Zusammenstellung.

Der Sachverständige:



Eng. Mecânico F. Rodriguez

Freigegeben:



Dr.-Ing. W. Aldenhoff

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage E-138 EP3
 RB E-138 EP3-RB-01, NH 130.54 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-01)
 DIBt WZ 2, GK II

- Lastannahmen für Turm und Fundament-

TÜV NORD Bericht Nr.:	8115022604-1 D I Rev.3
Gegenstand der Prüfung:	Lastannahmen für Turm und Fundament für die Windenergieanlage E-138 EP3, Rotorblatt E-138 EP3-RB-01, Nabenhöhe 130.54 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-01) bezüglich der DIBt 2012 Windzone 2, Geländekategorie II
Anlagenhersteller:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Dokumentation:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 11 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	19.07.2018	Erste Fassung	Konstantin Konkel
1	18.12.2018	Überarbeitete Anlagenkonfiguration: Anpassung aller dazugehöriger Unterlagen und Daten; formale Berichts Anpassungen.	Nils Kägeler
2	12.03.2019	Die „Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb“ wurde in Tabelle 4.4. korrigiert. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst.	Nils Kägeler
3	22.08.2019	Formale Berichts Anpassungen. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst.	Nils Kägeler

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	3
2	Prüfgrundlagen	4
3	Einleitung	4
4	Beschreibung der Windenergieanlage	5
4.1	Umgebungsbedingungen	5
4.2	Sicherheitsklasse	6
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	7
5	Durchgeführte Prüfungen.....	9
5.1	Prüfmethode.....	9
5.2	Anmerkungen.....	10
5.3	Prüfergebnis.....	10
5.4	Schnittstellen	10
6	Auflagen.....	11
7	Schlussfolgerung	11

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

[1.1.1] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Turm,
"Lastenbericht, Turm E-138 EP3-HT-131-ES-C-01, Abdeckende Betriebs- und
Extremlasten für den Turm, E-138 EP3-HT-131-ES-C-01 der WEA E-138 EP3
mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.: D0758077-0d
Rev. 0d, Datum: 19.08.2019

[1.1.2] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Maschinenbaulasten,
"Lastenbericht, Maschinenbau E-138 EP3, Abdeckende Betriebs- und
Extremlasten für den Maschinenbau E-138 EP3 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-
RB-01 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.: D0722965-3a
Rev. 3a, Datum: 19.08.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

[1.2.1] ENERCON GmbH:
Design Basis,
"Konstruktionsbasis, E-126 EP3, E-138 EP3"
Dokument-Nr: D0556048-5
Rev. 5, Datum: 26.03.2018

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

[1.2.2] ENERCON GmbH:
Zeitreihen, Regler (elektronisch erhalten),
Dateiname: 07_Zeitreihen-TUV
Eingangsdatum: 24.10.2018

[1.2.3] ENERCON GmbH:
Windfelder (elektronisch erhalten),
Dateiname: Winde
Eingangsdatum: 24.10.2018

[1.2.4] ENERCON GmbH:
Bladed Projektdatei (elektronisch erhalten),
Dateiname: powprod
Eingangsdatum: 24.10.2018

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windenergieanlagen Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung, Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten: 2010-12
- [2.3] DIN EN 61400-1
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1, Ausgabe 2005 + Amendment 1, Ausgabe 2010)
Ausgabe August 2011

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung für Turm und Fundamentlasten der Windenergieanlage (WEA) E-138 EP3, welche im folgenden Kapitel genauer beschrieben ist. Die geforderte Lastextrapolation nach [2.3] ist in [1.1.2] dargestellt.

Mit Rev. 2 dieser Gutachtlichen Stellungnahme wurden formale Berichts Anpassungen umgesetzt. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand der DIBt [2.1] in Kombination mit der IEC 61400-1 Ed.3 [2.3] durchgeführt.

Die betrachtete Anlagenkonfiguration E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01 mit einer Nabenhöhe von 130.54 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-01) ist ausgestattet mit:

- Hinterkantenkamm (Serrations)
- Vortexgeneratoren (VG)
- Rotorblattspitzen (Blade Tips)

Die Randbedingungen der Lastberechnung umfassen folgende klimatische Verhältnisse, die in Kapitel 4.1 näher beschrieben werden:

- Normaltemperaturbereich (NCV) gemäß [2.3]

Die Prüfung der Lastberechnung umfasst die Prüfung der Lastfall- und Modelldefinition, eine unabhängige Analyse der Lasten sowie den Vergleich der eingereichten und parallel berechneten Lasten.

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.
- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichung der Anlagenmasse um bis zu $\pm 5\%$
 - Abweichung der Turmhöhe um bis zu $\pm 5\%$
 - Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105% der 1P Anregung bei Solldrehzahl.
 - Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90% - 105%] der 3P Anregung der Solldrehzahl
 - Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5% erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5% absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

¹ Ausgehend von den in den hier vorliegenden Lastannahmen ausgewiesenen Werten.

	DIBt WZ 2 GK II	IEC III A
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	7.47 m/s	7.50 m/s
Formparameter der Weibull-Funktion k	2	2
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit V_1 (10 Minuten Mittelwert)	30.17 m/s	30.00 m/s
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit V_{50} (10 Minuten Mittelwert)	37.71 m/s	37.50 m/s
Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	0.16	0.16
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2 m/s	2 m/s
Höhenexponent α (für EWM)	0.2 (0.16)	0.2 (0.11)
Zusätzlich berücksichtigter Höhenexponent α für die Lastfälle DLC1.1, DLC1.3 und DLC1.5	0.0	0.0
Upflow	8°	8°

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe 130.54 m

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.2 angegeben gültig.

	Luftdichte [kg/m³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1.225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1.341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1.394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-40° C bis +40° C
Extremer Temperaturbereich	-40° C bis +50° C
Netzausfälle	20 Ausfälle / Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	nicht berücksichtigt
Auslegungslbensdauer	25 Jahre

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] bzw. [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA E-138 EP3 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Elektrische Nennleistung	3500 kW
Turmtyp	E-138 EP3-HT-131-ES-C-01 (Stahlrohr-Beton-Hybridturm)
Turmhöhe	128.70 m
Nabenhöhe	130.54 m
Rotorblatt	E-138 EP3-RB-01
Rotorblattlänge	67.6 m
Rotorblattmasse (inkl. Blattadapter)	21629 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattadapteranschluss)	375517 kgm
Nominaler Rotordurchmesser	138.6 m
Rotorachsneigung	7°
Rotor-Konuswinkel	-2.5°
Rotornendrehzahl n_r	10.5 U/min
Rotorsolldrehzahl n_s^2	10.8 U/min
Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb $n_1 - n_3$	4.4 - 12.42 U/min
Getriebeübersetzung	direktgetrieben
Netzfrequenz	irrelevant
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}$	2.5 - 28 m/s
Nennwindgeschwindigkeit v_r	11.1 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA E-138 EP3, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

	Dateiname	
Rotorblattstruktur	powprod.\$PJ (1.1_s20102) MD5 Hashsum "e1f797ee31123e5c9413683f585b00d1"	
Aerodynamische Profile	Profilname	Dicken-Chordlängen-Verhältnis [%]
	Cylinder	100%
	EC145F_VG_-WoRWiT-	45%
	EC135F_VG_-WoRWiT-	35%
	EC135F-WoRWiT-	35%
	EC128-WoRWiT-	28%

² Drehzahl auf die im Volllastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird

	Dateiname	
	EC122-WoRWiT-	22%
	EC116-WoRWiT-	16%
Turmstruktur	Weich: powprod.\$PJ (1.1_w20102) MD5 Hashsum "f278f67a0d67e7b5b62b0161bfca6791" Starr: powprod.\$PJ (1.1_s20102) MD5 Hashsum "e1f797ee31123e5c9413683f585b00d1"	
Controller	DLL-Controller: Regler.dll MD5 Hashsum "1b65c7098ec94a14c51fa59c50022bda" Controller Input: EP3_E138_E-138_EP3_HT_131_ES_C_01_0.5.3.Daten MD5 Hashsum "4f560c03476e56332bfa721e885e2425"	

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montagetoleranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattanstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.6 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	1000 kgm
Fehler des Blattanstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	0°; +0.3°; -0.3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Durch Eisansatz verursachte Massenzunahmen an den Rotorblättern wurden nicht berücksichtigt.

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $k_{x,dyn}$	starr MN/m
Horizontale Drehfeder: $k_{\varphi,dyn}$	100000 MNm/rad / starr

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.8 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die ungekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Sie beziehen sich jeweils auf das isolierte Bauteil, das heißt, es findet bei der Berechnung der ungekoppelten Bauteileigenfrequenzen keine Interaktion mit weiteren im System befindlichen, schwingungsfähigen Komponenten statt. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische und starre Bodenfeder (Tabelle 4.7) sowie die Masse des Turmkopfes.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.527 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt - frei	1.250 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.813 Hz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt - frei	2.538 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.278 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.036 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.277 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.998 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	0.346 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	1.361 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	0.344 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	1.281 Hz

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA E-138 EP3, E-138 EP3-RB-01, NH 130.54 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-01)

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] und [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt. Da zur Zeit der Prüfung noch keine Beschreibung des Sicherheits- und Betriebsführungssystem vorlag, muss die Schnittstelle zwischen Lastrechnung und Sicherheits- und Betriebsführungssystem noch überprüft werden.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

- 5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik, Reglerparameter, kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.
- 5.2.2. Zusätzlich zu der durch unabhängige Nachrechnung geprüften Anlage, schließt diese Gutachtliche Stellungnahme auch Änderungen an der Anlage mit ein, die den Bedingungen aus Kapitel 3 entsprechen.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind den Dokumenten [1.1.1] - [1.1.2] zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.1.1] beschriebenen Berechnungskoordinatensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet die Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.1].
- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.
- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.9. Bei Verwendung der Lastannahmen [1.1.1] für eine modifizierte Turmhöhe, wie in Kapitel 3 beschrieben, müssen Turm- und Fundamentlasten extrapoliert werden.

- 5.4.10. Die Betriebslasten aus [1.1.2] berücksichtigen keine Lasten für weniger als 1000 akkumulierte Zyklen.
- 5.4.11. Die bereits mit Revision 0 geprüften und mit Datum 19.07.2018 gestempelten Unterlagen behalten weiterhin ihre Gültigkeit.

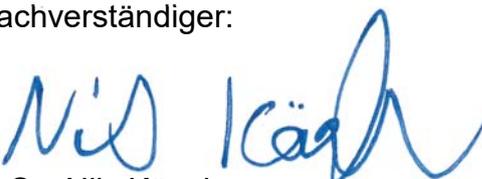
6 Auflagen

- 6.1 Beim Verlassen der Anlage darf diese nicht mit einem arretierten Rotor und gleichzeitig deaktivierter Windnachführung zurückgelassen werden.
- 6.2 Die Anlage ist mit einem Eiserkennungssystem auszustatten, das einen Betrieb mit vereisten Rotorblättern ausschließt.
- 6.3 Wenn die 1. Turmeigenfrequenz nicht im Bereich von +5% der 1. Turmeigenfrequenz "Starr" bis -5% der 1. Turmeigenfrequenz "Weich" liegt, sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich (siehe Kapitel 3).

7 Schlussfolgerung

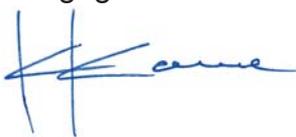
Die in [1.1.1] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3, E-138 EP3-RB-01, NH 130.54 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-01) sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zur DIBt [2.1] (unter Berücksichtigung von [2.2]) und DIN EN 61400-1 [2.3] berechnet worden.

Sachverständiger:



M.Sc. Nils Kägeler

Freigegeben:



M.Sc. Konstantin Konkel

Gutachtliche Stellungnahme

**Windenergieanlage E-138 EP3
RB E-138 EP3-RB-01, NH 109.965 m (E-138 EP3-ST-111-FB-C-01)
DIBt WZ S, GK S**

- Lastannahmen für Turm und Fundament-

TÜV NORD Bericht Nr.: 8115022604-1 D II Rev.2

Gegenstand der Prüfung: Lastannahmen für Turm und Fundament für die Windenergieanlage E-138 EP3, Rotorblatt E-138 EP3-RB-01, Nabenhöhe 109.965 m (E-138 EP3-ST-111-FB-C-01) bezüglich der DIBt Windzone S, Geländekategorie S

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Dokumentation: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 11 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	10.12.2018	Erste Fassung	Nils Kägeler
1	12.03.2019	Die „Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb“ wurde in Tabelle 4.4. korrigiert. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst.	Nils Kägeler
2	22.08.2019	Formale Berichtsanpassungen. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst.	Nils Kägeler

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente	3
2	Prüfgrundlagen	4
3	Einleitung	4
4	Beschreibung der Windenergieanlage	6
4.1	Umgebungsbedingungen	6
4.2	Sicherheitsklasse	7
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	7
5	Durchgeführte Prüfungen	9
5.1	Prüfmethode	9
5.2	Anmerkungen	10
5.3	Prüfergebnis	10
5.4	Schnittstellen	10
6	Auflagen	11
7	Schlussfolgerung	11

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

[1.1.1] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Turm,
"Lastenbericht, Turm E-138 EP3-ST-111-FB-C-01, Abdeckende Betriebs- und
Extremlasten für den Turm E-138 EP3-ST-111-FB-C-01 der WEA E-138 EP3
mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.: D0736517-0d
Rev. 0d, Datum: 19.08.2019

[1.1.2] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Maschinenbaulasten,
"Lastenbericht, Maschinenbau E-138 EP3, Abdeckende Betriebs- und
Extremlasten für den Maschinenbau E-138 EP3 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-
RB-01 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.: D0722965-3a
Rev. 3a, Datum: 19.08.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

[1.2.1] ENERCON GmbH:
Design Basis,
"Konstruktionsbasis, E-126 EP3, E-138 EP3"
Dokument-Nr: D0556048-5
Rev. 5, Datum: 26.03.2018

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

[1.2.2] ENERCON GmbH:
Zeitreihen, Regler (elektronisch erhalten),
Dateiname: E-138_EP3-ST-111-FB-C-01\07_Zeitreihen_TUV
Eingangsdatum: 25.10.2018

[1.2.3] ENERCON GmbH:
Windfelder (elektronisch erhalten),
Dateiname: Winde_TUV
Eingangsdatum: 25.10.2018

[1.2.4] ENERCON GmbH:
Bladed Projektdatei (elektronisch erhalten),
Dateiname: powprod
Eingangsdatum: 25.10.2018

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter –
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen –
Windlasten: 2010-12
- [2.3] DIN EN 61400-1
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1, Ausgabe 2005 + Amendment 1, Ausgabe 2010)
Ausgabe August 2011

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung für Turm und Fundamentlasten der Windenergieanlage (WEA) E-138 EP3, welche im folgenden Kapitel genauer beschrieben ist. Die geforderte Lastextrapolation nach [2.3] ist in [1.1.2] dargestellt.

Mit Rev. 2 dieser Gutachtlichen Stellungnahme wurden formale Berichts Anpassungen umgesetzt. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand der DIBt [2.1] in Kombination mit der IEC 61400-1 Ed.3 [2.3] durchgeführt.

Die betrachtete Anlagenkonfiguration E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01 mit einer Nabenhöhe von 109.965 m (E-138 EP3-ST-111-FB-C-01) ist ausgestattet mit:

- Hinterkantenkamm (Serrations)
- Vortexgeneratoren (VG)
- Rotorblattspitzen (Blade Tips)

Die Randbedingungen der Lastberechnung umfassen folgende klimatische Verhältnisse, die in Kapitel 4.1 näher beschrieben werden:

- Normaltemperaturbereich (NCV) gemäß [2.3]

Die Prüfung der Lastberechnung umfasst die Prüfung der Lastfall- und Modelldefinition, eine unabhängige Analyse der Lasten sowie den Vergleich der eingereichten und parallel berechneten Lasten.

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.
- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichung der Anlagenmasse um bis zu $\pm 5\%$
 - Abweichung der Turmhöhe um bis zu $\pm 5\%$
 - Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105% der 1P Anregung bei Solldrehzahl.
 - Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90% - 105%] der 3P Anregung der Solldrehzahl
 - Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5% erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5% absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.

¹ Ausgehend von den in den hier vorliegenden Lastannahmen ausgewiesenen Werten.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

	DIN EN 61400-1 IIIA (Extrem)	DIN EN 61400-1 IIIB (Ermüdung)	DIBt WZ 2 GK II
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	7.5 m/s	7.5 m/s	7.26
Formparameter der Weibull-Funktion k	2	2	2
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit V_1 (10 Minuten Mittelwert)	30.00 m/s	-	29.35 m/s
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit V_{50} (10 Minuten Mittelwert)	37.50 m/s	-	36.69 m/s
Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	16 %	14 %	16 %
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2 m/s	-	2 m/s
Höhenexponent α (für EWM)	0.2 (0.11)	0.2	0.2 (0.16)
Zusätzlich berücksichtigter Höhenexponent α für die Lastfälle DLC1.1, DLC1.3 und DLC1.5	0.0	0.0	0.0
Upflow	8°	8°	8°

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe 109.965 m

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.2 angegeben gültig.

	Luftdichte [kg/m ³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1.225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1.341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1.394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-40° C bis +40° C
Extremer Temperaturbereich	-40° C bis +50° C
Netzausfälle	20 Ausfälle / Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	nicht berücksichtigt
Auslegungslebensdauer	25 Jahre

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] bzw. [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA E-138 EP3 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Elektrische Nennleistung	3500 kW
Turmtyp	E-138 EP3-ST-111-FB-C-01 (Stahlrohrturm)
Turmhöhe	108.13 m
Nabenhöhe	109.965 m
Rotorblatt	E-138 EP3-RB-01
Rotorblattlänge	67.6 m
Rotorblattmasse (inkl. Blattadapter)	21629 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattadapteranschluss)	375517 kgm
Nominaler Rotordurchmesser	138.6 m
Rotorachsneigung	7°
Rotor-Konuswinkel	-2.5°
Rotormendrehzahl n_r	10.5 U/min
Rotorsolldrehzahl n_s^2	10.8 U/min
Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb $n_1 - n_3$	4.4 - 12.42 U/min
Getriebeübersetzung	direktgetrieben
Netzfrequenz	irrelevant
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}$	2.5 - 28 m/s
Nennwindgeschwindigkeit v_r	11.1 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA E-138 EP3, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

	Dateiname	
Rotorblattstruktur	powprod.\$PJ (1.1_s20102) MD5 Hashsum "faf5acf45653d68169febefca4e16626"	
Aerodynamische Profile	Profilname	Dicken-Chordlängen-Verhältnis [%]

² Drehzahl auf die im Volllastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird

Dateiname	
	Cylinder 100
	EC145F_VG_-WoRWiT- 45
	EC135F_VG_-WoRWiT- 35
	EC135F-WoRWiT- 35
	EC128-WoRWiT- 28
	EC122-WoRWiT- 22
	EC116-WoRWiT- 16
Turmstruktur	Weich: powprod.\$PJ(1.1_w20102) MD5 Hashsum "d93193b96a671cff8b550167f4a9cd6b" Starr: powprod.\$PJ(1.1_s20102) MD5 Hashsum "faf5acf45653d68169febefca4e16626"
Controller	DLL-Controller: Regler.dll MD5 Hashsum "dff3aacd29a5f43b3e25f91d4cc86262" Controller Input: E-138_EP3_ST_111_FB_C_01_0.4.9.Daten MD5 Hashsum "a779afd714d96a8eaaa49fc8aec624b9"

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montagetoleranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattanstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.6 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	1000 kgm
Fehler des Blattanstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	0°; +0.3°; -0.3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Durch Eisansatz verursachte Massenzunahmen an den Rotorblättern wurden nicht berücksichtigt.

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $K_{x,dyn}$	starr
Horizontale Drehfeder: $K_{\phi,dyn}$	250000 MNm/rad / starr

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.8 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die ungekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Sie beziehen sich jeweils auf das isolierte Bauteil, das heißt, es findet bei der Berechnung der ungekoppelten Bauteileigenfrequenzen keine Interaktion mit weiteren im System befindlichen, schwingungsfähigen Komponenten statt. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische und starre Bodenfeder (Tabelle 4.7) sowie die Masse des Turmkopfes.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.527 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt - frei	1.250 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.813 Hz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt - frei	2.538 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.199 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.292 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.198 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.137 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	0.202 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	1.307 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	0.200 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	1.148 Hz

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA E-138 EP3, E-138 EP3-RB-01, NH 109.965 m (E-138 EP3-ST-111-FB-C-01)

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] und [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt. Da zur Zeit der Prüfung noch keine Beschreibung des Sicherheits- und Betriebsführungssystem vorlag, muss die Schnittstelle zwischen Lastrechnung und Sicherheits- und Betriebsführungssystem noch überprüft werden.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

- 5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik, Reglerparameter, kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.
- 5.2.2. Zusätzlich zu der durch unabhängige Nachrechnung geprüften Anlage, schließt diese Gutachtliche Stellungnahme auch Änderungen an der Anlage mit ein, die den Bedingungen aus Kapitel 3 entsprechen.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind den Dokumenten [1.1.1] - [1.1.2] zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.1.1] beschriebenen Berechnungskoordinatensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet die Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.1].
- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.
- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.9. Bei Verwendung der Lastannahmen [1.1.1] für eine modifizierte Turmhöhe, wie in Kapitel 3 beschrieben, müssen Turm- und Fundamentlasten extrapoliert werden.

- 5.4.10. Die Betriebslasten aus [1.1.2] berücksichtigen keine Lasten für weniger als 1000 akkumulierte Zyklen.
- 5.4.11. Die bereits mit Revision 0 geprüften und mit Datum 10.12.2018 gestempelten Unterlagen behalten weiterhin ihre Gültigkeit.

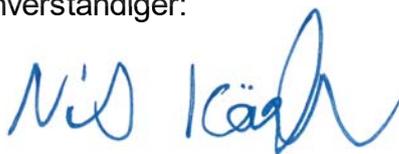
6 Auflagen

- 6.1 Beim Verlassen der Anlage darf diese nicht mit einem arretierten Rotor und gleichzeitig deaktivierter Windnachführung zurückgelassen werden.
- 6.2 Die Anlage ist mit einem Eiserkennungssystem auszustatten, das einen Betrieb mit vereisten Rotorblättern ausschließt.
- 6.3 Bei Abweichungen von mehr als ± 5 % von der 1. Turmeigenfrequenz des in der Lastberechnung verwendeten Modells sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich (siehe Kapitel 3).

7 Schlussfolgerung

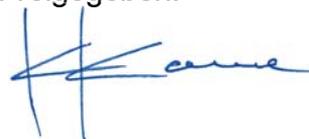
Die in [1.1.1] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3, E-138 EP3-RB-01, NH 109.965 m (E-138 EP3-ST-111-FB-C-01) sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zur DIBt [2.1] (unter Berücksichtigung von [2.2]) und DIN EN 61400-1 [2.3] berechnet worden.

Sachverständiger:



M.Sc. Nils Kägeler

Freigegeben:



M.Sc. Konstantin Konkel

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage E-138 EP3
 RB E-138 EP3-RB-01, NH 130.02 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-02)
 DIBt WZ 2, GK II

- Lastannahmen für Turm und Fundament-

TÜV NORD Bericht Nr.:	8115920151-1 D III Rev.2
Gegenstand der Prüfung:	Lastannahmen für Turm und Fundament für die Windenergieanlage E-138 EP3, Rotorblatt E-138 EP3-RB-01, Nabenhöhe 130.02 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-02) bezüglich der DIBt 2012 Windzone 2, Geländekategorie II
Anlagenhersteller:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Dokumentation:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 11 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	16.10.2018	Erste Fassung	Konstantin Konkel
1	12.03.2019	Die „Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb“ wurde in Tabelle 4.4. korrigiert. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst.	Nils Kägeler
2	22.08.2019	Formale Berichtsanpassungen. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst.	Nils Kägeler

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	3
2	Prüfgrundlagen	4
3	Einleitung	4
4	Beschreibung der Windenergieanlage	6
4.1	Umgebungsbedingungen	6
4.2	Sicherheitsklasse	7
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	7
5	Durchgeführte Prüfungen.....	9
5.1	Prüfmethode.....	9
5.2	Anmerkungen.....	10
5.3	Prüfergebnis.....	10
5.4	Schnittstellen	10
6	Auflagen.....	11
7	Schlussfolgerung	11

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

[1.1.1] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Turm,
"Lastenbericht, Turm E-138 EP3-HT-131-ES-C-02, Abdeckende Betriebs- und
Extremlasten für den Turm, E-138 EP3-HT-131-ES-C-02 der WEA E-138 EP3
mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.: D0736515-0d
Rev. 0d, Datum: 19.08.2019

[1.1.2] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Maschinenbaulasten,
"Lastenbericht, Maschinenbau E-138 EP3, Abdeckende Betriebs- und
Extremlasten für den Maschinenbau E-138 EP3 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-
RB-01 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.: D0722965-3a
Rev. 3a, Datum: 19.08.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

[1.2.1] ENERCON GmbH:
Design Basis,
"Konstruktionsbasis, E-126 EP3, E-138 EP3"
Dokument-Nr: D0556048-5
Rev. 5, Datum: 26.03.2018

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

[1.2.2] ENERCON GmbH:
Zeitreihen, Regler (elektronisch erhalten),
Dateiname: 07_Zeitreihen-TUV-neu
Eingangsdatum: 24.08.2018

[1.2.3] ENERCON GmbH:
Windfelder (elektronisch erhalten),
Dateiname: Winde_TUV-neu
Eingangsdatum: 24.08.2018

[1.2.4] ENERCON GmbH:
Bladed Projektdatei (elektronisch erhalten),
Dateiname: powprod
Eingangsdatum: 24.08.2018

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter –
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen –
Windlasten: 2010-12
- [2.3] DIN EN 61400-1
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1, Ausgabe 2005 + Amendment 1, Ausgabe 2010)
Ausgabe August 2011

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung für Turm und Fundamentlasten der Windenergieanlage (WEA) E-138 EP3, welche im folgenden Kapitel genauer beschrieben ist. Die geforderte Lastextrapolation nach [2.3] ist in [1.1.2] dargestellt.

Mit Rev. 2 dieser Gutachtlichen Stellungnahme wurden formale Berichts Anpassungen umgesetzt. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand der DIBt [2.1] in Kombination mit der IEC 61400-1 Ed.3 [2.3] durchgeführt.

Die betrachtete Anlagenkonfiguration E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01 mit einer Nabenhöhe von 130.02 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-02) ist ausgestattet mit:

- Hinterkantenkamm (Serrations)
- Vortexgeneratoren (VG)
- Rotorblattspitzen (Blade Tips)

Die Randbedingungen der Lastberechnung umfassen folgende klimatische Verhältnisse, die in Kapitel 4.1 näher beschrieben werden:

- Normaltemperaturbereich (NCV) gemäß [2.3]

Die Prüfung der Lastberechnung umfasst die Prüfung der Lastfall- und Modelldefinition, eine unabhängige Analyse der Lasten sowie den Vergleich der eingereichten und parallel berechneten Lasten.

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.
- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichung der Anlagenmasse um bis zu $\pm 5\%$
 - Abweichung der Turmhöhe um bis zu $\pm 5\%$
 - Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105% der 1P Anregung bei Solldrehzahl.
 - Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90% - 105%] der 3P Anregung der Solldrehzahl
 - Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5% erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5% absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.

Zusätzlich zum Turmmodell „E-138 EP3-HT-131-ES-C-02“ ist auch das das Turmmodell „E-138 EP3-HT-131-ES-C-02 (ÜBERARBEITET)“, beschrieben in [1.1.1], durch diese Gutachtliche Stellungname abgedeckt.

¹ Ausgehend von den in den hier vorliegenden Lastannahmen ausgewiesenen Werten.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

	DIBt WZ 2 GK II	IEC IIIA
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	7.5 m/s	7.5 m/s
Formparameter der Weibull-Funktion k	2	2
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit V_1 (10 Minuten Mittelwert)	30.15 m/s	30.00 m/s
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit V_{50} (10 Minuten Mittelwert)	37.69 m/s	37.50 m/s
Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	0.16	0.16
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2 m/s	2 m/s
Höhenexponent α (für EWM)	0.2 (0.16)	0.2 (0.11)
Zusätzlich berücksichtigter Höhenexponent α für die Lastfälle DLC1.1, DLC1.3 und DLC1.5	0.0	0.0
Upflow	8°	8°

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe 130.02 m

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.2 angegeben gültig.

	Luftdichte [kg/m³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1.225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1.341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1.394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-40° C bis +40° C
Extremer Temperaturbereich	-40° C bis +50° C
Netzausfälle	20 Ausfälle / Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	nicht berücksichtigt
Auslegungslbensdauer	25 Jahre

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] bzw. [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA E-138 EP3 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Elektrische Nennleistung	3500 kW
Turmtyp	E-138 EP3-HT-131-ES-C-02 (Stahlrohr-Beton-Hybridturm)
Turmhöhe	128.18 m
Nabenhöhe	130.02 m
Rotorblatt	E-138 EP3-RB-01
Rotorblattlänge	67.6 m
Rotorblattmasse (inkl. Blattadapter)	21629 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattadapteranschluss)	375517 kgm
Nominaler Rotordurchmesser	138.6 m
Rotorachsneigung	7°
Rotor-Konuswinkel	-2.5°
Rotornendrehzahl n_r	10.5 U/min
Rotorsolldrehzahl n_s^2	10.8 U/min
Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb $n_1 - n_3$	4.4 - 12.42 U/min
Getriebeübersetzung	direktgetrieben
Netzfrequenz	irrelevant
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}$	2 - 28 m/s
Nennwindgeschwindigkeit v_r	11.1 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA E-138 EP3, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

	Dateiname
Rotorblattstruktur	powprod.\$PJ (1.1_s20102) MD5 Hashsum "ca115b556ae02c64ea0ffbec5b08f9ea"

² Drehzahl auf die im Vollastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird

Aerodynamische Profile	Profilname	Dicken-Chordlängen-Verhältnis [%]
		Cylinder
	EC145F_VG_-WoRWiT-	45%
	EC135F_VG_-WoRWiT-	35%
	EC135F-WoRWiT-	35%
	EC128-WoRWiT-	28%
	EC122-WoRWiT-	22%
	EC116-WoRWiT-	16%
Turmstruktur	Weich: powprod.\$PJ (1.1_w20102) MD5 Hashsum "bdf19bf3e7018aaa20bfa073af74cebe" Starr: powprod.\$PJ (1.1_s20102) MD5 Hashsum "ca115b556ae02c64ea0ffbec5b08f9ea"	
Controller	DLL-Controller: Regler.dll MD5 Hashsum "dff3aacd29a5f43b3e25f91d4cc86262" Controller Input: E-138_EP3_HT_131_ES_C_0.4.9.Daten MD5 Hashsum "5dae0c7fda9aa531204598699978883b"	

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montagetoleranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattanstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.6 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	1000 kgm
Fehler des Blattanstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	-0.3°; 0°; +0.3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Durch Eisansatz verursachte Massenzunahmen an den Rotorblättern wurden nicht berücksichtigt.

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $k_{x,dyn}$	starr MN/m
Horizontale Drehfeder: $k_{\varphi,dyn}$	100000 MNm/rad / starr

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.8 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die ungekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Sie beziehen sich jeweils auf das isolierte Bauteil, das heißt, es findet bei der Berechnung der ungekoppelten Bauteileigenfrequenzen keine Interaktion mit weiteren im System befindlichen, schwingungsfähigen Komponenten statt. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische und starre Bodenfeder (Tabelle 4.7) sowie die Masse des Turmkopfes.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.527 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt - frei	1.250 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.813 Hz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt - frei	2.538 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.253 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.964 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.251 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.914 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	0.295 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	1.199 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	0.292 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	1.108 Hz

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA E-138 EP3, E-138 EP3-RB-01, NH 130.02 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-02)

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] und [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt. Da zur Zeit der Prüfung noch keine Beschreibung des Sicherheits- und Betriebsführungssystem vorlag, muss die Schnittstelle zwischen Lastrechnung und Sicherheits- und Betriebsführungssystem noch überprüft werden.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

- 5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik, Reglerparameter, kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.
- 5.2.2. Zusätzlich zu der durch unabhängige Nachrechnung geprüften Anlage, schließt diese Gutachtliche Stellungnahme auch Änderungen an der Anlage mit ein, die den Bedingungen aus Kapitel 3 entsprechen. Hierzu zählt auch das in Kapitel 3 genannte, überarbeitete Turmmodell.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind den Dokumenten [1.1.1] - [1.1.2] zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.1.1] beschriebenen Berechnungskoordinatensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet die Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.1].
- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.
- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.9. Bei Verwendung der Lastannahmen [1.1.1] für eine modifizierte Turmhöhe, wie in Kapitel 3 beschrieben, müssen Turm- und Fundamentlasten extrapoliert werden.

- 5.4.10. Die Betriebslasten aus [1.1.2] berücksichtigen keine Lasten für weniger als 1000 akkumulierte Zyklen.
- 5.4.11. Die bereits mit Revision 0 geprüften und mit Datum 16.10.2018 gestempelten Unterlagen behalten weiterhin ihre Gültigkeit.

6 Auflagen

- 6.1 Beim Verlassen der Anlage darf diese nicht mit einem arretierten Rotor und gleichzeitig deaktivierter Windnachführung zurückgelassen werden.
- 6.2 Die Anlage ist mit einem Eiserkennungssystem auszustatten, das einen Betrieb mit vereisten Rotorblättern ausschließt.
- 6.3 Bei Abweichungen von mehr als $\pm 5\%$ von der 1. Turmeigenfrequenz des in der Lastberechnung verwendeten Modells sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich.

7 Schlussfolgerung

Die in [1.1.1] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3, E-138 EP3-RB-01, NH 130.02 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-02) sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zur DIBt 2012 [2.1] (unter Berücksichtigung von [2.2]) und IEC [2.3] berechnet worden.

Sachverständiger:



M.Sc. Nils Kägeler

Freigegeben:



M.Sc. Konstantin Konkell

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage E-138 EP3
 RB E-138 EP3-RB-01, NH 130.078 m (E-138 EP3-ST-131-FB-C-01)
 DIBt WZ S, GK II

- Lastannahmen für Turm und Fundament -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8115920151-1 D V Rev.2

Gegenstand der Prüfung: Lastannahmen für Turm und Fundament für die Windenergieanlage E-138 EP3, Rotorblatt E-138 EP3-RB-01, Nabenhöhe 130.078 m (E-138 EP3-ST-131-FB-C-01) bezüglich der DIBt 2012 Windzone S, Geländekategorie II

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
 Dreekamp 5
 26605 Aurich
 Deutschland

Dokumentation: ENERCON GmbH
 Dreekamp 5
 26605 Aurich
 Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 11 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	08.03.2019	Erste Fassung	Simon Wiedemann
1	12.03.2019	„Die Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb“ wurde in Tabelle 4.4. korrigiert. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst.	Simon Wiedemann
2	22.08.2019	Formale Berichtsanpassungen. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst.	Nils Kägeler

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	3
2	Prüfgrundlagen	4
3	Einleitung	4
4	Beschreibung der Windenergieanlage	6
4.1	Umgebungsbedingungen	6
4.2	Sicherheitsklasse	7
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	7
5	Durchgeführte Prüfungen.....	9
5.1	Prüfmethode.....	9
5.2	Anmerkungen.....	10
5.3	Prüfergebnis.....	10
5.4	Schnittstellen	10
6	Auflagen.....	11
7	Schlussfolgerung	11

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

[1.1.1] ENERCON GmbH:

Zertifizierungslastbericht Turm,

“Lastenbericht, Turm E-138 EP3-ST-131-FB-C-01, Abdeckende Betriebs- und Extremlasten für den Turm, E-138 EP3-ST-131-FB-C-01 der WEA E-138 EP3 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 nach DIBt und IEC ”

Dokument-Nr.: D0783654-0c

Rev. 0c, Datum: 19.08.2019

[1.1.2] ENERCON GmbH:

Zertifizierungslastbericht Maschinenbaulasten,

“Lastenbericht, Maschinenbau E-138 EP3, Abdeckende Betriebs- und Extremlasten für den Maschinenbau E-138 EP3 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 nach DIBt und IEC”

Document-Nr: D0722965-3a

Rev. 3a, Datum: 19.08.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

[1.2.1] ENERCON GmbH:

Design Basis,

„Konstruktionsbasis, E-126 EP3, E-138 EP3“

Dokument-Nr: D0556048-5

Rev. 5, Datum: 26.03.2018

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

[1.2.2] ENERCON GmbH:

Zeitreihen, Regler (elektronisch erhalten),

Dateiname: Zeitreihen_E-138_EP3_ST_131_FB_C_01

Eingangsdatum: 31.01.2019

[1.2.3] ENERCON GmbH:

Windfelder (elektronisch erhalten),

Dateiname: Winde_E-138_EP3_ST_131_FB_C_01

Eingangsdatum: 31.01.2019

[1.2.4] ENERCON GmbH:

Bladed Projektdatei (elektronisch erhalten),

Dateiname: powprod

Eingangsdatum: 31.01.2019

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windkraftanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Stand: Oktober 2012 – korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter –
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen –
Windlasten: 2010-12
- [2.3] DIN EN 61400-1
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1, Ausgabe 2005 + Amendment 1, Ausgabe 2010)
Ausgabe August 2011

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung für Turm- und Fundamentlasten der Windenergieanlage (WEA) E-138 EP3, welche im folgenden Kapitel genauer beschrieben ist.

Mit Rev. 2 dieser Gutachtlichen Stellungnahme wurden formale Berichts Anpassungen umgesetzt. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand der DIBt 2012 [2.1] in Kombination mit der IEC 61400-1 Ed.3 [2.3] durchgeführt.

Die betrachtete Anlagenkonfiguration E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01 mit einer Nabenhöhe von 130.078 m (E-138 EP3-ST-131-FB-C-01) ist ausgestattet mit:

- Hinterkantenkamm (Serrations)
- Vortexgeneratoren (VG)
- Spezielle Rotorblattspitzen (Blade Tips)

Die Randbedingungen der Lastberechnung umfassen folgende klimatische Verhältnisse, die in Kapitel 4.1 näher beschrieben werden:

- Normaltemperaturbereich (NCV) gemäß [2.3] mit erweitertem Temperaturbereich im Betrieb

Die Prüfung der Lastberechnung umfasst die Prüfung der Lastfall- und Modelldefinition, eine unabhängige Analyse der Lasten sowie den Vergleich der eingereichten und parallel berechneten Lasten.

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.
- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichung der Anlagenmasse um bis zu $\pm 5\%$
 - Abweichung der Turmhöhe um bis zu $\pm 5\%$
 - Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105% der 1P Anregung bei Solldrehzahl.
 - Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90% - 105%] der 3P Anregung der Solldrehzahl
 - Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5% erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5% absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.

¹ Ausgehend von den in den hier vorliegenden Lastannahmen ausgewiesenen Werten.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

	DIBt WZ S GK II	IEC S
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	6.6 m/s	6.6 m/s
Zusätzlich für die Extremlasten: Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	7.46 m/s	7.5 m/s
Formparameter der Weibull-Funktion k	2	2
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit V_1 (10 Minuten Mittelwert)	30.15 m/s	30 m/s
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit V_{50} (10 Minuten Mittelwert)	37.69 m/s	37.5 m/s
Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	16 %	16 %
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2 m/s	2 m/s
Höhenexponent α (für EWM)	0.2 (0.16)	0.2 (0.11)
Zusätzlich berücksichtigter Höhenexponent α für die Lastfälle DLC1.1, DLC1.3 und DLC1.5	0.0	0.0
Upflow	8°	8°

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe 130.078 m

Die WEA-Klasse IEC S für diese Windenergieanlage besteht aus der IEC IIIA für Extremlasten und IEC Turbulenzkategorie A mit $V_{ave} = 6.6$ m/s für Betriebslasten des Turmes.

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.2 angegeben gültig.

	Luftdichte [kg/m ³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1.225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1.341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1.394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-40° C bis +40° C
Extremer Temperaturbereich	-40° C bis +50° C
Netzausfälle	20 Ausfälle / Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	nicht berücksichtigt

Auslegungslebensdauer	25 Jahre
-----------------------	----------

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] bzw. [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA E-138 EP3 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Elektrische Nennleistung	3500 kW
Turmtyp	E-138 EP3-ST-131-FB-C-01 (Stahlrohrturm)
Turmhöhe	128.243 m
Nabenhöhe	130.078 m
Rotorblatt	E-138 EP3-RB-01
Rotorblattlänge (mit Blattadapter, vorgebogen)	67.6 m
Rotorblattmasse (mit Blattadapter)	21629 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattadapteranschluss)	375517 kgm
Nominaler Rotordurchmesser	138.6 m
Rotorachsneigung	7°
Rotor-Konuswinkel	2.5° upwind
Rotornendrehzahl n_r	10.5 U/min
Rotorsolldrehzahl n_s^2	10.8 U/min
Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb $n_1 - n_3$	4.4 – 12.42 U/min
Getriebeübersetzung	direktgetrieben
Netzfrequenz	irrelevant
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}$	2.5 - 28 m/s
Nennwindgeschwindigkeit v_r	11.1 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA E-138 EP3, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

² Drehzahl auf die im Volllastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird.

	Dateiname	
Rotorblattstruktur	powprod.\$PJ (1.1_s20102) MD5 Hashsum "eb332aa65749e45fdb0f9a3132ef0d73"	
Aerodynamische Profile	Profilname	Dicken-Chordlängen-Verhältnis [%]
	Cylinder	100%
	EC145F_VG_-WoRWiT-	45%
	EC135F_VG_-WoRWiT-	35%
	EC135F-WoRWiT-	35%
	EC128-WoRWiT-	28%
	EC122-WoRWiT-	22%
	EC116-WoRWiT-	16%
Turmstruktur	Weich: powprod.\$PJ (1.1_w20102) MD5 Hashsum "d2d74ac34717e139d4b51f8fd82981f9"	
	Starr: powprod.\$PJ (1.1_s20102) MD5 Hashsum "eb332aa65749e45fdb0f9a3132ef0d73"	
Controller	DLL-Controller: Regler.dll MD5 Hashsum "dff3aacd29a5f43b3e25f91d4cc86262" Controller Input: EP3_E138__E-138_EP3_E2_ST_131_GRI_DW__0.4.9.Daten MD5 Hashsum "24f440f99ca5c63b9453aec103bbb3db"	

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montageteranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattanstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.6 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	1000 kgm
Fehler des Blattanstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	0°; +0.3°; -0.3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Durch Eisansatz verursachte Massenzunahmen an den Rotorblättern wurden nicht berücksichtigt.

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $k_{x,dyn}$	starr
Horizontale Drehfeder: $k_{\varphi,dyn}$	100000 MNm/rad starr

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.8 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die ungekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Sie beziehen sich jeweils auf das isolierte Bauteil, das heißt, es findet bei der Berechnung der ungekoppelten Bauteileigenfrequenzen keine Interaktion mit weiteren im System befindlichen, schwingungsfähigen Komponenten statt. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische und starre Bodenfeder (Tabelle 4.7) sowie die Masse des Turmkopfes.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.527 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt - frei	1.250 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.813 Hz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt - frei	2.538 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.153 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.947 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.152 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.862 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	fest eingespannt -frei, inkl. Turmkopfmasse	0.157 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	fest eingespannt -frei, inkl. Turmkopfmasse	0.977 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	fest eingespannt -frei, inkl. Turmkopfmasse	0.156 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	fest eingespannt -frei, inkl. Turmkopfmasse	0.886 Hz

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA E-138 EP3, E-138 EP3-RB-01, NH 130.078 m (E-138 EP3-ST-131-FB-C-01)

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] und [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Die Definition der Designlastfälle wurde unter Berücksichtigung der Design Basis [1.2.1] auf Vollständigkeit sowie auf Konformität mit der Richtlinie [2.1] und [2.3] überprüft.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

- 5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik, Reglerparameter kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.
- 5.2.2. Zusätzlich zu der durch unabhängige Nachrechnung geprüften Anlage, schließt diese Gutachtliche Stellungnahme auch Änderungen an der Anlage mit ein, die den Bedingungen aus Kapitel 3 entsprechen.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind dem Dokument [1.1.1] zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.1.1] beschriebenen Berechnungskoordinatensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet die Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.1].
- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.
- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.9. Bei Verwendung der Lastannahmen [1.1.1] für eine modifizierte Turmhöhe, wie in Kapitel 3 beschrieben, müssen Turm- und Fundamentlasten extrapoliert werden.
- 5.4.10. Die Betriebslasten aus [1.1.2] berücksichtigen keine Lasten für weniger als 1000 akkumulierte Zyklen.

5.4.11. Die bereits mit Revision 0 geprüften und mit Datum 08.03.2019 gestempelten Unterlagen behalten weiterhin ihre Gültigkeit.

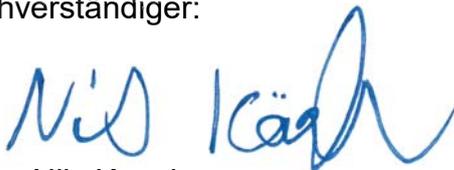
6 Auflagen

- 6.1 Beim Verlassen der Anlage darf diese nicht mit einem arretierten Rotor und gleichzeitig deaktivierter Windnachführung zurückgelassen werden.
- 6.2 Die Anlage ist mit einem Eiserkennungssystem auszustatten, das einen Betrieb mit vereisten Rotorblättern ausschließt.
- 6.3 Wenn die 1. Turmeigenfrequenz nicht im Bereich von +5% der 1. Turmeigenfrequenz "Starr" bis -5% der 1. Turmeigenfrequenz "Weich" liegt, sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich (siehe Kapitel 3).

7 Schlussfolgerung

Die in [1.1.1] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3, E-138 EP3-RB-01, NH 130.078 m (E-138 EP3-ST-131-FB-C-01) sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zur DIBt [2.1] (unter Berücksichtigung von [2.2]) und IEC 61400-1 Ed.3 [2.3] berechnet worden.

Sachverständiger:



M.Sc. Nils Kägeler

Freigegeben:



M.Sc. Konstantin Konkel

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage E-138 EP3
RB E-138 EP3-RB-01, NH 80.415 m (E-138 EP3-ST-81-FB-C-01 & E-138
EP3 E2-ST-81-FB-C-02)
DIBt WZ S, GK II

- Lastannahmen für Turm und Fundament -

TÜV NORD Bericht Nr.:	8115920151-1 D VI Rev.2
Gegenstand der Prüfung:	Lastannahmen für Turm und Fundament für die Windenergieanlage E-138 EP3, Rotorblatt E-138 EP3-RB-01, Nabenhöhe 80.415 m (E-138 EP3-ST-81-FB-C-01 & E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-02) bezüglich der DIBt 2012 Windzone S, Geländekategorie II
Anlagenhersteller:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Dokumentation:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 12 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	08.03.2019	Erste Fassung	Nils Kägeler
1	22.08.2019	Formale Berichtsanpassungen. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst.	Nils Kägeler
2	30.01.2020	Turm E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-02 hinzugefügt.	Konstantin Konkel

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	3
2	Prüfgrundlagen	4
3	Einleitung	4
4	Beschreibung der Windenergieanlage	6
4.1	Umgebungsbedingungen	6
4.2	Sicherheitsklasse	7
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	7
5	Durchgeführte Prüfungen.....	9
5.1	Prüfmethode.....	9
5.2	Anmerkungen.....	10
5.3	Prüfergebnis.....	10
5.4	Schnittstellen	10
6	Auflagen.....	11
7	Schlussfolgerung	12

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

- [1.1.1] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Turm,
"Lastenbericht, Turm E-138 EP3-ST-81-FB-C-01, Abdeckende Betriebs- und Extremlasten für den Turm, E-138 EP3-ST-81-FB-C-01 der WEA E-138 EP3 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 nach DIBt und IEC "
Dokument-Nr.: D0736523-0c
Rev. 0c, Datum: 19.08.2019
- [1.1.2] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Maschinenbaulasten,
"Lastenbericht, Maschinenbau E-138 EP3, Abdeckende Betriebs- und Extremlasten für den Maschinenbau E-138 EP3 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr: D0722965-3a
Rev. 3a, Datum: 19.08.2019
- [1.1.3] ENERCON GmbH:
Stellungnahme Turm C-02,
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation Frequenzvergleich"
Dokument-Nr.: D0879872-2
Rev. 2, Datum: 30.01.2020

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

- [1.2.1] ENERCON GmbH:
Design Basis,
„Konstruktionsbasis, E-126 EP3, E-138 EP3“
Dokument-Nr: D0556048-5
Rev. 5, Datum: 26.03.2018

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

- [1.2.2] ENERCON GmbH:
Zeitreihen, Regler (elektronisch erhalten),
Dateiname: Zeitreihen_E-138_EP3_ST_81_FB_C_01
Eingangsdatum: 31.01.2019
- [1.2.3] ENERCON GmbH:
Windfelder (elektronisch erhalten),
Dateiname: Winde_E-138_EP3_ST_81_FB_C_01
Eingangsdatum: 31.01.2019

- [1.2.4] ENERCON GmbH:
Bladed Projektdatei (elektronisch erhalten),
Dateiname: powprod
Eingangsdatum: 31.01.2019

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windkraftanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Stand: Oktober 2012 – korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter –
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen –
Windlasten: 2010-12
- [2.3] DIN EN 61400-1
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1, Ausgabe 2005 + Amendment 1, Ausgabe 2010)
Ausgabe August 2011

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung für Turm- und Fundamentlasten der Windenergieanlage (WEA) E-138 EP3, welche im folgenden Kapitel genauer beschrieben ist. Die geforderte Lastextrapolation nach [2.3] ist in [1.1.2] dargestellt.

Mit Rev. 1 dieser Gutachtlichen Stellungnahme wurden formale Berichts Anpassungen umgesetzt. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst.

Mit Rev. 2 dieser Gutachtlichen Stellungnahme wurde der Turm E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-02 hinzugefügt.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand der DIBt 2012 [2.1] in Kombination mit der IEC 61400-1 Ed.3 [2.3] durchgeführt.

Die betrachtete Anlagenkonfiguration E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01 mit einer Nabenhöhe von 80.415 m (E-138 EP3-ST-81-FB-C-01 & E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-02) ist ausgestattet mit:

- Hinterkantenkamm (Serrations)
- Vortexgeneratoren (VG)
- Rotorblattspitzen (Blade Tips)

Die Randbedingungen der Lastberechnung umfassen folgende klimatische Verhältnisse, die in Kapitel 4.1 näher beschrieben werden:

- Normaltemperaturbereich (NCV) gemäß [2.3] mit erweitertem Temperaturbereich im Betrieb

Die Prüfung der Lastberechnung umfasst die Prüfung der Lastfall- und Modelldefinition, eine unabhängige Analyse der Lasten sowie den Vergleich der eingereichten und parallel berechneten Lasten.

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.
- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichung der Anlagenmasse um bis zu $\pm 5\%$
 - Abweichung der Turmhöhe um bis zu $\pm 5\%$
 - Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105% der 1P Anregung bei Solldrehzahl.
 - Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90% - 105%] der 3P Anregung der Solldrehzahl
 - Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5% erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5% absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.

¹ Ausgehend von den in den hier vorliegenden Lastannahmen ausgewiesenen Werten.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

	DIBt WZ S GK II	IEC S
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	6.6 m/s	6.6 m/s
Zusätzlich für die Extremlasten: Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	6.91 m/s	7.5 m/s
Formparameter der Weibull-Funktion k	2	2
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit V_1 (10 Minuten Mittelwert)	27.92 m/s	30 m/s
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit V_{50} (10 Minuten Mittelwert)	34.90 m/s	37.5 m/s
Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	16 %	16 %
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2 m/s	2 m/s
Höhenexponent α (für EWM)	0.2 (0.16)	0.2 (0.11)
Zusätzlich berücksichtigter Höhenexponent α für die Lastfälle DLC1.1, DLC1.3 und DLC1.5	0.0	0.0
Upflow	8°	8°

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe 80.415 m

Die WEA-Klasse IEC S für diese Windenergieanlage besteht aus der IEC IIIA für Extremlasten und IEC Turbulenzkategorie A mit $V_{ave} = 6.6$ m/s für Betriebslasten des Turmes.

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.2 angegeben gültig.

	Luftdichte [kg/m ³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1.225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1.341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1.394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-40° C bis +40° C
Extremer Temperaturbereich	-40° C bis +50° C
Netzausfälle	20 Ausfälle / Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	nicht berücksichtigt
Auslegungslbensdauer	25 Jahre

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] bzw. [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA E-138 EP3 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Maximale elektrische Nennleistung	3500 kW
Turmtyp	E-138 EP3-ST-81-FB-C-01 (& E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-02) (Stahlrohrturm)
Turmhöhe	78.58 m
Nabenhöhe	80.415 m
Rotorblatt	E-138 EP3-RB-01
Rotorblattlänge (mit Blattadapter, vorgebogen)	67.6 m
Rotorblattmasse (mit Blattadapter)	21629 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattadapteranschluss)	375517 kgm
Nominaler Rotordurchmesser	138.6 m
Rotordurchmesser (inkl. Vorbiegung und Konuswinkel)	138.25 m
Rotorachsneigung	7°
Rotor-Konuswinkel	2.5° upwind
Rotornennendrehzahl n_r	10.5 U/min
Rotorsolldrehzahl n_s^2	10.8 U/min
Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb $n_1 - n_3$	4.4 - 12.42 U/min
Getriebeübersetzung	direktgetrieben

² Drehzahl auf die im Vollastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird.

Netzfrequenz	irrelevant
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}^3$	2.5 - 28 m/s
Nennwindgeschwindigkeit v_r	11.1 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA E-138 EP3, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

	Dateiname	
Rotorblattstruktur	powprod.\$PJ (1.1_s20102) MD5 Hashsum "453a0b5466ccbb0c81e7ec3553471327"	
Aerodynamische Profile	Profilname	Dicken-Chordlängen-Verhältnis [%]
	Cylinder	100
	EC145F_VG_-WoRWiT-	45
	EC135F_VG_-WoRWiT-	35
	EC135F-WoRWiT-	35
	EC128-WoRWiT-	28
	EC122-WoRWiT-	22
	EC116-WoRWiT-	16
Turmstruktur	Weich: powprod.\$PJ (1.1_w20102) MD5 Hashsum "42177a80f43cfda7713473863de9a70f"	
	Starr: powprod.\$PJ (1.1_s20102) MD5 Hashsum "453a0b5466ccbb0c81e7ec3553471327"	
Controller	DLL-Controller: Regler.dll MD5 Hashsum "dff3aacd29a5f43b3e25f91d4cc86262" Controller Input: E-138_EP3_ST_80_FB_C_01_0.4.9_PA3.Daten MD5 Hashsum "2c3a9020d9619950660f507798551206"	

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montagetoleranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattanstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.6 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	1000 kgm
Fehler des Blattanstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	0°; +0.3°; -0.3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Durch Eisansatz verursachte Massenzunahmen an den Rotorblättern wurden nicht berücksichtigt.

³ Start der Sturmregelung bei 22 m/s

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $k_{x,dyn}$	starr
Horizontale Drehfeder: $k_{\phi,dyn}$	100000 MNm/rad / starr

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.8 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die ungekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Sie beziehen sich jeweils auf das isolierte Bauteil, das heißt, es findet bei der Berechnung der ungekoppelten Bauteileigenfrequenzen keine Interaktion mit weiteren im System befindlichen, schwingungsfähigen Komponenten statt. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische und starre Bodenfeder (Tabelle 4.7) sowie die Masse des Turmkopfes.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.527 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt - frei	1.250 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.813 Hz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt - frei	2.538 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.302 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.660 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.298 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.437 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	fest eingespannt -frei, inkl. Turmkopfmasse	0.313 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	fest eingespannt -frei, inkl. Turmkopfmasse	1.713 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	fest eingespannt -frei, inkl. Turmkopfmasse	0.308 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	fest eingespannt -frei, inkl. Turmkopfmasse	1.453 Hz

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA E-138 EP3, E-138 EP3-RB-01, NH 80.415 m (E-138 EP3-ST-81-FB-C-01)

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] und [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Die Definition der Designlastfälle wurde unter Berücksichtigung der Design Basis [1.2.1] auf Vollständigkeit sowie auf Konformität mit der Richtlinie [2.1] und [2.3] überprüft.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

- 5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik, Reglerparameter kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.
- 5.2.2. Zusätzlich zu der durch unabhängige Nachrechnung geprüften Anlage, schließt diese Gutachtliche Stellungnahme auch Änderungen an der Anlage mit ein, die den Bedingungen aus Kapitel 3 entsprechen.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind den Dokumenten [1.1.1] - [1.1.3] zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.1.1] beschriebenen Berechnungskoordinatensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet die Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.1].

- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.
- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.9. Bei Verwendung der Lastannahmen [1.1.1] für eine modifizierte Turmhöhe, wie in Kapitel 3 beschrieben, müssen Turm- und Fundamentlasten extrapoliert werden.
- 5.4.10. Die Betriebslasten aus [1.1.2] berücksichtigen keine Lasten für weniger als 1000 akkumulierte Zyklen.
- 5.4.11. Die geprüften Unterlagen /1.1/ wurden mit Prüfvermerk und Datumskennzeichnung versehen. Die bereits mit Revision 0 geprüften und gestempelten Unterlagen [1.1.1] - [1.1.2] behalten weiterhin ihre Gültigkeit.

6 Auflagen

- 6.1 Beim Verlassen der Anlage darf diese nicht mit einem arretierten Rotor und gleichzeitig deaktivierter Windnachführung zurückgelassen werden.
- 6.2 Die Anlage ist mit einem Eiserkennungssystem auszustatten, das einen Betrieb mit vereisten Rotorblättern ausschließt.
- 6.3 Wenn die 1. Turmeigenfrequenz nicht im Bereich von +5% der 1. Turmeigenfrequenz "Starr" bis -5% der 1. Turmeigenfrequenz "Weich" liegt, sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich (siehe Kapitel 3).

7 Schlussfolgerung

Die in [1.1.1] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3, E-138 EP3-RB-01, NH 80.415 m (E-138 EP3-ST-81-FB-C-01 & E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-02) sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zur DIBt [2.1] (unter Berücksichtigung von [2.2]) und IEC 61400-1 Ed.3 [2.3] berechnet worden.

Sachverständiger:



M.Sc. Konstantin Konkel

Freigegeben:



Dr. rer. nat. Julia Hinkel

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage E-138 EP3
 RB E-138 EP3-RB-01, NH 160.0 m (E-138 EP3-HT-160-ES-C-01)
 DIBt WZ 2, GK II

- Lastannahmen für Turm und Fundament-

TÜV NORD Bericht Nr.:	8115920151-1 D VII Rev.0
Gegenstand der Prüfung:	Lastannahmen für Turm und Fundament für die Windenergieanlage E-138 EP3, Rotorblatt E-138 EP3-RB-01, Nabenhöhe 160.0 m (E-138 EP3-HT-160-ES-C-01) bezüglich der DIBt 2012 Windzone 2, Geländekategorie II
Anlagenhersteller:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Dokumentation:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 11 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	22.08.2019	Erste Fassung	Nils Kägeler

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	3
2	Prüfgrundlagen	3
3	Einleitung	4
4	Beschreibung der Windenergieanlage	5
4.1	Umgebungsbedingungen	5
4.2	Sicherheitsklasse	6
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	7
5	Durchgeführte Prüfungen.....	9
5.1	Prüfmethode.....	9
5.2	Anmerkungen.....	9
5.3	Prüfergebnis.....	10
5.4	Schnittstellen	10
6	Auflagen.....	11
7	Schlussfolgerung	11

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

- [1.1.1] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Turm,
“Lastenbericht, Turm E-138 EP3-HT-160-ES-C-01, Abdeckende Betriebs- und
Extremlasten für den Turm, E-138 EP3-HT-160-ES-C-01 der WEA E-138 EP3
mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 nach DIBt und IEC”
Dokument-Nr.: D0736519-0a
Rev. 0a, Datum: 19.08.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

- [1.2.1] ENERCON GmbH:
Design Basis,
“Konstruktionsbasis, E-126 EP3, E-138 EP3”
Dokument-Nr: D0556048-5
Rev. 5, Datum: 26.03.2018

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

- [1.2.2] ENERCON GmbH:
Zeitreihen, Regler (elektronisch erhalten),
Dateiname: Zeitreihen
Eingangsdatum: 10.07.2019
- [1.2.3] ENERCON GmbH:
Windfelder (elektronisch erhalten),
Dateiname: Winde
Eingangsdatum: 10.07.2019
- [1.2.4] ENERCON GmbH:
Bladed Projektdatei (elektronisch erhalten),
Dateiname: powprod
Eingangsdatum: 10.07.2019

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015

- [2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten: 2010-12
- [2.3] DIN EN 61400-1
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1, Ausgabe 2005 + Amendment 1, Ausgabe 2010)
Ausgabe August 2011

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung für Turm und Fundamentlasten der Windenergieanlage (WEA) E-138 EP3, welche im folgenden Kapitel genauer beschrieben ist.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand der DIBt [2.1] in Kombination mit der IEC 61400-1 Ed.3 [2.3] durchgeführt.

Die betrachtete Anlagenkonfiguration E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01 mit einer Nabenhöhe von 160.0 m (E-138 EP3-HT-160-ES-C-01) ist ausgestattet mit:

- Hinterkantenkamm (Serrations)
- Vortexgeneratoren (VG)
- Rotorblattspitzen (Blade Tips)

Die Randbedingungen der Lastberechnung umfassen folgende klimatische Verhältnisse, die in Kapitel 4.1 näher beschrieben werden:

- Normaltemperaturbereich (NCV) gemäß [2.3]

Die Prüfung der Lastberechnung umfasst die Prüfung der Lastfall- und Modelldefinition, eine unabhängige Analyse der Lasten sowie den Vergleich der eingereichten und parallel berechneten Lasten.

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.

- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichung der Anlagenmasse um bis zu $\pm 5\%$
 - Abweichung der Turmhöhe um bis zu $\pm 5\%$
 - Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105% der 1P Anregung bei Solldrehzahl.
 - Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90% - 105%] der 3P Anregung der Solldrehzahl
 - Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5% erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5% absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.

Zusätzlich zum Turmmodell „E-138 EP3-HT-131-ES-C-02“ ist auch das das Turmmodell „E-138 EP3-HT-131-ES-C-02 (ÜBERARBEITET)“, beschrieben in [1.1.1], durch diese Gutachtliche Stellungname abgedeckt.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

¹ Ausgehend von den in den hier vorliegenden Lastannahmen ausgewiesenen Werten.

	DIBt WZ 2 GK II	IEC III A
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	7.71 m/s	7.5 m/s
Formparameter der Weibull-Funktion k	2	2
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit V_1 (10 Minuten Mittelwert)	31.17 m/s	30.00 m/s
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit V_{50} (10 Minuten Mittelwert)	38.96 m/s	37.50 m/s
Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	0.16	0.16
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2 m/s	2 m/s
Höhenexponent α (für EWM)	0.2 (0.16)	0.2 (0.11)
Zusätzlich berücksichtigter Höhenexponent α für die Lastfälle DLC1.1, DLC1.3 und DLC1.5	0.0	0.0
Upflow	8°	8°

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe 160.0 m

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.2 angegeben gültig.

	Luftdichte [kg/m³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1.225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1.341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1.394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-40° C bis +40° C
Extremer Temperaturbereich	-40° C bis +50° C
Netzausfälle	20 Ausfälle / Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	nicht berücksichtigt
Auslegungsliebendauer	25 Jahre

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] bzw. [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA E-138 EP3 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Elektrische Nennleistung	3500 kW
Turmtyp	E-138 EP3-HT-160-ES-C-01 (Stahlrohr-Beton-Hybridturm)
Turmhöhe	158.2 m
Nabenhöhe	160.0 m
Rotorblatt	E-138 EP3-RB-01
Rotorblattlänge	67.6 m
Rotorblattmasse (inkl. Blattadapter)	21629 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattadapteranschluss)	375517 kgm
Nominaler Rotordurchmesser	138.6 m
Rotorachsneigung	7°
Rotor-Konuswinkel	-2.5°
Rotornendrehzahl n_r	10.5 U/min
Rotorsolldrehzahl n_s^2	10.8 U/min
Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb $n_1 - n_3$	4.4 - 12.42 U/min
Getriebeübersetzung	direktgetrieben
Netzfrequenz	irrelevant
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}$	2 - 28 m/s
Nennwindgeschwindigkeit v_r	11.1 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA E-138 EP3, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

	Dateiname	
Rotorblattstruktur	powprod.\$PJ (1.1_s20102) MD5 Hashsum "86dfda0bac162b2c3ec07979bfff6d5c "	
Aerodynamische Profile	Profilname	Dicken-Chordlängen-Verhältnis [%]
	Cylinder	100%
	EC145F_VG_-WoRWiT-	45%
	EC135F_VG_-WoRWiT-	35%
	EC135F-WoRWiT-	35%
	EC128-WoRWiT-	28%

² Drehzahl auf die im Vollastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird

	EC122-WoRWiT-	22%
	EC116-WoRWiT-	16%
Turmstruktur	Weich: powprod.\$PJ (1.1_w20102) MD5 Hashsum "d13b2b003e180ff6ec50c1b5e62a3fd1" Starr: powprod.\$PJ (1.1_s20102) MD5 Hashsum "86dfda0bac162b2c3ec07979bfff6d5c "	
Controller	DLL-Controller: Regler.dll MD5 Hashsum "dff3aacd29a5f43b3e25f91d4cc86262" Controller Input: Regler_E-138_EP3_HT_160_ES_C_01.Daten MD5 Hashsum " 6156332ed5cb478002f9323694c37908"	

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montagetoleranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattanstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.6 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	1000 kgm
Fehler des Blattanstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	-0.3°; 0°; +0.3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Durch Eisansatz verursachte Massenzunahmen an den Rotorblättern wurden nicht berücksichtigt.

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $k_{x,dyn}$	starr MN/m
Horizontale Drehfeder: $k_{\varphi,dyn}$	210000 MNm/rad / starr

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.8 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die ungekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Sie beziehen sich jeweils auf das isolierte Bauteil, das heißt, es findet bei der Berechnung der ungekoppelten Bauteileigenfrequenzen keine Interaktion mit weiteren im System befindlichen, schwingungsfähigen Komponenten statt. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische und starre Bodenfeder (Tabelle 4.7) sowie die Masse des Turmkopfes.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.527 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt - frei	1.250 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.813 Hz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt - frei	2.538 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.212 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.814 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.210 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.782 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	0.225 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	0.938 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	0.223 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	fest eingespannt – frei, inkl. Turmkopfmasse	0.890 Hz

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA E-138 EP3, E-138 EP3-RB-01, NH 160.0 m (E-138 EP3-HT-160-ES-C-01)

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] und [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt. Da zur Zeit der Prüfung noch keine Beschreibung des Sicherheits- und Betriebsführungssystem vorlag, muss die Schnittstelle zwischen Lastrechnung und Sicherheits- und Betriebsführungssystem noch überprüft werden.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik, Reglerparameter, kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.

5.2.2. Zusätzlich zu der durch unabhängige Nachrechnung geprüften Anlage, schließt diese Gutachtliche Stellungnahme auch Änderungen an der Anlage mit ein, die den Bedingungen aus Kapitel 3 entsprechen. Hierzu zählt auch das in Kapitel 3 genannte, überarbeitete Turmmodell.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind dem Dokument [1.1.1] zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.1.1] beschriebenen Berechnungskoordinatensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet die Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.1].
- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.
- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.9. Die geprüfte Unterlage [1.1.1] wurden mit Prüfvermerk und Datumskennzeichnung versehen.
- 5.4.10. Bei Verwendung der Lastannahmen [1.1.1] für eine modifizierte Turmhöhe, wie in Kapitel 3 beschrieben, müssen Turm- und Fundamentlasten extrapoliert werden.

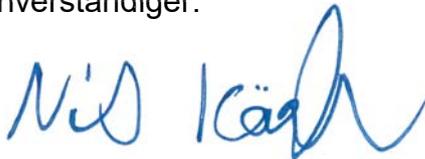
6 Auflagen

- 6.1 Beim Verlassen der Anlage darf diese nicht mit einem arretierten Rotor und gleichzeitig deaktivierter Windnachführung zurückgelassen werden.
- 6.2 Die Anlage ist mit einem Eiserkennungssystem auszustatten, das einen Betrieb mit vereisten Rotorblättern ausschließt.
- 6.3 Bei Abweichungen von mehr als $\pm 5\%$ von der 1. Turmeigenfrequenz des in der Lastberechnung verwendeten Modells sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich.

7 Schlussfolgerung

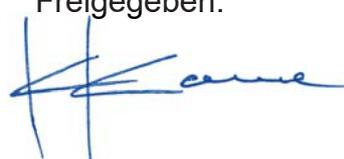
Die in [1.1.1] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3, E-138 EP3-RB-01, NH 160.0 m (E-138 EP3-HT-160-ES-C-01) sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zur DIBt 2012 [2.1] (unter Berücksichtigung von [2.2]) und IEC [2.3] berechnet worden.

Sachverständiger:



M.Sc. Nils Kägeler

Freigegeben:



M.Sc. Konstantin Konkel

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01,
verschiedene NH, DIBt WZ 2 GK II

- Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau -

TÜV NORD Bericht Nr.:	8115920151-1 D IV Rev.5
Gegenstand der Prüfung:	Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau für die Windenergieanlage E-138 EP3, Rotorblatt E-138 EP3-RB-01, verschiedene Nabenhöhen bezüglich der DIBt 2012
Anlagenhersteller:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Dokumentation:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 14 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	16.10.2018	Erste Fassung	Konstantin Konkel
1	18.12.2018	Hinzugefügte und überarbeitete Anlagenkonfigurationen: Anpassung aller dazugehöriger Unterlagen und Daten; formale Berichts Anpassungen	Nils Kägeler
2	08.03.2019	Hinzugefügte und überarbeitete Anlagenkonfigurationen: Anpassung aller dazugehöriger Unterlagen und Daten; formale Berichts Anpassungen	Simon Wiedemann
3	12.03.2019	„Die Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb“ wurde in Tabelle 4.4. korrigiert. Die geprüften Lasten sind von dieser Änderung nicht beeinflusst. Die Referenzen zu den Gutachtlichen Stellungnahmen für die Turmlasten wurden entsprechend angepasst.	Simon Wiedemann
4	22.08.2019	Hinzugefügte Anlagenkonfiguration; Formale Berichts Anpassungen	Nils Kägeler
5	30.01.2020	Aktualisierung des Turmlastberichts [1.2.6].	Konstantin Konkel

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	4
1.1	Geprüfte Dokumente	4
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	5
2	Prüfgrundlagen	6
3	Einleitung	7
4	Beschreibung der Windenergieanlage	8
4.1	Umgebungsbedingungen	8
4.2	Sicherheitsklasse	9
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	9
5	Durchgeführte Prüfungen.....	12
5.1	Prüfmethode.....	12
5.2	Anmerkungen.....	12
5.3	Prüfergebnis.....	12
5.4	Schnittstellen	13
6	Auflagen.....	13
7	Schlussfolgerung	14

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

- [1.1.1] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Maschinenbaulasten,
„Lastenbericht, Maschinenbau E-138 EP3, Abdeckende Betriebs- und
Extremlasten für den Maschinenbau E-138 EP3 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-
RB-01 nach DIBt und IEC“
Dokument-Nr.: D0722965-3a
Rev. 3a, Datum: 19.08.2019
- [1.1.2] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht mit Blattlastbeschreibung,
„Lastenbericht Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 Abdeckende Lasten
für das Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 mit dem Maschinenbau E-138 EP3
nach DIBt und IEC“
Dokument-Nr.: D0722969-3a
Rev. 3a, Datum: 19.08.2019
- [1.1.3] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht mit Blatt-Betriebslasten,
„Betriebslastenbericht Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 Abdeckende Betriebslasten
für das Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 mit dem Maschinenbau E-138 EP3
nach DIBt und IEC“
Dokument-Nr.: D0722967-3a
Rev. 3a, Datum: 19.08.2019
- [1.1.4] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht mit Blatt-Extremlasten,
„Extremlastenbericht Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 Abdeckende Extremlasten
für das Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 mit dem Maschinenbau E-138 EP3
nach DIBt und IEC“
Dokument-Nr.: D0722968-3a
Rev. 3a, Datum: 19.08.2019
- [1.1.5] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht für Blattanbauteile,
„Lastenbericht der Anbauteile Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 Abdeckende
Betriebs- und Extremlasten der Anbauteile für das Rotorblatt E-138 EP3-RB-01
mit dem Maschinenbau E-138 EP3 nach DIBt und IEC“
Dokument-Nr.: D0736544-0d
Rev. 0d, Datum: 19.08.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

- [1.2.1] ENERCON GmbH:
Design Basis,
"Konstruktionsbasis, E-126 EP3, E-138 EP3"
Dokument-Nr: D0556048-5
Rev. 5, Datum: 26.03.2018

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

- [1.2.2] TÜV NORD:
Gutachtliche Stellungnahme Turmlasten E-138 EP3-HT-131-ES-C-02
„Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-
RB-01, NH 130.02 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-02) DIBt WZ 2, GK II
- Lastannahmen für Turm und Fundament -“
TÜV NORD Bericht Nr.: 8115920151-1 D III
Rev. 2, Datum: 22.08.2019
- [1.2.3] TÜV NORD:
Gutachtliche Stellungnahme Turmlasten E-138 EP3-HT-131-ES-C-01
“Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-
RB-01, NH 130.54 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-01) DIBt WZ 2, GK II -
Lastannahmen für Turm und Fundament -“
TÜV NORD Bericht Nr.: 8115022604-1 D I
Rev. 3, Datum: 22.08.2019
- [1.2.4] TÜV NORD:
Gutachtliche Stellungnahme Turmlasten E-138 EP3-ST-111-FB-C-01
“Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-
RB-01, NH 109.965 m (E-138 EP3-ST-111-FB-C-01), DIBT WZ S, GK S -
Lastannahmen für Turm und Fundament -“
TÜV NORD Bericht Nr.: 8115022604-1 D II
Rev. 2, Datum: 22.08.2019
- [1.2.5] TÜV NORD:
Gutachtliche Stellungnahme Turmlasten E-138 EP3-ST-131-FB-C-01,
“Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-
RB-01, NH 130.078 m (E-138 EP3-ST-131-FB-C-01), DIBt WZ S, GK II -
Lastannahmen für Turm und Fundament -“
TÜV NORD Bericht Nr.: 8115920151-1 D V
Rev. 2, Datum: 22.08.2019

[1.2.6] TÜV NORD:

Gutachtliche Stellungnahme Turmlasten E-138 EP3-ST-81-FB-C-01 & E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-02,

“Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01, NH 80.415 m (E-138 EP3-ST-81-FB-C-01 & E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-02), DIBt WZ S, GK II - Lastannahmen für Turm und Fundament - “

TÜV NORD Bericht Nr.: 8115920151-1 D VI

Rev. 2, Datum: 30.01.2020

[1.2.7] TÜV NORD:

Gutachtliche Stellungnahme Turmlasten E-138 EP3-HT-160-ES -C-01,

“Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01, NH 160.0 m (E-138 EP3-HT-160-ES-C-01), DIBt WZ 2, GK II - Lastannahmen für Turm und Fundament - “

TÜV NORD Bericht Nr.: 8115920151-1 D VII

Rev. 0, Datum: 22.08.2019

2 Prüfgrundlagen

[2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windenergieanlagen Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung, Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015

[2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten: 2010-12

[2.3] DIN EN 61400-1
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1, Ausgabe 2005 + Amendment 1, Ausgabe 2010)
Ausgabe August 2011

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung für Maschinenbau- und Rotorblattlasten, sowie Lasten von Rotorblatt-Anbauteilen, der Windenergieanlage (WEA) E-138 EP3, welche im folgenden Kapitel und den Gutachtlichen Stellungnahmen der Turmlasten [1.2.2] - [1.2.7] genauer beschrieben sind. Die geprüften Unterlagen [1.1.1] - [1.1.5] beinhalten hierbei die Lasten verschiedener Nabenhöhen. Eine genaue Beschreibung der jeweiligen WEA inkl. Turm und Fundament ist in den Gutachtlichen Stellungnahmen der Turmlasten [1.2.2] - [1.2.7] zu entnehmen. Die diesem Bericht zugrundeliegenden Nabenhöhen basieren teilweise auf unterschiedlichen Umgebungsbedingungen und Anlagenparametern. Die entsprechenden Werte sind hierfür jeweils den Gutachtlichen Stellungnahmen [1.2.2] - [1.2.7] zu entnehmen.

Mit Rev. 4 dieser Gutachtlichen Stellungnahme wurde eine Anlagenkonfiguration hinzugefügt und formale Berichts Anpassungen umgesetzt.

Mit Rev.5 dieser Gutachtlichen Stellungnahme wurde das Turmlastdokument [1.2.6] aktualisiert.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand der DIBt [2.1] in Kombination mit der IEC 61400-1 Ed.3 [2.3] durchgeführt.

Die betrachtete Anlagenkonfiguration E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01 ist ausgestattet mit:

- Hinterkantenkamm (Serrations)
- Vortexgeneratoren (VG)
- Spezielle Rotorblattspitzen (Blade Tips)

Die Randbedingungen der Lastberechnung umfassen folgende klimatische Verhältnisse, die in Kapitel 4.1 näher beschrieben werden:

- Normaltemperaturbereich (NCV) gemäß [2.3] mit erweitertem Temperaturbereich im Betrieb

Die Prüfung der Lastberechnung umfasst die Prüfung der Lastfall- und Modelldefinition, eine unabhängige Analyse der Lasten sowie den Vergleich der eingereichten und parallel berechneten Lasten.

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.

- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichung der Anlagenmasse um bis zu $\pm 5\%$
 - Abweichung der Turmhöhe um bis zu $\pm 5\%$
 - Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105% der 1P Anregung bei Solldrehzahl.
 - Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90% - 105%] der 3P Anregung der Solldrehzahl
 - Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5% erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5% absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

	DIBt WZ 2 GK II	IEC IIIA
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	siehe [1.2.2] - [1.2.7]	7.5 m/s
Formparameter der Weibull-Funktion k	2	2
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit V_1 (10 Minuten Mittelwert)	siehe [1.2.2] - [1.2.7]	30.00 m/s
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit V_{50} (10 Minuten Mittelwert)	siehe [1.2.2] - [1.2.7]	37.50 m/s

¹ Ausgehend von den in den hier vorliegenden Lastannahmen ausgewiesenen Werten.

Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	16 %	16 %
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2 m/s	2 m/s
Höhenexponent α (für EWM)	0.2 (0.16)	0.2 (0.11)
Zusätzlich berücksichtigter Höhenexponent α für die Lastfälle DLC1.1, DLC1.3 und DLC1.5	0.0	0.0
Upflow	8°	8°

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.2 angegeben gültig.

	Luftdichte [kg/m ³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1.225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1.341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1.394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-40° C bis +40° C
Extremer Temperaturbereich	-40° C bis +50° C
Netzausfälle	20 Ausfälle / Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	nicht berücksichtigt
Auslegungslbensdauer	25 Jahre

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] bzw. [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA E-138 EP3 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Maximale elektrische Nennleistung	3500 kW
Turmtyp	siehe [1.2.2] - [1.2.7]
Turmhöhe	siehe [1.2.2] - [1.2.7]
Nabenhöhe	siehe [1.2.2] - [1.2.7]
Rotorblatt	E-138 EP3-RB-01
Rotorblattlänge	67.6 m
Rotorblattmasse (inkl. Blattadapter)	21629 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattadapteranschluss)	375517 kgm
Nominaler Rotordurchmesser	138.6 m
Rotordurchmesser (inkl. Vorbiegung und Konuswinkel)	138.25 m
Rotorachsneigung	7°
Rotor-Konuswinkel	-2.5°
Rotornendrehzahl n_r	10.5 U/min
Rotorsolldrehzahl n_s^2	10.8 U/min
Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb $n_1 - n_3$	4.4 - 12.42 U/min
Getriebeübersetzung	direktgetrieben
Netzfrequenz	irrelevant
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}$	2.5 - 28 m/s
Nennwindgeschwindigkeit v_r	11.1 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA E-138 EP3, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

	Dateiname	
Rotorblattstruktur	powprod.\$PJ (1.1_s20102 aus Zeitreihen_E-138_EP3_ST_131_FB_C_01) MD5 Hashsum "eb332aa65749e45fdb0f9a3132ef0d73"	
Aerodynamische Profile	Profilname	Dicken-Chordlängen-Verhältnis [%]
	Cylinder	100%
	EC145F_VG_-WoRWiT-	45%
	EC135F_VG_-WoRWiT-	35%
	EC135F-WoRWiT-	35%
	EC128-WoRWiT-	28%
	EC122-WoRWiT-	22%
EC116-WoRWiT-	16%	
Turmstruktur	siehe [1.2.2] - [1.2.7]	
Controller	siehe [1.2.2] - [1.2.7]	

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

² Drehzahl auf die im Volllastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montagetoleranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.6 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	1000 kgm
Fehler des Blattstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	-0.3°; 0°; +0.3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Durch Eisansatz verursachte Massenzunahmen an den Rotorblättern wurden nicht berücksichtigt.

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $k_{x,dyn}$	starr MN/m
Horizontale Drehfeder: $k_{\varphi,dyn}$	siehe [1.2.2] - [1.2.7]

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.8 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die ungekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Sie beziehen sich jeweils auf das isolierte Bauteil, das heißt, es findet bei der Berechnung der ungekoppelten Bauteileigenfrequenzen keine Interaktion mit weiteren im System befindlichen, schwingungsfähigen Komponenten statt. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische und starre Bodenfeder (Tabelle 4.7) sowie die Masse des Turmkopfes.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.527 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt - frei	1.250 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.813 Hz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt - frei	2.538 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.7]
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.7]
Turm, Biegung side-side	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.7]
Turm, Biegung side-side	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.7]
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.7]
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.7]
Turm, Biegung side-side	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.7]
Turm, Biegung side-side	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.7]

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA E-138 EP3, E-138 EP3-RB-01, verschiedene NH

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] und [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

- 5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik, Reglerparameter, kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.
- 5.2.2. Zusätzlich zu der durch unabhängige Nachrechnung geprüften Anlage, schließt diese Gutachtliche Stellungnahme auch Änderungen an der Anlage mit ein, die den Bedingungen aus Kapitel 3 entsprechen.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind den Dokumenten [1.1.1] - [1.1.5] zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.1.1] - [1.1.5] beschriebenen Berechnungskoordinatensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet keine Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.1]. Dies erfolgte bereits in den Prüfungen der Turmlasten [1.2.2] - [1.2.7].
- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.
- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.9. Die geprüften Unterlagen [1.1.1] - [1.1.5] wurden mit Prüfvermerk und Datumskennzeichnung versehen. Die gestempelten Unterlagen der Revision 4 bleiben weiterhin gültig.
- 5.4.10. Die Betriebslasten aus [1.1.1] berücksichtigen keine Lasten für weniger als 1000 akkumulierte Zyklen.

6 Auflagen

- 6.1 Beim Verlassen der Anlage darf diese nicht mit einem arretierten Rotor und gleichzeitig deaktivierter Windnachführung zurückgelassen werden.
- 6.2 Die Anlage ist mit einem Eiserkennungssystem auszustatten, das einen Betrieb mit vereisten Rotorblättern ausschließt.
- 6.3 Wenn die 1. Turmeigenfrequenz nicht im Bereich von +5% der 1. Turmeigenfrequenz "Starr" bis -5% der 1. Turmeigenfrequenz "Weich" liegt, sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich (siehe Kapitel 3).

7 Schlussfolgerung

Die in [1.1.1] - [1.1.5] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3, E-138 EP3-RB-01 sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zur DIBt 2012 [2.1] (unter Berücksichtigung von [2.2]) und IEC [2.3] berechnet worden.

Sachverständiger:



M.Sc. Konstantin Konkel

Freigegeben:



Dr. rer. nat. Julia Hinkel

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage ENERCON E-138 EP3

- Sicherheitssystem und Handbücher-

TÜV NORD Bericht-Nr.: 8115 022 604-2 D Rev. 1

Prüfgegenstand: Konzeptprüfung des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems sowie der Handbücher für die Windenergieanlage ENERCON E-138 EP3 nach DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen (2012) und DIN EN 61400-1

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 12 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	09.09.2019	Erstausgabe	Raupach
1	14.04.2020	Ergänzung HT160m, Revision von Unterlagen, Löschung von Auflagen	Raupach

Inhalt

1	Eingereichte Unterlagen	3
1.1	Geprüfte Unterlagen	3
1.2	Zugehörige Unterlagen	3
2	Prüfgrundlagen	6
3	Einführung	6
4	Beschreibung der Windenergieanlage	7
4.1	Turbinen Konfiguration	7
4.2	Temperaturvariante	8
4.3	Betriebsführungs- und Sicherheitssystem	8
4.4	Mechanische Bremse	9
5	Durchgeführte Prüfung	9
5.1	Prüfmethodik	9
5.2	Anmerkungen	9
5.3	Prüfergebnisse	10
5.3.1	Betriebsführungs- und Sicherheitssystem	10
5.3.2	Qualitätssicherung	10
5.3.3	Performance Level	10
5.3.4	Handbücher	10
5.4	Schnittstellen	11
6	Auflagen und Hinweise	11
7	Schlussfolgerung	12

1 Eingereichte Unterlagen

1.1 Geprüfte Unterlagen

- [1.1.1] ENERCON GmbH
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3
Document-No: D0612062-6
Rev. 6, 2019-08-05
- [1.1.2] ENERCON GmbH
Safety Concept / Sicherheitskonzept ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3
Document-No: D0584229-9
Rev. 9, 2018-12-21
- [1.1.3] ENERCON GmbH
Safety Plan / Sicherheitsplan ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3
Document-No: D0586363-5
Rev. 5, 2018-12-21
- [1.1.4] ENERCON GmbH
Risikobeurteilung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3
Document-No: D0551207-1Risikobeurteilung E-138 EP3.xlsx
Rev. 1, not dated
- [1.1.5] ENERCON GmbH
System FMEA Sicherheitssystem E-138 EP3
Document-No: D0762718-2
Rev. 2, dated 2018-12-14
- [1.1.6] ENERCON GmbH
Teilsystem FMEA Sicherheitssteuerung E-138 EP3
Document-No: D0615455-1
Rev. 1, dated 2017-12-21
- [1.1.7] ENERCON GmbH
Safety Requirement Specification / Spezifikation der Anforderungen an die Funktionale Sicherheit
Document-No: D0588136-14
Rev. 14, dated 2018-08-24
- [1.1.8] ENERCON GmbH
Technische Beschreibung EP-SCS-02 Bestimmung der Performance Level
Dokument Nr.: D0757007-0
Rev. 0, Datum 17.05.2019

- [1.1.9] ENERCON GmbH
Betriebsanleitung
ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 / 3500 kW
Document-No: D0727008-0
Rev. 0, dated 2018-09-12

- [1.1.10] ENERCON GmbH
Spezifikation / System Requirement Specification E-138 EP3 Scoping
Document-No: D0634801-1
Rev. 1, dated 2018-02-09

- [1.1.11] ENERCON GmbH
Steuerungsplattform EP-CS-02 - Safety Requirement Specification -
Document-No: D0496837-0
Rev. 0, dated 2017-02-22

- [1.1.12] ENERCON GmbH
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlagen Fehlermodes
Control System E-138 EP3
Document-No: D0742307-0
Rev. 0, dated 2018-09-28

- [1.1.13] ENERCON GmbH
Prototypentestplan E-138 EP3
Document-No: D0717805-0
Rev. 0, dated 2018-06-25

- [1.1.14] ENERCON GmbH
Wartungsanleitung Hauptwartung Windenergieanlage E-138 E3
Document-No: D0768894-2
Rev. 2, dated 2019-05-28

- [1.1.15] ENERCON GmbH
Inbetriebnahmeanleitung Windenergieanlage E-138 EP3 (EP3-CS-02)
Document-No: D0761538-0
Rev. 0, dated 2018-10-26

- [1.1.16] ENERCON GmbH
Aufbauanleitung Montage Stahlurm, Stahlsektion FBT und E-Modul
Document-No: TD-esc-08-de-de-16-015
Rev. 003, dated 2018-10-26

- [1.1.17] ENERCON GmbH
Montageanleitung Vormontage und Montage Gondel
Windenergieanlage E-138 EP3
Document-No: TD-esc-08-de-de-18-073
Rev. 003, submitted 2018-11-06

- [1.1.18] ENERCON GmbH
Arbeitsanleitung Verkabelung Gondel
Windenergieanlage E-138 EP3
Document-No: TD-esc-08-de-de-18- Rev000 / DC
Rev. 0, dated 2018-11-05
- [1.1.19] ENERCON GmbH
Verladehandbuch E-126/E-138 EP3
Document-No: PLM-TES-DC032-VH_E-126_E-138_EP3-Rev000de-de.
Rev. 0, dated 2019-02-26
- [1.1.20] ENERCON GmbH
Gesundheits-, Arbeits- und Umweltschutzvorschriften, WEA Service
Document-No: BA_bl_1001-1_Gesundheits-, Arbeits- und
Umweltschutzvorschriften_WEA-Service_Rev001_de-de
Rev. 1, dated 2019-12-12
- [1.1.21] ENERCON GmbH
Stellungnahme des Betriebs in Abhängigkeit der Außentemperatur für NC u. CC
Document No.: D0942308-0 / DZ
Rev. 0, dated 2020-03-25
- [1.1.22] Max Bögl
Errichtungsanleitung / Assembly manual
Document: WEA ErrAnl E20
dated 2020-03-16
- 1.2 Zugehörige Unterlagen**
- [1.2.1] ENERCON GmbH:
Konstruktionsbasis E-126 EP3, E-138 EP3
Dokument Nr.: D0556048-5
Rev. 5, Datum 26.03.2018
- [1.2.2] ENERCON GmbH
EP-SCS-02 Übersichtsschaltplan / overview circuit diagram
Dokument Nr.: D0735453-0
Rev. 0, Datum 25.09.2018
- [1.2.3] ENERCON GmbH
V&V Plan Windenergieanlage E-138 EP3 mit Safety-Steuerung EP-SCS-02
Dokument Nr.: D0733203-1
Rev. 1, Datum 14.11.2018

- [1.2.4] ENERCON GmbH
Projekt: Enersafe (Safety Report Bachmann Steuerung)
Enersafe_Report_2019_08_09.pdf
Eingereicht am 13.08.2019
- [1.2.5] ENERCON GmbH
SysAD E-138 EP3 (DRAFT)
Dokument Nr.: D0679972-4
Rev. 4, ohne Datum
- [1.2.6] ENERCON GmbH
Überdrehzahlabstimmungen
Dokument Nr.: D0714684-0
Eingereicht am 15.06.2018
- [1.2.7] ENERCON GmbH
Erkennung von nicht durchgeführter Azimutverstellung
Dokument Nr.: D0801103-0 / DD
Eingereicht am 06.03.2019
- [1.2.8] ENERCON GmbH, WRD GmbH
Stellungnahme Aufbauanleitung Montage Stahlturm, Stahlsektion FBT und E-Modul
Dokument Nr.: D0828100-0 / DZ
Datum 22.05.2019

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik DIBt, Richtlinie für Windenergieanlagen, Fassung Oktober 2012, Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] Internationale Richtlinie IEC 61400-1:
"Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen", dritte Edition, August 2005

3 Einführung

Die Prüfung umfasst die in [1.1] eingereichten Unterlagen und wurde auf Grundlage der in [2] genannten Richtlinien hinsichtlich des Konzepts des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems sowie der Handbücher durchgeführt. Die Unterlagen wurden auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Anlagen-Konfiguration

Die ENERCON E-138 EP3 ist eine dreiblättrige Luvläufer-Windenergieanlage mit einer max. Nennleistung von 3500 kW. Die Windenergieanlage funktioniert nach dem Prinzip variabler Leistung durch Einzelblattverstellung. Das Hauptbremssystem der ENERCON E-138 EP3 Windenergieanlage ist die aerodynamische Bremse durch die axiale Drehung der Rotorblätter, die in einem Bereich zwischen 0° und 92° bewegt werden können.

Die Prüfung umfasst die folgenden Konfigurationen:

Typ	E-138 EP3
Windklasse	DIBt WZ S und WZ 2, GK II
Max. Nennleistung	3500 kW
Frequenz	50/60 Hz
Rotorblatt (Durchmesser)	E-138 EP3-RB-01 (138,6m)
Turm (Nabenhöhe)	ST (81, 111, 131), HT (131, 160)
Nenndrehzahl Rotor	10,8 min ⁻¹
Drehzahlgrenze Betriebsführung	12,4 min ⁻¹ (Nenndrehzahl +15%)
Drehzahlgrenze Sicherheitssystem	13,5 min ⁻¹ (Nenndrehzahl +25%)
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	28 m/s (mit aktiver Sturmreglung bei 22 m/s)
Safety Controller / Hardware	EP-SCS-02 / Bachmann MX220/CF
Betriebsführungssystem	EP3-CS-02
Sicherheitssystem Version	V1.08 (checksum A: 0xA1F3812F B: 0xA66DBB79)
Design-Lebensdauer	25 Jahre
Pitchsystem	2 elektrische Gleichstrommotoren (DC) mit Batterien als Backup für jedes Rotorblatt

4.1: Anlagen Konfiguration

4.2 Temperaturvariante

Die Windenergieanlage E-138 EP3 wurde für den unbegrenzten Betrieb in mitteleuropäischem Klima entwickelt, d. H. für einen Temperaturbereich von -15°C bis mindestens $+30^{\circ}\text{C}$. Bei höheren Umgebungstemperaturen und gleichzeitig starkem Wind kann das Betriebsführungssystem die Windenergieanlage, abhängig von den aktuellen Standortbedingungen, mit reduzierter Leistung betreiben.

Im Temperaturbereich von -15°C bis -25°C wird die Leistung der Windenergieanlage von der Steuerung linear auf bis zu 25% der Nennleistung reduziert. Zwischen -25°C und -40°C bleibt die Anlage mit maximal 25% der Nennleistung weiter in Betrieb. Wenn die Temperatur unter -40°C fällt, stoppt die Windenergieanlage. Ein Neustart ist ab einer Temperatur von -35°C wieder möglich.

Für Standorte mit kaltem Klima reicht der unbegrenzte Betriebsbereich von -30°C bis $+30^{\circ}\text{C}$. Unterhalb dieser Temperatur wird die Leistung linear auf 25% reduziert, bis eine Temperatur von -40°C erreicht ist. Ab dieser Temperatur wird der Betrieb gestoppt. Ein Neustart ist ab einer Temperatur von -35°C wieder möglich.

Bei Überschreitung der Beschleunigungsgrenzen, die durch einen vereisten Rotor mit Unwucht verursacht werden, wird die Windenergieanlage abgeschaltet. Darüber hinaus ist die E-138 EP3 mit einem Eiserkennungssystem ausgestattet.

4.3 Betriebsführungs- und Sicherheitssystem

Das Sicherheitssystem ist unabhängig vom Betriebsführungssystem und diesem logisch übergeordnet. Das Sicherheitssystem löst bei Überschreitung von kritischen Grenzwerten eine Notbremsung aus.

Die Überwachung durch das Sicherheitssystem umfasst die folgenden Funktionen:

- Not-Halt-Taster
- Rotordrehzahl
- Gondelschwingung
- Überwachung des Kontrollsystems
- Überwachung der Kabelverdrillung

Nach Auslösen des Sicherheitssystems ist ein automatischer Neustart der Anlage nicht möglich.

Der Ausfall von einer der drei Blattverstellungen führt nicht zu einem unsicheren Zustand, sondern löst sofort eine Abschaltung der Windenergieanlage aus (2oo3 Redundanz).

Die Azimutantriebe werden bei Betätigung des Not-Halt-Tasters in der Gondel oder einem Fehler im Azimutsystem ausgeschaltet. Im Wartungsmodus sind die Azimutantriebe ebenfalls deaktiviert.

Detaillierte Informationen sind in [1.1.2] und [1.2.2] enthalten.

4.4 Mechanische Bremse

Die mechanische / hydraulische Scheibenbremse sorgt für einen vollständigen Stillstand des Rotors bei Betätigung des Nothalt-Tasters in der Gondel sowie im manuellen Servicebetrieb. Sie dient nicht als Betriebsbremse, sondern zum provisorischen Festhalten des bereits angehaltenen Rotors, um diesen zu arretieren. Zusätzlich wird die Rotorbremse nach dem Auslösen eines Notstopps als Zusatzbremse verwendet.

5 Durchgeführte Prüfung

5.1 Prüfmethodik

Die Bewertung erfolgte durch Überprüfung der zugehörigen Dokumentation in Bezug auf die Anforderungen in den angewandten Standards [2].

Das Design der unabhängigen Bremssysteme sowie die unabhängige und übergeordnete Funktion des Sicherheitssystems wurde überprüft.

Mit Hilfe der Fehleranalyse [1.1.5] wurde das Sicherheitssystem auf seine Fähigkeit, die Windenergieanlage bei Ausfall der Steuerung in einem sicheren Zustand zu halten überprüft. Mit [1.1.7] und [1.1.8] wurden die Performance Level der Schutzfunktionen gemäß den Anforderungen der EN ISO 13849-1 überprüft.

Die lastrelevanten Parameter, z.B. Drehzahlgrenzen, Windgeschwindigkeiten oder Pitchgeschwindigkeiten, sowie die Betriebs- und Wartungsbedingungen wurden auf Übereinstimmung mit den Annahmen aus der Lastrechnung überprüft.

Es wurde überprüft, ob die in [2.1] bzw. [2.2] geforderten Informationen in den jeweiligen Handbüchern enthalten sind.

Überprüfung aller angegebenen Parameter und Software-Validierung sowie eine vollständige Überprüfung aller Spezifikationen, z.B. Schraubenmomente, Schmierstoffe, Gewichte und Abmessungen, elektrische Eigenschaften etc. sind nicht Bestandteil dieses Prüfberichts.

5.2 Anmerkungen

Wesentliche Änderungen am Kontroll- und Sicherheitssystem sowie in den Handbüchern machen diesen Prüfbericht ungültig, es sei denn, sie wurden dem TÜV NORD gemeldet und zur Bewertung vorgelegt.

5.3 Prüfergebnisse

5.3.1 Betriebsführungs- und Sicherheitssystem

Das Konzept des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems ist geeignet den sicheren Betrieb der ENERCON E-138 EP3 Windenergieanlage zu gewährleisten. Der sichere Zustand der Windenergieanlage ist in jedem Modus durch redundante und unabhängige Bremssysteme gewährleistet.

5.3.2 Qualitätssicherung

Der Qualitätssicherungsprozess enthält ausreichende Maßnahmen, um das Risiko von Fehlfunktionen im Design der ENERCON E-138 EP3 zu vermeiden. Der Prozess beinhaltet eine systematische Risikobewertung mittels Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) [1.1.5], [1.1.6]. Spezifische Maßnahmen zur Vermeidung systematischer Fehler sind in [1.2.3] beschrieben.

5.3.3 Performance Level

Für die sicherheitskritischen Schutzfunktionen

- Schutz vor Überdrehzahl / aerodynamische Bremse
- Not stop
- Kabelverdrillung
- Übermäßige Vibration/ Schock

wurde eine quantitative Risikoanalyse durchgeführt. Die erforderlichen Performance Level für jede Schutzfunktion wurden in der Risikobewertung festgelegt. Der Nachweis aller Performance Level wurde auf der Basis von [1.1.7] und [1.1.8] erreicht. Die Schutzfunktionen erfüllen die Anforderungen der EN ISO 13849-1.

Nach einer Betriebszeit von 20 Jahren müssen die elektrischen Komponenten der Sicherheitsausrüstung für die verbleibende Lebensdauer der WEA (25 Jahre) aufgerüstet werden. Die Komponenten müssen entweder ausgetauscht oder einer Prüfung unterzogen werden (siehe EN ISO 13849-1: 2015). Für den Austausch der elektrischen Komponenten der Sicherheitseinrichtungen dürfen nur neue oder gleichwertige (so gut wie neue) Teile verwendet werden.

5.3.4 Handbücher

Für die Tätigkeiten Transport, Installation, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung stehen Handbücher, Checklisten und Aufzeichnungen zur Verfügung. Sicherheitsanweisungen wurden für vorhersehbare Gefahren gegeben. Die Handbücher enthalten die erforderlichen Informationen in geeigneter Weise, mit Ausnahme des folgenden Aspekts:

- Das Handbuch zur Turmmontage [1.1.16] enthält noch nicht die E-138 EP3 und nicht alle Nabenhöhen.

Mit Dokument [1.2.8] erklärt ENERCON die Gültigkeit des Handbuchs auch für die Stahltürme E-138 EP3 81m und 111m.

Die entsprechenden Protokolle werden über das Technical Service Info-System (TSI-Datenbank) verwaltet, das die aktuellen Protokolle bereitstellt und die Einträge speichert.

5.4 Schnittstellen

Die lastrelevanten Parameter, z.B. Drehzahlgrenzen, Windgeschwindigkeiten oder Pitchgeschwindigkeiten, sowie die Betriebs- und Wartungsbedingungen wurden auf Übereinstimmung mit den Annahmen aus der Lastrechnung überprüft.

6 Auflagen und Hinweise

6.1 Das Handbuch für die Turminstallation muss mit den entsprechenden Informationen für die Nabenhöhen von 131 m (ST / HT) ergänzt und vor der Errichtung dieser Typen zur Bewertung vorgelegt werden.

6.2 Jede Windenergieanlage dieses Typs muss mindestens entsprechend den Inbetriebnahmeanleitungen getestet werden. Der ordnungsgemäße Zustand ist vom Hersteller zu bestätigen. Der Inbetriebnahmebericht ist dem Betreiber jeweils zusammen mit den Handbüchern und Wartungs- und Instandhaltungsanweisungen zu übergeben. Die Wartungs- und Instandhaltungsanweisungen sind zu befolgen und die durchgeführten Arbeiten in den entsprechenden Berichten zu protokollieren.

6.3 Alle sicherheitsrelevanten Bauteile und Funktionen sind in Abständen von höchstens zwei Jahren durch einen anerkannten Sachverständigen zu prüfen. Dieses Prüfintervall kann auf vier Jahre verlängert werden, wenn durch von ENERCON autorisierte Sachkundige eine laufende (mind. jährliche) Überwachung und Wartung der Windenergieanlage durchgeführt wird. Das Ergebnis der wiederkehrenden Prüfung ist in einem Bericht festzuhalten, der mindestens die folgenden Informationen enthalten muss:

- Prüfender Sachverständiger und Anwesende bei der Prüfung
- Hersteller, Typ und Seriennummer der WEA und deren Hauptbestandteile (Rotorblätter, Getriebe, Generator, Turm)
- Standort und Betreiber der WEA
- Gesamtbetriebsstunden
- Windgeschwindigkeit und Temperatur am Tag der Prüfung
- Beschreibung des Prüfumfanges
- Prüfergebnis und ggf. Auflagen

Diese Dokumentation ist vom Betreiber über die gesamte Nutzungsdauer der WEA aufzubewahren.

7 Schlussfolgerung

Der Aufbau des Betriebsführungs- und Sicherheitssystem mit den redundanten Schutzfunktionen ist geeignet, die ENERCON E-138 EP3 Windenergieanlage in einem sicheren Zustand zu halten.

Das fehlersichere Verhalten der Windenergieanlagen wurde in Form einer FMEA dargelegt. Die nach EN ISO 13849-1 erforderlichen Performance Level wurden für alle Sicherheitsfunktionen erreicht.

Die Anforderungen der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen (Ausgabe 2012) und der DIN EN 61400-1:2005 an das Konzept des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems sowie die Handbücher der in Tabelle 4.1 spezifizierten Windenergieanlage werden erfüllt.

Die Auflagen und Hinweise in Kap. 6 sind zu berücksichtigen.

erstellt



Dipl.-Ing. O. Raupach

freigegeben:



Dipl.-Ing. L. Klüppel

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage ENERCON E-138 EP3

- Elektrische Komponenten und Blitzschutz -

TÜV NORD Report-Nr.:	8115 022 604 - 5 D Rev. 1
Prüfobjekt:	Elektrische Komponenten und Blitzschutz der Windenergieanlage ENERCON E-138 EP3
Prüfumfang:	- DIBt 2012 - DIN EN 61400-1
Hersteller:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 32 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	06.09.2019	Erste Fassung	H. Grafe
1	20.02.2020	Prüfberichte für Generator und Umrichter hinzugefügt Schaltpläne aktualisiert EMV-Risikobeurteilungen aufgelistet	H. Grafe

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	4
1.1	Geprüfte Dokumente	4
1.2	Mitgeltende Dokumente	20
2	Prüfgrundlagen	20
3	Einleitung	21
4	Beschreibung der Windenergieanlage	21
4.1	Beschreibung der WEA Konfigurationen	21
4.2	Klimatische Bedingungen	22
4.3	Eigenschaften Elektrische Komponenten	22
5	Durchgeführte Prüfungen	26
5.1	Prüfmethode	26
5.2	Anmerkungen	27
5.3	Prüfbemerkungen	27
5.4	Schnittstellen	32
6	Auflagen	32
7	Schlussfolgerung	32

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

ENERCON E-138 EP3

[1.1.1] ENERCON
EG/EU-Konformitätserklärung
Dokument-Nr.: D0376121-12
Rev. ENTWURF, Datum: 25.01.2019 (empfangen)

[1.1.2] ENERCON
Zeichnung Nacelle EP3.00.106-1
Dokument-Nr.: D0613870-0
Rev. 1, Datum: 19.06.2017

Generator

[1.1.3] ENERCON
Kurzbeschreibung Generator E-138 EP3-GE-01
Dokument-Nr.: D0753860-0
Rev. 0, Datum: 04.10.2018

[1.1.4] ENERCON
Zeichnung Leistungsschild E-138 EP3-GE-01
Dokument-Nr.: D0755225-0
Rev. 0, Datum: 05.10.2018 (empfangen)

[1.1.5] ENERCON
E-138 EP3-GE-01 Thermisches Verhalten und Prüfung nach DIN 60034
Dokument-Nr.: D0753852-0
Rev. 0, Datum: 03.10.2018

[1.1.6] ENERCON
Herstellereklärung, Drehzahlauslegung des Generator-Rotors vom Typ
E-138 EP3-GE-01
Dokument-Nr.: D0753870-0
Rev. 0, Datum: 28.09.2018

[1.1.7] ENERCON
Fertigungs- und Prüfprotokolle Statorring E-138 EP3-GE-01
Dokument-Nr.: FPP_1041_E-138_EP3-GE-01_de-de_Rev001_Statorring
Rev. 1, Datum: 14.12.2018

[1.1.8] ENERCON
Fertigungs- und Prüfprotokolle E-138 EP3-GE-01 Polschuhe
Dokument-Nr.: FPP_1039_E-138_EP3-GE-01_de-de_Rev002_Polschuhe
Rev. 2, Datum: 18.01.2019

- [1.1.9] ENERCON
Messbericht des Generators E-138 EP3-GE-01 gem. EN 60034-1. -11
Dokument-Nr.: D0830439-0
Rev. -, Datum: 14.02.2020

Umrichter

- [1.1.10] ENERCON
Technische Beschreibung 690V B2B Converter PC17034
Dokument-Nr.: D0409186-0
Rev. 0, Datum: 09.11.2018
- [1.1.11] ENERCON
Datenblatt PC17034 B2B-Umrichter (Artikel-Nr. 663699)
Dokument-Nr.: D0798538-0 / DA
Rev. 0, Datum: 06.03.2019 (empfangen)
- [1.1.12] ENERCON
Technische Information Kühlung Leistungsschrank B2B PC17034
Dokument-Nr.: D0754087-0 / DA
Rev. -, Datum: 01.10.2018
- [1.1.13] ENERCON
Zeichnung Leistungsschrank mit Prime-Pack Modulen – Baugruppenüber-
sicht
Dokument-Nr.: D0749015-0
Rev. 0, Datum: 17.09.2018
- [1.1.14] ENERCON
Schaltplan Leistungsschrank
Dokument-Nr.: D0781223-2
Rev. 2, Datum: 03.05.2019
- [1.1.15] ENERCON
Typenschild 690V B2B Converter PC17034
Dokument-Nr.: D0787928-0
Rev. 0, Datum: 29.01.2019
- [1.1.16] ENERCON
Messbericht PC17034 Erwärmungslauf TRL6
Dokument-Nr.: D0817165-0
Rev. 0, Datum: 17.04.2019
- [1.1.17] ENERCON
Prüfprotokoll – Leistungsschrank B2B (Leistungstest)
Seriennummer: 15-10
Rev. 0, Datum: 26.07.2018

- [1.1.18] ENERCON
Versuchsprotokoll B2B Chopper eingebaut im Versuchsträger
Dokument-Nr.: D0435031xxxxxx-0/DD
Rev. 0, Datum: 01.02.2016

- [1.1.19] ENERCON
Versuchsprotokoll Kurzschluss DC-seitig – Version Thyristor
Dokument-Nr.: D0435031xxxxxx-0/DD
Rev. 0, Datum: 01.02.2016

- [1.1.20] ENERCON
Prüfbericht, Prüfung der Vollständigkeit des Schutzgehäuses B2B V1
Dokument-Nr.: D0850230-0
Rev. 0, Datum: 17.02.2020

- [1.1.21] ENERCON
Prüfbericht, Prüfung Kondensatorentladung B2B V1
Dokument-Nr.: D0850716-0
Rev. 0, Datum: 17.02.2020

- [1.1.22] ENERCON
Prüfbericht, Prüfung Messung des Berührungstromes B2B V1
Dokument-Nr.: D0850970-0
Rev. 0, Datum: 17.02.2020

- [1.1.23] ENERCON
Prüfbericht, Prüfung Erwärmungsprüfung B2B V1
Dokument-Nr.: D0896794-0
Rev. 0, Datum: 18.02.2020

- [1.1.24] ENERCON
Prüfbericht, Wechsel- oder Gleichspannungsprüfung B2B V1
Dokument-Nr.: D0927995-0
Rev. 0, Datum: 17.02.2020

- [1.1.25] ENERCON
Prüfbericht, Trockene Wärme Prüfung B2B V1
Dokument-Nr.: D0928000-0
Rev. 0, Datum: 18.02.2020

- [1.1.26] AIT
Prüfbericht, ENERCON_EN62447-1 B2B-Umrichter 365kVA
Dokument-Nr.: SGP-15893_01R1
Rev. R1, Datum: 17.01.2020

Blitzschutz

- [1.1.27] ENERCON
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlagen Blitzschutz
Dokument-Nr.: D0260891-7
Rev. -, Datum: 16.02.2018

- [1.1.28] ENERCON
Technische Information Messung des Erdungswiderstands
Dokument-Nr.: PLM-EWES-DC008-Messung des Erdungswiderstands-
Rev006de-de
Rev. 6, Datum: 30.08.2016

- [1.1.29] ENERCON
Zeichnung Leerrohr- und Blitzschutzplan – Flachgründung mit Auftrieb
Dokument-Nr.: D0689733-0
Rev. -, Datum: 28.03.2018

- [1.1.30] ENERCON
Technische Beschreibung Blitzschutzsystem des Rotorblattes E-138 EP3-
RB-01
Dokument-Nr.: D0650138-0
Rev. 0, Datum: 08.01.2018

- [1.1.31] TÜV Süd
Gutachtliche Stellungnahme, Isoliertes Multi-Rezeptor Blitzschutzsystem
Prüfnummer: 2632058-31-d
Rev. 0, Datum: 30.08.2017

- [1.1.32] ENERCON
Blitzschutzsystem Zusammenbau
Dokument-Nr.: R1381.190.10000
Rev. 0, Datum: 21.03.2018

- [1.1.33] ENERCON
Zeichnung Blitzschutzsystem Montage Anbauteile
Dokument-Nr.: R1381.190.10001
Rev. 1, Datum: 28.08.2018

- [1.1.34] ENERCON
Zeichnung Blitzschutzsystem Montage Blitzschutzkabel
Dokument-Nr.: R1381.190.10002
Rev. 2, Datum: 16.10.2018

- [1.1.35] ENERCON
Blitzschutzsystem Rezeptor 70
Dokument-Nr.: R01.190.015
Rev. 2, Datum: 25.11.2014

- [1.1.36] ENERCON
Blitzschutzsystem Rezeptor 70-45 mm
Dokument-Nr.: R01.190.023
Rev. 2, Datum: 25.11.2014

- [1.1.37] ENERCON
Verbindung Kontaktmutter
Dokument-Nr.: R01.190.10001
Rev. 0, Datum: 04.09.2015

- [1.1.38] ENERCON
Kabelhalter Kabelklemmprofil
Dokument-Nr.: R01.190.10006
Rev. 2, Datum: 15.08.2017

- [1.1.39] ENERCON
Blitzschutzsystem Omega Profil 500mm
Dokument-Nr.: R01.190.10029
Rev. 1, Datum: 21.12.2017

- [1.1.40] ENERCON
Blitzschutzsystem Kontaktschraube
Dokument-Nr.: R01.190.10032
Rev. 0, Datum: 07.11.2016

- [1.1.41] ENERCON
Kabelhalter Kabelklemmprofil 55 mm
Dokument-Nr.: R01.190.10033
Rev. 1, Datum: 15.08.2017

- [1.1.42] ENERCON
Blitzschutzsystem Kabelsicherung Lasteinleitungsrippe
Dokument-Nr.: R01.190.10034
Rev. 1, Datum: 09.10.2017

- [1.1.43] ENERCON
Blitzschutzsystem Kabelschutz Lasteinleitungsrippe
Dokument-Nr.: R01.190.10045
Rev. 0, Datum: 16.01.2018

- [1.1.44] ENERCON
RBL Schale Druck- und Saugseite GFK Einleger Rezeptor
Dokument-Nr.: R1031.130.10010
Rev. 0, Datum: 06.12.2016

[1.1.45] ENERCON
Blitzschutzsystem PU - Block
Dokument-Nr.: R1031.190.10001
Rev. 0, Datum: 21.09.2016

[1.1.46] ENERCON
Blitzschutzsystem Ableitring
Dokument-Nr.: R1265.190.10003
Rev. 0, Datum: 16.01.2018

Schleifringübertrager

[1.1.47] ENERCON
Zeichnung Schleifring 79mm 3x70mm² Axialanschluss
Dokument-Nr.: EP3.08.107-0
Rev. -, Datum: 26.06.2018

[1.1.48] Schunk
Zeichnung Doppel-Schenkel-Halter 32x16x28
Dokument-Nr.: E06.2116.11; ENERCON Dokument-Nr.: D0667050-0
Rev. -, Datum: 18.01.2018

[1.1.49] Schunk
Zeichnung Doppel-Schenkel-Halter 40x16x28
Dokument-Nr.: E06.2116.10; ENERCON Dokument-Nr.: D0667051-0
Rev. -, Datum: 18.01.2018

[1.1.50] ENERCON
Spezifikation Schleifringübertrager EP3-002-BH1
Dokument-Nr.: D0768107-0
Rev. 0, Datum: 16.11.2018

Elektrischer Azimutantrieb

[1.1.51] ENERCON
Spezifikation Azimutmotor 3,3 kW MK 115 03 - 2
Dokument-Nr.: D0236907-2
Rev. 2, Datum: 09.05.2018

[1.1.52] ENERCON
Zeichnung Azimutmotor 3,3kW 45Nm 2. Wellenende
Dokument-Nr.: 115.03.005-1
Rev. 1, Datum: 23.08.2013

[1.1.53] Ruckh Elektromotorenbau
Typenblatt Ruckh TRB 112L-4 PT 100 Brake für ENERCON E115
Dokument-Nr.: D0236907-2; ENERCON Dokument-Nr.: D0706335-0
Rev. 1.2, Datum: 23.05.2018

- [1.1.54] Ruckh Elektromotorenbau
Erklärung der EG-Konformität TRB112M-4 PT100 Brake E115
ENERCON Dokument-Nr.: D0706336-0
Rev. -, Datum: 01.02.2018

- [1.1.55] Ruckh Elektromotorenbau
Zeichnung E115 Azimut-Antrieb ohne Pulsor
Dokument-Nr.: 227.0000010.01; ENERCON Dokument-Nr.: D0706338-0
Rev. -, Datum: 25.05.2018 (empfangen)

- [1.1.56] ENERCON
Messbericht Azimutmotor E-101/ E-115 Ruckh Prototyp 2
Dokument-Nr.: D0249287
Rev. 0, Datum: 30.04.2010

- [1.1.57] Emod Motoren
Motordatenblatt B 112M/4 WU
ENERCON Dokument-Nr.: D0393294-0
Rev. -, Datum: 30.04.2014

Elektrischer Pitchantrieb

- [1.1.58] ENERCON
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 Elektrisches Blattverstellungssystem
Dokument-Nr.: D0744064-0
Rev. 0, Datum: 25.09.2018

- [1.1.59] ENERCON
Spezifikation Blattverstellungsmotor EP3/3
Dokument-Nr.: D0645627-3
Rev. 3, Datum: 09.08.2018

- [1.1.60] ENERCON
Zeichnung Blattverstellungsmotor DC-5.6kW-38x58-FF265-65
Dokument-Nr.: EP3.01.072-0
Rev. 0, Datum: 09.02.2018

- [1.1.61] Emod Motoren
Massblatt für Motor GKF 132M B5
Dokument-Nr.: B0613.22.112395-00; ENERCON Dokument-Nr.: D0681890-0
Rev. 0, Datum: 22.02.2018

- [1.1.62] Emod Motoren
Datenblatt DC Pitchmotor ENERCON EP3/3
ENERCON Dokument-Nr.: D0796560-0
Rev. 3, Datum: 22.10.2018

- [1.1.63] Ruckh Elektromotorenbau
Typenblatt GN 132/4 EP3/3 EP3/3 Pitch
Dokument-Nr.: GN132/4 EP3/3; ENERCON Dokument-Nr.: D0674009-0
Rev. 1.0, Datum: 01.02.2018
- [1.1.64] Ruckh Elektromotorenbau
Erklärung EG-Konformität
ENERCON Dokument-Nr.: D0674008-0
Rev. -, Datum: 01.02.2018
- [1.1.65] Ruckh Elektromotorenbau
Zeichnung EP3/3 Pitch
Dokument-Nr.: 230.000089.01; ENERCON Dokument-Nr.: D0674002-0
Rev. -, Datum: 01.02.2018

Back-up System, Ultrakondensatoren

- [1.1.66] Maxwell
Data sheet K2 Series Ultracapacitors
Dokument-Nr.: 1015370.2; ENERCON Dokument-Nr.: D0157215-1
Rev. -, Datum: 01.06.2018 (empfangen)
- [1.1.67] Nesscap
Data sheet 2.7V-3000F, M12/M12 T-Type
Dokument-Nr.: 20150316; ENERCON Dokument-Nr.: D0390022-0
Rev. 1, Datum: 01.06.2018 (empfangen)

Kabel und elektrische Ausrüstung

- [1.1.68] ENERCON
Auslegung Turmkabel E-138 EP3
Dokument-Nr.: D0709537-0
Rev. 0, Datum: 15.11.2018 (empfangen)
- [1.1.69] Prysmian
Data sheet PROTOTHEN-X (N)A2XSY
ENERCON Dokument-Nr.: D0629505-0
Rev. -, Datum: 31.07.2017
- [1.1.70] Prysmian
Data sheet WINDFLEX GLOBAL EMC S-3GDSHOEU
ENERCON Dokument-Nr.: D0630109-0
Rev. -, Datum: 04.09.2017

- [1.1.71] ENERCON
Technical Description ENERCON Wind Energy Converter Steady-State
Short-Circuit Calculations
Dokument-Nr.: D0138322-9
Rev. 9, Datum: 23.02.2018

Schaltpläne

- [1.1.72] ENERCON
Übersichtsschaltplan E-138 EP3
Dokument-Nr.: D0665240-1
Rev. 1, Datum: 23.04.2019
- [1.1.73] ENERCON
Blattregelschrank
Dokument-Nr.: D0714434-2
Rev. 2, Datum: 11.02.2019
- [1.1.74] ENERCON
Blattrelaisschrank
Dokument-Nr.: D0709944-2
Rev. 2, Datum: 14.02.2019
- [1.1.75] ENERCON
Blattsicherheitsschrank
Dokument-Nr.: D0742995-2
Rev. 2, Datum: 09.09.2019
- [1.1.76] ENERCON
Kondensatoreinheit Rotor
Dokument-Nr.: D0517670-1
Rev. 1, Datum 27.01.2017
- [1.1.77] ENERCON
Rotorunterverteilung
Dokument-Nr.: D0713816-2
Rev. 2, Datum: 07.12.2018
- [1.1.78] ENERCON
Schleifringübertrager
Dokument-Nr.: D0749133-2
Rev. 2, Datum: 30.08.2019
- [1.1.79] ENERCON
Überdrehzahlschalterbox
Dokument-Nr.: D0787934-1
Rev. 1, Datum: 03.07.2019

- [1.1.80] ENERCON
Überspannungsschutz Rotor
Dokument-Nr.: D0717699-0
Rev. 0, Datum: 25.06.2018

- [1.1.81] ENERCON
Unterverteilung Blattverstellung
Dokument-Nr.: D0653208-2a
Rev. 2, Datum: 12.06.2018

- [1.1.82] ENERCON
Unterverteilung Rotorsensorik
Dokument-Nr.: D0716502-1
Rev. 1, Datum: 11.09.2018

- [1.1.83] ENERCON
Gondelsteuerschrank
Dokument-Nr.: D0758518-2
Rev. 2, Datum: 24.09.2019

- [1.1.84] ENERCON
Akkuschrank
Dokument-Nr.: D0665360-0
Rev. 0, Datum: 16.01.2018

- [1.1.85] ENERCON
Azimutsteuerung
Dokument-Nr.: D0685894-4
Rev. 4, Datum: 12.09.2019

- [1.1.86] ENERCON
Erregersteller
Dokument-Nr.: D0791859-1
Rev. 1, Datum: 28.08.2019

- [1.1.87] ENERCON
Fehlerstromüberwachung Generator
Dokument-Nr.: D0743703-2a
Rev. 2a, Datum: 05.07.2019

- [1.1.88] ENERCON
Freischaltbox Blattheizung
Dokument-Nr.: D0722985-1
Rev. 1, Datum: 06.12.2018

- [1.1.89] ENERCON
Hauptverteilung Gondel
Dokument-Nr.: D0765814-2
Rev. 2, Datum: 23.08.2019

- [1.1.90] ENERCON
Schaltschrank el. Grundversorgung Gondel
Dokument-Nr.: D0724906-2
Rev. 2, Datum: 16.11.2018

- [1.1.91] ENERCON
Statorunterverteilung
Dokument-Nr.: D0706547-2
Rev. 2, Datum: 09.10.2018

- [1.1.92] ENERCON
Überspannungsschutz Generator
Dokument-Nr.: D0771730-2
Rev. 2, Datum: 18.07.2019

- [1.1.93] ENERCON
Unterverteilung Dachmodul
Dokument-Nr.: D0665663-3
Rev. 3, Datum: 06.12.2019

- [1.1.94] ENERCON
Unterverteilung
Dokument-Nr.: D0750427-0
Rev. 0, Datum: 18.09.2018

- [1.1.95] ENERCON
Unterverteilung Statortemperaturfühler
Dokument-Nr.: D0745793-0a
Rev. 0a, Datum: 28.09.2018

- [1.1.96] ENERCON
Elektrische Ausrüstung
Dokument-Nr.: D0661624-0
Rev. 0, Datum: 29.12.2017

- [1.1.97] ENERCON
Elektrische Ausrüstung
Dokument-Nr.: D0710098-1
Rev. 1, Datum: 14.02.2019

- [1.1.98] ENERCON
Hauptverteilung WEA
Dokument-Nr.: D0790843-1a
Rev. 1a, Datum: 19.06.2019

- [1.1.99] ENERCON
Netzfilterschrank
Dokument-Nr.: D0642619-1
Rev. 1, Datum: 20.09.2018

- [1.1.100] ENERCON
Schaltschrank el. Grundversorgung WEA
Dokument-Nr.: D0711535-3
Rev. 3, Datum: 30.07.2019

- [1.1.101] ENERCON
Steuerschrank Transformator
Dokument-Nr.: D0757359-2b
Rev. 2b, Datum: 05.09.2019

- [1.1.102] ENERCON
Steuerschrank Rückkühleinheit
Dokument-Nr.: D0731028-4
Rev. 4, Datum: 20.03.2019

- [1.1.103] ENERCON
Steuerschrank Kühlkomponenten
Dokument-Nr.: D0744283-3
Rev. 3, Datum: 22.03.2019

- [1.1.104] ENERCON
Steuerschrank
Dokument-Nr.: D0783791-1
Rev. 1, Datum: 23.04.2019

- [1.1.105] ENERCON
Stromschiene
Dokument-Nr.: D0748725-1
Rev. 1, Datum: 20.03.2019

- [1.1.106] ENERCON
USV Anlagensteuerung
Dokument-Nr.: D0661298-3
Rev. 3, Datum: 06.12.2018

- [1.1.107] ENERCON
Versorgung Steuerschrank Transformator
Dokument-Nr.: D0686326-1
Rev. 1, Datum: 14.08.2018
- [1.1.108] ENERCON
DC Ladeinheit
Dokument-Nr.: D0686074-2
Rev. 2, Datum: 16.07.2019
- [1.1.109] ENERCON
Übersichtsschaltplan
Dokument-Nr.: D0735453-0
Rev. 0, Datum: 25.09.2018
- [1.1.110] ENERCON
Übersichtsschaltplan Erdung E-138 EP3
Dokument-Nr.: D0712117
Rev. 0, Datum: 26.09.2018

Transformator

- [1.1.111] ENERCON
Spezifikation Transformer 4,2MVA 630V KW L
Dokument-Nr.: D0628628-3
Rev. 3, Datum: 24.07.2018
- [1.1.112] ENERCON
Type certification of distribution transformers
Dokument-Nr.: PM-EW-AA012-Typenprüfung WEA Trafos-Rev001 ger-eng
Rev. 1, Datum: 17.02.2014
- [1.1.113] J. Schneider Elektrotechnik
Technical data sheet HPNW 4200A-1775T07001
Dokument-Nr.: 1775T07D01-180625; ENERCON Doc.-No.: D0741864-0
Rev. -, Datum: 25.06.2018
- [1.1.114] J. Schneider Elektrotechnik
Dimension sheet HPNW 4200A-1775T10001
Dokument-Nr.: 1775T07-0001-A; ENERCON Dokument-Nr.: D0750181-0
Rev. A, Datum: 13.06.2018
- [1.1.115] J. Schneider Elektrotechnik
Test certificate HPNW 4200A-1775T07001
Seriennr.: 195800; ENERCON Dokument-Nr.: D0750179-0
Rev. A, Datum: 07.09.2018

- [1.1.116] J. Schneider Elektrotechnik
Gebrauchsanleitung 3Ph Transformatoren mit Isolierflüssigkeit in Hermetikausführung (HPNW)
Dokument-Nr.: 1775T07B01; ENERCON Dokument-Nr.: D070051-0
Rev. -, Datum: 16.07.2018
- [1.1.117] J. Schneider Elektrotechnik
Technical data sheet HPNW 4200A
Dokument-Nr.: 0000T02D01; ENERCON Dokument-Nr.: D0771373-0
Rev. -, Datum: 19.11.2018

Mittelspannungsschaltanlage

- [1.1.118] ENERCON
Spezifikation ENERCON Mittelspannungsschaltanlage für den Einsatz im E-Modul
Dokument-Nr.: PLM-EWES-SP022 MS-Schaltanlage-Rev001de_de
Rev. 1, Datum: 26.07.2017
- [1.1.119] ENERCON
Spezifikation ENERCON Mittelspannungsschaltanlage für den Einsatz im E-Modul
Dokument-Nr.: PLM-EWES-SP026 MS-Schaltanlage Kurzversion-Rev000de_de
Rev. 0, Datum: 07.11.2017
- [1.1.120] Driescher
Technical Data MINEX ABS® zero 12-24 kV
Dokument-Nr.: E6697-A14Z ABS12-24; ENERCON Dokument-Nr.: D0708078-0
Rev. -, Datum: 15.06.2016
- [1.1.121] Driescher
Konformitätserklärung MINEX ABSzero®24 kV K-L
ENERCON Dokument-Nr.: D0751294-0
Rev. -, Datum: 19.09.2018
- [1.1.122] Driescher
Technische Beschreibung ABS® zero
ENERCON Dokument-Nr.: D0708521-0
Rev. -, Datum: 18.09.2018 (empfangen)
- [1.1.123] Driescher
Zeichnung SF6-Schaltanlage Minex/ABS/ZERO 24kV/630A K-L-1700
Dokument-Nr.: 0178695; ENERCON Dokument-Nr.: D0710906-1
Rev. 001, Datum: 04.09.2018

[1.1.124] Ormazabal
Technische Beschreibung cgm.3
Dokument-Nr.: CA-112-DE-1611; ENERCON Dokument-Nr.: D0783740-0
Rev. -, Datum: 23.05.2019 (empfangen)

[1.1.125] Ormazabal
Schaltplan cgm.3
Dokument-Nr.: E08977; ENERCON Dokument-Nr.: D0821342-0
Rev. 04, Datum: 29.04.2019

EMV

[1.1.126] ENERCON
Prüfanforderungen EMV Erforderliche Prüfungen
Dokument-Nr.: D0652486-4
Rev. 4, Datum: 05.08.2019

[1.1.127] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Rotorunterverteilung
Dokument-Nr.: D0894800-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

[1.1.128] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Lastregelschrank
Dokument-Nr.: D0870494-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

[1.1.129] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Gondelsteuerschrank
Dokument-Nr.: D0869469-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

[1.1.130] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Steuerschrank
Dokument-Nr.: D0869004-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

[1.1.131] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Montageplatte
Dokument-Nr.: D0866196-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

[1.1.132] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Einschubrahmen
Optoverteiler VAR
Dokument-Nr.: D0866195-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.133] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Einschubrahmen
IE Client VAR
Dokument-Nr.: D0866192-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.134] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Einschubrahmen
Versorgung intern VAR
Dokument-Nr.: D0866191-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.135] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Einschubrahmen
Einspeisung 230V/400V VAR
Dokument-Nr.: D0866190-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.136] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Leistungsschrank
Dokument-Nr.: D0855915-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.137] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Blattregelschrank
Dokument-Nr.: D0853523-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.138] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Schleifringübertrager
Dokument-Nr.: D0853027-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.139] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Eisansatzerkennung
Dokument-Nr.: D0851886-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.140] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Netzfilterschrank
Dokument-Nr.: D0849903-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.141] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Blattrelaisschrank
Dokument-Nr.: D0848587-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

1.2 Mitgeltende Dokumente

- [1.2.1] ENERCON
Konstruktionsbasis E-126 EP3, E-138 EP3
Dokument-Nr.: D0556048-5
Rev. 5, Datum: 26.03.2018
- [1.2.2] ENERCON
Konstruktionsbasis Cold Climate Anlagen
Dokument-Nr.: D0666243-3
Rev. 3, Datum: 30.07.2018
- [1.2.3] TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG
Evaluation Report ENERCON E-138 EP3
Electrical Equipment and Lightning Protection
TÜV NORD Report Nr.: 8115 022 604 – 5 E, Rev. 1, Datum: 27.05.2019
- [1.2.4] TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG
Evaluation Report ENERCON E-126 EP3, E-138 EP3, IEC 61400-22
Design Basis
TÜV NORD Report Nr.: 8115 022 604 – 0 E, Rev. 0, Datum: 28.03.2018

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windkraftanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Fassung Oktober 2012
- [2.2] IEC 61400-22:2010 (DIN EN 61400-22:2011)
Windenergieanlagen, Teil 22: Konformitätsprüfungen und Zertifizierung
- [2.3] IEC 61400-1 (DIN EN 61400-1:2011)
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
Dritte Ausgabe 2005-08 mit Änderungen A1 2010-07
- [2.4] IEC 60034-1:2010 (DIN EN 60034-1:2011)
Drehende elektrische Maschinen
Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten
- [2.5] IEC 60204-1:2016 (DIN EN 60204-1:2007)
Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen -
Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- [2.6] IEC 61400-24:2010 (DIN EN 61400-24:2011)
Windenergieanlagen, Teil 24: Blitzschutz
- [2.7] IEC 62305:2010 Serie (DIN EN 62305:2011)
Blitzschutz

- [2.8] IEC 60076-1:2011 (DIN EN 60076:2012)
Leistungstransformatoren, Teil 1: Allgemeines
- [2.9] IEC 62271-1:2007 (DIN EN 62271-1:2007)
Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen
Teil 1: Gemeinsame Bestimmungen
- [2.10] DIN EN 62477-1:2013-04
Sicherheitsanforderungen an Leistungshalbleiter-Umrichtersysteme und -betriebsmittel, Teile 1: Allgemein
- [2.11] EN 61000-6-4:2006 + A1:2010
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-4: Fachgrundnormen - Störaussendung für Industriebereiche
- [2.12] EN 61000-6-2:2005
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Industriebereiche
- [2.13] Verordnung (EU) Nr. 548/2014 zur Umsetzung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich Kleinleistungs-, Mittelleistungs- und Großleistungstransformatoren
- [2.14] DIN 50522:2010
Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselfspannungen über 1 kV
- [2.15] DIN 18014:2014
Fundamentender – Allgemeine Planungsgrundlagen

3 Einleitung

In der DIBt-Richtlinie [2.1] werden keine direkten Anforderungen an die elektrotechnischen Komponenten und den Blitzschutz gestellt. Deshalb wurden für diese Gutachtliche Stellungnahme die Anforderungen der IEC 61400-22 / DIN EN 61400-22 [2.2] und der IEC 61400-1 / DIN EN 61400-1 [2.3] als Prüfgrundlage definiert. Die WEA ENERCON E-138 EP3 wurde bereits im Rahmen der Typzertifizierung auf Erfüllung der Anforderungen der IEC 61400-22 und IEC 61400-1 überprüft [1.2.3].

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Beschreibung der WEA Konfigurationen

Die Prüfung des elektrischen Systems und des Blitzschutzes berücksichtigt die folgenden WEA Konfigurationen:

WEA Variante Nr.	WEA Bezeichnung	Frequenz	Max. Nennleistung	Turm / Hubhöhe	Rotordurchmesser / Blatt	Klimabedingung
1	E-138 EP 3	50 Hz	3.5 MW	Stahl oder Hybrid / 81, 111, 131, 160 m	138 m / E-138 EP3-RB-01	STW / CCV ¹

Tabelle 4.1: WEA Konfigurationen

Die IEC 61400-1 führt eine Standardluftdichte von 1,255 kg/m³ auf, die bei der Evaluierung der Komponenten zu beachten ist. Die angegebene Luftdichte gibt den durchschnittlichen Wert bei 1000 m über NN Installationshöhe an. Dieser Wert wurde für die vorliegenden Prüfungen herangezogen.

4.2 Klimatische Bedingungen

Die WEA Konfigurationen in Tabelle 4.1 sind für die folgenden Temperaturbedingungen ausgelegt:

Temperatur Version:	Betriebstemperatur	Auslegungstemperatur
Standardwetter-Option (STW)	-10 °C bis +40 °C	-20 °C bis +50 °C
Kaltwetter-Option (CCV)	-40 °C bis +50 °C ²	-40 °C bis +50 °C

Tabelle 4.2: Temperaturbedingungen

4.3 Eigenschaften Elektrische Komponenten

• Generator

Typ:	ENERCON
Hersteller:	synchron
Bezeichnung:	E-138 EP3-GE-01
WEA Konfiguration:	1
Nennleistung:	3800 kW
Nennspannung:	6 * 2Y * 740 V AC
Nennstrom:	290 A
Nenndrehzahl:	10.5 min ⁻¹
Frequenz:	10.7 Hz
Isolationsklasse:	F

¹ STW: Standard Weather Edition, CCV: Cold Climate Version

² Leistungsbegrenzung unterhalb von -30 °C.

Schutzart: IP23
 Kühlart: IC3A6
 Betriebstemperaturbereich: -40 °C bis 20 °C³

• **Umrichter**

Hersteller: ENERCON
 Bezeichnung: Leistungsschrank B2B PC17034
 Artikelnummer: 663699, 663700, 720763
 WEA Konfiguration: 1
 Leistung (Netzseite): 365 kVA
 Nennspannung (Eingang): 630 V +20 %, -15 %
 Nennstrom (Eingang): 335 A
 Spannung (Ausgang): 0 - 740 V AC
 Nennstrom (Ausgang): 335 A
 Frequenz: 50 / 60 Hz ± 7 Hz
 Schutzart: IP01 (installiert IP21)
 Betriebstemperaturbereich: -25 °C bis 55 °C

• **Pitch System**

Motor:

Hersteller:	Emod	Ruckh
Prinzip:	DC Doppelschlussmotor	
Bezeichnung:	GFKB132M/4-150	GN 132/4 EP3/3
WEA Konfiguration:	1	1
Nennleistung:	5,6 kW	5,6 kW
Nennspannung (Läufer/ Erreger):	150 V DC / 162.5 V DC	150 V DC
Erregerspannung:	162,5 V DC	150 V – 170 V DC

³ Steigt die Umgebungstemperatur über 20 °C, wird der Generator temperaturgeregelt weiterbetrieben. Dieses kann zu einer Leistungsreduktion führen.

Nennstrom:	46 A	52 A
Erregerstrom:	1,1 A	1,25 A
Nenndrehzahl:	2050 min ⁻¹	2200 min ⁻¹
Nenndrehmoment:	26,1 Nm	26 Nm
Nennbremsmoment:	65 Nm	65 Nm
Isolationsklasse:	F	F
Schutzart:	IP55	IP55
Betriebstemperaturbereich:	-40 °C bis 60 °C	-40 °C bis 60 °C

Back-up System:

Typ:	Ultracapacitor	
Hersteller:	Maxwell	Nesscap
Bezeichnung:	BCAP3000	ESHSR-3000C0-002R7A8T1
WEA Konfiguration:	1	
Anzahl pro Blatt	4 Module (je 94 F, 75 V)	
Nennspannung (DC):	2,7 V (Einzelkapazität) / 75 V (Modulspannung)	

• **Azimutmotor**

Hersteller:	Ruckh	Emod
Typ:	3 Asynchronmotor	
WEA Konfiguration:	1	1
Bezeichnung:	TRB 112M-4 PT 100 Brake E-115	B 112M/4 WU
Nennleistung:	3,3 kW	3,3 kW
Nennspannung:	400 V	400 V
Nennstrom:	6,6 A	6.9 A
Nenndrehzahl:	1360 min ⁻¹	1350 min ⁻¹
Frequenz:	50 Hz	50 Hz
Isolationsklasse:	H	F
Schutzart:	IP55	IP55

Bauklasse:	IM V1	B5 / V1
Betriebstemperaturbereich:	-40 °C bis 60 °C	max. 60 °C ⁴

- **Schleifring**

Hersteller:	ENERCON
Bezeichnung:	EP3-002-BH1
WEA Konfiguration:	1
Kontakte:	29 + 1 FORJ
Nenn Drehzahl:	13 min ⁻¹
Schutzart:	IP53
Betriebstemperaturbereich:	-30 °C bis 70 °C

- **Transformator**

Hersteller:	J. Schneider Elektrotechnik
Bezeichnung:	HPNW 4200A-1775T07001
WEA Konfiguration:	1
Typ:	flüssigkeitsgefüllt
Frequenz:	50 Hz
Nennleistung:	4200 kVA
Nennspannung (HV):	10.0 kV
Nennspannung (LV):	630 V
Schaltgruppe:	Dyn5
Tab:	+2,5/5/7,5/10 %
Isoliermedium:	Ester Midel 7131
Kühlung:	KFWF
Schutzart:	IP00
Betriebstemperaturbereich:	-25 °C bis 50 °C

⁴ Der Motor von EMOD wird nur in der Temperaturversion STW installiert.

- **Mittelspannungsschaltanlage**

Hersteller:	Driescher	Ormazabal
Bezeichnung:	Minex ABS® zero 12-24 kV	cgm.3
WEA Konfiguration:	1	1
Frequenz:	50/60 Hz	50/60 Hz
Nennspannung:	12 kV 17.5 kV 24 kV	36 kV
Nennstrom (Stromschiene):	630 A	400/630 A
Nennstrom (Leistungsschalter):	630 A	600 A
Schutzart:	Tank IP67	Tank IPX8 ⁵
Isolationsmedium:	SF ₆	SF ₆
Lichtbogenklassifizierung:	IAC AFLR 20kA 1s	IAC AFLR 20kA 1s
Betriebstemperaturbereich:	-25 °C bis 60 °C	-30 °C bis 40 °C

- **Blitzschutz**

Blitzschutz Level: LPL I

- **Elektrische Netzanschlussbedingungen**

WEA Konfiguration:	1
Betriebsspannung:	24 kV und 36 kV
Betriebsfrequenz:	50 Hz
Spannungsungleichheit	Nicht definiert

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die eingereichten Dokumente wurden auf Vollständigkeit, Plausibilität und Erfüllung der spezifizierten Anforderungen der relevanten Normen überprüft. Diese Anforderungen resultieren insbesondere aus dem Kapitel 10 der IEC 61400-1 [2.3].

⁵ Übriges Gehäuse IP2XD

5.2 Anmerkungen

- [5.2.1] Während der Inbetriebnahme und des ersten Starts der WEA sollten einige Tests durchgeführt werden. Unter anderem sollten die installierten Kabel auf Druckstellen geprüft werden. Des Weiteren sollten die Kabelbezeichnungen mindestens stichprobenartig überprüft werden. Diese Tests sind nur zwei Beispiele für Prüfungen, die durchgeführt werden sollten, bevor die WEA in den normalen Betrieb geht.
- [5.2.2] Es ist zu beachten, dass die Blitzableitung durchgängig und korrekt mit dem Erdungssystem verbunden ist. Zusätzliche Komponenten, welche nicht Teil der vorliegenden Prüfungen sind, wie z.B. Flugbefeuerung oder Eissensoren, sind korrekt in das bestehende Blitzschutzsystem zu integrieren.
- [5.2.3] Die Konformität der Erdungsanlage des Fundamentes mit den einschlägigen Standards (DIN EN 50522, bzw. DIN 18014 für das Erdungssystem einer Hochspannungsanlage) und die Berücksichtigung der lokalen Vorschriften und Bedingungen vor Ort sind in Form eines Berichts zu dokumentieren. Dieser soll von einem lokalen Experten erstellt und als Teil der WEA Dokumentation übermittelt werden. ENERCON hat den Betreiber auf diese Tatsache hinzuweisen.
- [5.2.4] Wenn die Wahrscheinlichkeit besteht, dass Kabel von Nagetieren oder anderen Tieren beschädigt werden können, so müssen bewehrte Kabel oder Schutzrohre verwendet werden. ENERCON hat den Betreiber auf diese Tatsache hinzuweisen.
- [5.2.5] Die Erfüllung der Anforderungen der lokalen Netzbetreiber und die Einhaltung der Netzanschlusskriterien sind vom Hersteller vor der WEA-Installation zu überprüfen und nachzuweisen. Diese Nachweise sind nicht Teil der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme, sondern sind separat im Rahmen der Netzanschlussbegutachtung der Windenergieanlagen und der Windparks zu erbringen.
- [5.2.6] Die Konformitätsbescheinigung für die E-138 EP3 [1.1.1] liegt nur im Entwurf vor.
- [5.2.7] Bei Installationen der E-138 EP3 über 1000 m ü. NN ist zu prüfen, ob die elektrischen Komponenten die geänderten Anforderungen erfüllen.

5.3 Prüfbemerkungen

5.3.1 Allgemeine Anforderungen an das elektrische System

Generator

Der Generator E-138 EP3-GE-01 von ENERCON ist in der WEA E-138 EP3 [1.1.3] - [1.1.6] installiert. Es ist ein hoch-poliger Synchrongenerator. Die Funktion bei definierten Umgebungsbedingungen wird mit Hilfe von verschiedenen Temperatursensoren sichergestellt. Der Generator E-138 EP3-GE-01 wurde entsprechend den Anforderungen der IEC 60034-1 konstruiert.

Verschiedene Qualitätsprüfungen werden während der Generatorfertigung durchgeführt [1.1.7] - [1.1.8]. Die Erwärmungsprüfung wurde im Prototyp der WEA ENERCON E-138 EP3 (SN 1380001) durchgeführt. Der Testbericht [1.1.9] umfasst die Messergebnisse der thermischen Prüfung in der WEA sowie der elektrischen Prüfung beim Hersteller.

Umrichter

Die E-138 EP3 ist mit einem 4-Q-Umrichter, Bezeichnung B2B PC17034 [1.1.10] - [1.1.19], ausgerüstet. Der Umrichter wird von ENERCON konstruiert und gefertigt. Die E-138 EP3 wird insgesamt mit 12 Leistungsumrichterschranken ausgerüstet. Der B2B PC17034 wird gemäß den Anforderungen der IEC 62477-1 [2.10] entwickelt und getestet. Der Stator des Generators wird über einen dv/dt Filter und einen Trenner (Relais) angeschlossen. Der Gleichspannungszwischenkreis ist mit einem Bremschopper ausgestattet. Die Netzseite wird über eine Netzinduktivität und einem Netzfilter angeschlossen [1.1.10]. Der Umrichter wird flüssigkeitsgekühlt.

ENERCON hat mehrere Prüfungen für den Umrichter nach IEC 62477-1 durchgeführt und die Prüfergebnisse sind in den Prüfprotokollen [1.1.16] - [1.1.26] aufgeführt. Der Prüfbericht zur Messung der Einhaltung der EMV Anforderungen wurde noch nicht eingereicht, aber für den Leistungsschrank wurde eine Risikobeurteilung in Bezug auf EMV Risiken durchgeführt [1.1.136]. Die fehlende EMV Vermessung ist deshalb nicht sicherheitskritisch.

Der Umrichter ist konform zur Europäischen Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU. Im Datenblatt [1.1.11] wird die IEC 62477-1 als angewandte Norm aufgeführt. Das CE Zeichen ist auf dem Typenschild [1.1.15] eingetragen. Die Konformitätserklärung für den Umrichter wurde der Zertifizierungsstelle nicht vorgelegt.

Pitch System

Jedes Rotorblatt ist mit zwei DC Motoren ausgerüstet. Diese Motoren sind zum einen mechanisch gekoppelt und zum anderen auch elektrisch verbunden. Die Motoren werden über einen DC-Umrichter gesteuert. In besonderen Fällen können die Motoren direkt über die Notstromversorgung der Ultracapacitors versorgt werden. Die im Kapitel 4 aufgeführten Motoren werden entsprechend der IEC 60034-1 konstruiert und getestet [1.1.58] - [1.1.65].

Schleifring

Die WEA E-138 EP3 wird mit einem ENERCON eigenen Schleifringssystem ausgerüstet [1.1.47] - [1.1.50]. Der im Kapitel 4 aufgeführte Schleifring wird von ENERCON entsprechend den Umgebungsbedingungen im Hub ausgelegt. Im Schaltplan [1.1.78] sind die Verbindungen der Schleifringe korrekt dargestellt.

Azimutantrieb

Die WEA E-138 EP3 ist mit 12 Azimutantrieben, bestehend aus Motor und Getriebe, ausgerüstet [1.1.51], [1.1.52]. Es werden Drei-Phasen-Asynchron-Motoren eingesetzt. Die im Kapitel 4 aufgeführten Motoren sind entsprechend den Anforderungen der IEC

60034-1 ausgeführt und getestet. Eine Bremse und ein Temperaturfühler sind am Motor montiert [1.1.53] - [1.1.57].

Transformator

Der Transformator ist in dem E-Modul im Turmfuß installiert. In den WEA E-138 EP3 werden flüssigkeitsgefüllte (synthetisches Ester) Transformatoren eingesetzt. Die Anforderungen, wie Schutz gegen Kurzschluss, Temperatur-, Druck- oder Füllstandsüberwachung werden in den ENERCON eigenen Spezifikation [1.1.111] und [1.1.112] beschrieben. Des Weiteren sind in [1.1.112] die erforderlichen Prüfungen und Test aufgeführt.

Die Transformatoren werden abhängig von den vorgefundenen Netzbedingungen ausgewählt, angepasst und installiert. Durch diese projektspezifischen Anpassungen der Transformatoren werden im Rahmen der vorliegenden Prüfung nur jeweils exemplarisch und stellvertretend ein Transformator je Hersteller geprüft und aufgeführt. Die Transformatoren müssen wie oben beschrieben die ENERCON Anforderungen aber auch die relevanten Teile der IEC 60076 erfüllen [1.1.113], [1.1.117].

Mittelspannungsschaltanlage

Die Mittelspannungsschaltanlage ist ebenfalls in dem E-Modul im Turmfuß installiert [1.1.118], [1.1.119]. Die Schaltanlage wird, wie schon oben bei den Transformatoren beschrieben, abhängig von den vorgefundenen Netzbedingungen ausgewählt, angepasst und installiert. Durch diese projektspezifische Anpassung der Schaltanlage wird im Rahmen der vorliegenden Prüfung nur jeweils eine Schaltanlage je Hersteller exemplarisch und stellvertretend geprüft und aufgeführt. Die Schaltanlage muss zum einen die unter [1.1.118] aufgeführten Anforderungen von ENERCON sowie auch die relevanten Teile der IEC 62271 [2.9] erfüllen [1.1.120] - [1.1.125].

Schaltpläne

Die Schaltpläne [1.1.72] - [1.1.110] und zugehörigen Stücklisten wurden von uns stichprobenartig überprüft. Diese Überprüfung unter Berücksichtigung der Forderungen der IEC 60364 ergab keine Auffälligkeiten. So entsprechen z. B. die Dimensionierungen der Sicherungen den normativen Forderungen. Gegen die Installationen der Schutz- und Trenneinrichtungen gemäß den vorgelegten Schaltplänen haben wir keine Einwände.

Zusammenfassend erfüllen das elektrische System wie auch die elektrischen Komponenten die Anforderungen der IEC 61400-1.

5.3.2 Back-up Spannungsversorgungssystem

Jedes Blatt ist mit einem Back-up Spannungsversorgungssystem ausgerüstet. Diese Systeme bestehen jeweils aus vier in Serie geschalteten Kondensatormodulen (75 V, 94 F). Es können Kondensatoren der Firma Maxwell (BCAP3000) oder der Firma Nesscap (ESHSR-3000C0-002R7A8T1) eingesetzt werden. Beide Kondensatortypen können unter Kaltwetterbedingungen -40 °C bis 65 °C eingesetzt werden.

Die Kapazitätsberechnungen für den Anforderungsfall sind in [1.1.58] ausreichend aufgeführt.

Mit Hilfe des „capacitor voltage monitoring module“ wird die Spannung der Kondensatoren permanent überwacht. Die Ladung der Module erfolgt durch das im Blattregelschrank installierte „capacitor-charging module“.

Das Back-up Spannungsversorgungssystem erfüllt die Anforderungen der IEC 61400-1.

5.3.3 Elektrische Leiter

Die Auslegung der Turmkabelanlage ist in [1.1.68] beschrieben. Die Anzahl und Kabelquerschnitte wurden entsprechend den Nennströmen der E-138 EP3 und den Umgebungsbedingungen bestimmt.

Die Kabeldurchmesser und vorliegenden Kalkulationen sind nachvollziehbar und entsprechen den Anforderungen der IEC 61400-1.

5.3.4 Schutz- und Trenneinrichtungen

Die WEA ist mit Schutzgeräten zum Schutz der elektrischen Komponenten ausgestattet. Diese schützen die Turbine selbst sowie die externen elektrischen Systeme im Falle einer Fehlfunktion. Die WEA kann vom elektrischen Netz getrennt werden. Diese Netztrennung kann automatisch durchgeführt werden, z. B. bei einem Fehler, oder manuell, z. B. zu Wartungszwecken. Außerdem ist das elektrische System der WEA mit Überspannungsschutzgeräten ausgerüstet.

Bei der stichprobenhaften Prüfung der eingereichten Schaltpläne haben wir auch die Schutzgeräte geprüft. Die Prüfung hat keine Abweichungen von der IEC 60364 in Bezug auf die Schutz- und Trenneinrichtungen gezeigt.

5.3.5 Blitzschutz- und Erdungssystem

In der IEC 61400-1 [2.3] sind der Blitzschutz und das Erdungssystem in getrennten Kapiteln aufgeführt. In dieser Stellungnahme fassen wir beide Punkte zusammen, weil zum einen die Anforderungen auf den gleichen Normen basieren und zum anderen der Schutz gegen Blitzeinschläge und der Effekt der Blitzeinschläge als ein gemeinsames Problem zu betrachten sind.

Die IEC 61400-1 fordert ein Blitzschutzsystem entsprechend der IEC 62305 [2.7]. Außerdem ist für WEA die IEC 61400-24 [2.6] zu beachten.

Das Blitzschutzsystem der ENERCON WEA E-138 EP3 ist für den Gefährdungspegel LPL I ausgelegt [1.1.27]. Dies ist das höchstmögliche Schutzlevel. Die Festlegung der verschiedenen Blitzschutz zonen sowie auch der Potentialausgleich sind ebenfalls in diesem Dokument beschrieben.

Die Erdungsanlage der E-138 EP3 ist in [1.1.72] aufgezeigt. Die notwendigen Messungen des Erdungswiderstandes sind in [1.1.28] beschrieben und ein generisches Erdungssystem ist in Zeichnung [1.1.29] dargestellt. Zur Erfüllung der Anforderungen an Erdungsanlagen sind insbesondere im Rahmen der DIBt neben den IEC-Anforderungen auch die Forderungen der DIN 50522 [2.14] sowie DIN 18014 [2.15] zur Planung und Ausführung

von Erdungsanlagen zu berücksichtigen. Die Erdungsanlage muss projektspezifisch auf die vorhandenen Erdungsbedingungen angepasst werden.

Die E-138 EP3 wird mit E-138 EP3-RB-01 Rotorblättern des Herstellers ENERCON ausgerüstet. Das Design des Blattes und des Blitzschutzsystems basiert auf anderen ENERCON Rotorblättern [1.1.30]. Die Wirksamkeit des Blitzschutzsystems wurde entsprechend den Anforderungen der IEC 61400-24 bereits durch den TÜV SÜD geprüft [1.1.31] und mit Hilfe des vergleichbaren Rotorblattes E-103 EP2-RB-01 nachgewiesen. Des Weiteren ist das Blitzschutzsystem des Blattes E-138 EP3-RB-01 in den Zeichnungen [1.1.32] - [1.1.46] dargestellt.

Die Anforderungen der IEC 61400-1 werden vom Blitzschutzsystem der WEA E-138 EP3 erfüllt.

5.3.6 Selbsterregung

Die E-138 EP3 ist mit einem direkt gekoppelten Synchrongenerator ausgestattet. Der Generator wird elektrisch erregt wodurch er sich nicht selbsterregen kann. Des Weiteren ist die WEA mit einem Vollumrichtersystem ausgerüstet, dessen Leistungsschalter ermöglichen die Trennung der Generatorverbindung. Daher sind die diesbezüglichen Anforderungen der Norm 61400-1 als erfüllt anzusehen.

5.3.7 Netzverträglichkeit und elektromagnetische Verträglichkeit

Die Anforderungen an die WEA hinsichtlich der Emission von leitungsgebundenen Störungen und ihrer Immunität dagegen werden durch ein vorhandenes Erdungs- und Blitzschutzsystem und die Erfüllung der Anforderungen der IEC 62305 abgedeckt.

Die IEC 61400-1 fordert die Vermessung der Netzverträglichkeit der WEA gemäß den Forderungen der IEC 61400-21. Die Validierung der entsprechenden Ergebnisse ist zum Zeitpunkt der momentanen Prüfungen nicht möglich.

Messungen zu Netzverträglichkeit entsprechend der IEC 61400-21 und den relevanten EMV-Standards werden am Prototyp der E-138 EP3 durchgeführt. Ein Protokoll von der EMV-Messung wurde noch nicht vorgelegt. Eine Prüfspezifikation mit den geplanten Messungen liegt vor [1.1.126]. Die geplanten Messungen wurden als ausreichend bewertet. ENERCON hat für die in der E-138 EP3 installierten Komponenten eine Risikobeurteilung in Bezug auf EMV Risiken durchgeführt [1.1.127] - [1.1.141]. Das Messprotokoll der EMV-Messung sollte der Zertifizierungsstelle vorgelegt werden.

5.3.8 Weitere Anmerkungen

Die E-138 EP3 kann auch als Kalt-Wetter-Ausführung (CCV) ausgerüstet werden. Die Anpassungen für diese Variante sind in [1.2.2] beschrieben.

Unsere Prüfungen hinsichtlich der Kalt-Wetter-Tauglichkeit entsprechend den ENERCON-Anforderungen ergaben keine Abweichungen.

5.4 Schnittstellen

Die Sicherheitskette ist in [1.1.109] korrekt beschrieben. Zusätzliche Sensoren sind in den Schaltplänen dargestellt.

6 Auflagen

keine

7 Schlussfolgerung

Das elektrische System der ENERCON E-138 EP3 entspricht den Anforderungen der DIN EN 61400-1 und somit werden auch die Anforderungen der DIBt 2012 erfüllt.

Die Konformitätserklärung (CE) für die E-138 EP3 umfasst alle von ENERCON entwickelten und hergestellten elektrischen Komponenten.

Durch Modifikationen am elektrischen System, die nicht angezeigt werden, verliert diese Stellungnahme ihre Gültigkeit. Damit diese Stellungnahme gültig bleibt, sollten Änderungen der Zertifizierungsstelle Windenergie mitgeteilt und zur Prüfung vorgelegt werden.

Sachverständiger



M. Sc. Holger Grafe

Freigabe



Dr. Ralf Kotte

Gutachtliche Stellungnahme

für die Typenprüfung der Windenergieanlage E-138 EP3
unterschiedliche Konfigurationen und Nabenhöhen

- Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 -

TÜV NORD Bericht-Nr.:	8115 022 604 - 3 D, Rev. 3
Gegenstand der Prüfung:	Strukturnachweis und statischer Blatttest für das Rotorblatt E-138 EP3-RB-01. Mit Lasten nach DIBt (2012)
Anlagenhersteller	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Dokumentation:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 18 Seiten.

Revisionsindex

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	09.09.2019	Erste Revision	Dipl.-Ing. M. Passow
1	13.09.2019	Redaktionelle Korrektur Kap. 4.2 und 4.3 (Entwurfslebensdauer)	Dipl.-Ing. M. Passow
2	13.12.2019	Lasten zu Konfig. 6 aktualisiert, Redaktionelle Korrektur Kap. 1.1, 4.2 und 6, Dokumente aktualisiert: [1.2.1] - [1.2.5]; Dokumente hinzugefügt: [1.2.10]	Dipl.-Ing. M. Passow
3	18.03.2020	Neue Konfig.: E-138 EP3-ST-81-FB-C-02; Dokumente aktualisiert: [1.2.5]; Kapitel aktualisiert: 3, 4.2, 4.3 und 5.3	Dipl.-Ing. M. Passow

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	4
1.1	Geprüfte Dokumente	4
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	10
2	Prüfgrundlagen	12
3	Einleitung	12
4	Beschreibung der Komponente	13
4.1	Klimatische Bedingungen.....	13
4.2	Beschreibung der Komponentenparameter.....	13
4.3	Designlasten	13
4.4	Materialien.....	15
5	Durchgeführte Prüfung.....	15
5.1	Prüfmethode.....	15
5.2	Anmerkungen.....	16
5.3	Ergebnisse	16
5.4	Schnittstellen.....	17
6	Auflagen.....	17
7	Schlussfolgerung	18

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

- [1.1.1] "Nachweis zur Zertifizierung, Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 der Windenergieanlage E-138 EP3 Statischer Nachweis und Betriebsfestigkeit"
Dokument-Nr.: D0684216-1, Rev. 1, Datum: 18.02.2019
- [1.1.2] "Nachweis zur Zertifizierung, Blattspitze Windenergieanlage E-138 EP3 Statischer Nachweis und Betriebsfestigkeit"
Dokument-Nr.: D0649380-0, Rev. 0, Datum: 13.03.2018
- [1.1.3] "Anhang, Blattspitze Windenergieanlage E-138 EP3 Anbindung an das Rotorblatt"
Dokument-Nr.: D0649381-0, Rev. 0, Datum: 13.03.2017
- [1.1.4] "Nachweis zur Zertifizierung, Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 Serration (Hinterkantenkamm), Windenergieanlage E-138 EP3 Statischer Nachweis und Betriebsfestigkeit"
Dokument-Nr.: D0684667-0, Rev. 0, Datum: 25.05.2018
- [1.1.5] "Nachweis zur Zertifizierung, Lastvergleich Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 Trailing Edge Serrations"
Dokument-Nr.: D0796918-0, Rev. 0, Datum: 21.02.2019
- [1.1.6] "Nachweis Rotorblatt, Anhang: Sicherheitsparameter & Berechnungsformeln"
Dokument-Nr.: D0169858-1a, Rev. 1a, Datum: 20.12.2017
- [1.1.7] "Nachweis zur Zertifizierung, E-138 EP3-RB-01 mit Turm E-138 EP3-HT-160-FB-C-01 Statischer Nachweis und Betriebsfestigkeit Lastvergleich LS26++ und LS26+++"
Dokument-Nr.: D0897949-1b, Rev. 1b, Datum: 13.12.2019

Zeichnungen

- [1.1.8] "Rotor blade general dimension"
Zeichnungs-Nr.: R1381.110.10000-2, Rev. 2, Datum: 08.02.2019, 1 Seite
- [1.1.9] "Pressure face rotor blade shell, outer laminate"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10000-6, Rev. 6, Datum: 08.02.2019, 1 Seite
- [1.1.10] "Suction face rotor blade shell, outer laminate"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10001-6, Rev. 6, Datum: 08.02.2019, 1 Seite
- [1.1.11] "Suction face rotor blade shell, preform segment 2"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10002-2, Rev. 2, Datum: 09.11.2018, 1 Seite

- [1.1.12] "Suction face rotor blade shell, inner laminate reinforcement layers"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10003-1, Rev. 1, Datum: 04.05.2018, 1 Seite
- [1.1.13] "Pressure face rotor blade shell, inner laminate reinforcement layers"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10004-1, Rev. 1, Datum: 04.05.2018, 1 Seite
- [1.1.14] "Pressure face rotor blade shell, core material"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10005-2, Rev. 2, Datum: 09.11.2018, 1 Seite
- [1.1.15] "Suction face rotor blade shell, core material"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10006-2, Rev. 2, Datum: 07.09.2018, 1 Seite
- [1.1.16] "Pressure face rotor blade shell, spar boom"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10007-1, Rev. 1, Datum: 09.11.2018, 1 Seite
- [1.1.17] "Suction face rotor blade shell, spar boom"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10008-2, Rev. 2, Datum: 16.01.2019, 1 Seite
- [1.1.18] "Pressure face rotor blade shell, outer laminate reinforcement layers"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10009-1, Rev. 1, Datum: 04.05.2018, 1 Seite
- [1.1.19] "Suction face rotor blade shell, outer laminate reinforcement layers"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10010-1, Rev. 1, Datum: 04.05.2018, 1 Seite
- [1.1.20] "Pressure face rotor blade shell, inner laminate"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10011-4, Rev. 4, Datum: 08.02.2019, 1 Seite
- [1.1.21] "Suction face rotor blade shell, inner laminate"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10012-3, Rev. 3, Datum: 08.02.2019, 1 Seite
- [1.1.22] "Pressure face rotor blade shell, assembly"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10014-1, Rev. 1, Datum: 08.02.2019, 1 Seite
- [1.1.23] "Suction face rotor blade shell, assembly"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10015-1, Rev. 1, Datum: 08.02.2019, 1 Seite
- [1.1.24] "Suction face rotor blade shell, spar boom var. B"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10016-1, Rev. 1, Datum: 16.01.2019, 1 Seite
- [1.1.25] "Pressure face rotor blade shell, spar boom var. B"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10017-1, Rev. 1, Datum: 12.12.2018, 1 Seite
- [1.1.26] "Pressure face rotor blade shell, preform Segment 2"
Zeichnungs-Nr.: R1381.130.10018-0, Rev. 0, Datum: 09.11.2018, 1 Seite
- [1.1.27] "Rotor blade bonding, leading edge cap"
Zeichnungs-Nr.: R1381.140.10000-2, Rev. 2, Datum: 18.09.2018, 1 Seite

- [1.1.28] "Rotor blade bonding, assembly"
Zeichnungs-Nr.: R1381.140.10001-1, Rev. 1, Datum: 08.02.2019, 1 Seite
- [1.1.29] "Rotor blade bonding, reinforcement laminate outside"
Zeichnungs-Nr.: R1381.140.10002-2, Rev. 2, Datum: 08.02.2019, 1 Seite
- [1.1.30] "Rotor blade bonding, glue cap leading edge"
Zeichnungs-Nr.: R1381.140.10003-3, Rev. 3, Datum: 12.12.2018, 1 Seite
- [1.1.31] "Rotor blade bonding, glue cap trailing edge"
Zeichnungs-Nr.: R1381.140.10004-4, Rev. 4, Datum: 08.02.2019, 1 Seite
- [1.1.32] "Rotor blade bonding, glue cap trailing edge 2"
Zeichnungs-Nr.: R1381.140.10006-2, Rev. 2, Datum: 09.11.2018, 1 Seite
- [1.1.33] "Rotor blade bonding, connection GCTE 1+2"
Zeichnungs-Nr.: R1381.140.10007-0, Rev. 0, Datum: 07.08.2018, 1 Seite
- [1.1.34] "Rotor blade bonding, connection GC LE 1+2"
Zeichnungs-Nr.: R1381.140.10008-1, Rev. 1, Datum: 24.08.2018, 1 Seite
- [1.1.35] "Rotor blade web, hat web segment 4"
Zeichnungs-Nr.: R1381.150.10000-2, Rev. 2, Datum: 09.11.2018, 1 Seite
- [1.1.36] "Rotor blade web, web segment 5"
Zeichnungs-Nr.: R1381.150.10001-0, Rev. 0, Datum: 20.03.2018, 1 Seite
- [1.1.37] "Rotor blade web, assembly web"
Zeichnungs-Nr.: R1381.150.10003-1 Rev. 1, Datum: 08.02.2019, 1 Seite
- [1.1.38] "Rotor blade web, leading edge web segment 1"
Zeichnungs-Nr.: R1381.150.10004-1, Rev. 1, Datum: 09.11.2018, 1 Seite
- [1.1.39] "Rotor blade web, leading edge web segment 2"
Zeichnungs-Nr.: R1381.150.10005-0, Rev. 0, Datum: 17.05.2018, 1 Seite
- [1.1.40] "Rotor blade web, leading edge web segment 3"
Zeichnungs-Nr.: R1381.150.10006-2, Rev. 2, Datum: 16.01.2019, 1 Seite
- [1.1.41] "Rotor blade web, trailing edge web segment 1"
Zeichnungs-Nr.: R1381.150.10007-1, Rev. 1, Datum: 05.09.2018, 1 Seite
- [1.1.42] "Rotor blade web, trailing edge web segment 2"
Zeichnungs-Nr.: R1381.150.10008-1, Rev. 1, Datum: 05.09.2018, 1 Seite
- [1.1.43] "Rotor blade web, trailing edge web segment 3"
Zeichnungs-Nr.: R1381.150.10009-3, Rev. 3, Datum: 16.01.2019, 1 Seite

- [1.1.44] "Rotor blade web, reinforcement laminate"
Zeichnungs-Nr.: R1381.150.10010-1, Rev. 1, Datum: 08.02.2019, 1 Seite
- [1.1.45] "Rotor blade web, web TE reinforcement insert bypass"
Zeichnungs-Nr.: R1381.150.10011-1, Rev. 1, Datum: 08.02.2019, 1 Seite
- [1.1.46] "Rotor blade web, web LE reinforcement insert bypass"
Zeichnungs-Nr.: R1381.150.10012-0, Rev. 0, Datum: 18.05.2018, 1 Seite
- [1.1.47] "Rotor blade web, flatback web"
Zeichnungs-Nr.: R1381.150.10013-0, Rev. 0, Datum: 08.02.2019, 1 Seite
- [1.1.48] "Rotor blade lifting eye, assembly"
Zeichnungs-Nr.: R1381.220.10005-0, Rev. 0, Datum: 04.05.2018, 1 Seite
- [1.1.49] "Blade tip, additional fixing"
Zeichnungs-Nr.: R1381.230.10000-0, Rev. 0, Datum: 08.01.2018, 1 Seite
- [1.1.50] "Blade tip, cover"
Zeichnungs-Nr.: R1381.230.10001-0, Rev. 0, Datum: 08.01.2018, 1 Seite
- [1.1.51] "Vortex generator, assembly suction face"
Zeichnungs-Nr.: R1381.230.10002-0, Rev. 0, Datum: 04.01.2018, 1 Seite
- [1.1.52] "Trailing edge serration, assembly"
Zeichnungs-Nr.: R1381.230.10003-0, Rev. 0, Datum: 05.04.2018, 1 Seite
- [1.1.53] "Trailing edge serration, reinforcement laminate"
Zeichnungs-Nr.: R1381.230.10014-1, Rev. 1, Datum: 05.06.2018, 1 Seite
- [1.1.54] "PF and SF rotor blade shell, winding part PS1-PF/SF E-126-5/E-138-1"
Zeichnungs-Nr.: R01.130.10001-0, Rev. 0, Datum: 12.09.2018, 1 Seite
- [1.1.55] "PF and SF rotor blade shell, winding part PS3-PF/SF E-126-5/E-138-1"
Zeichnungs-Nr.: R01.130.10002-0, Rev. 0, Datum: 12.09.2018, 1 Seite
- [1.1.56] "Rotor blade bonding, winding part PS1-GC-TE/LE E-126-5/E-138-1"
Zeichnungs-Nr.: R01.140.10000-0, Rev. 0, Datum: 12.09.2018, 1 Seite
- [1.1.57] "Rotor blade bonding, winding part PS3-GC-TE/LE E-126-5/E-138-1"
Zeichnungs-Nr.: R01.140.10001-0, Rev. 0, Datum: 12.09.2018, 1 Seite
- [1.1.58] "Vortex generator, variant A R02.01"
Zeichnungs-Nr.: R92.230.027-1, Rev. 1, Datum: 08.07.2016, 1 Seite
- [1.1.59] "PF and SF rotor blade shell, preform segment 1"
Zeichnungs-Nr.: R1265.130.10002-3, Rev. 3, Datum: 06.12.2018, 1 Seite

- [1.1.60] "PF and SF rotor blade shell, preform segment 3"
Zeichnungs-Nr.: R1265.130.10003-3, Rev. 3, Datum: 06.12.2018, 1 Seite
- [1.1.61] "Rotor blade bonding, preform segment 1 glue cap TE and LE"
Zeichnungs-Nr.: R1265.140.10000-2, Rev. 2, Datum: 06.12.2018, 1 Seite
- [1.1.62] "Rotor blade bonding, preform segment 3 glue cap TE and LE"
Zeichnungs-Nr.: R1265.140.10001-2, Rev. 2, Datum: 06.12.2018, 1 Seite
- [1.1.63] "Belegungsplan, Serrations E-138 EP3-RB-01"
Dokument-Nr.: D0635175-0, Rev. 0, Datum: 15.03.2018
- [1.1.64] "Fertigungsdokumentation, Wickelplan für das Preform-Segment 1 des E-126
EP3-RB-05 im Nasswickel-Verfahren mit 620g/m²-Gelege (318mm) auf dem
Einzel-Wickelkern"
Dokument-Nr.: D0673322-0, Rev. 0, Datum: 12.02.2018
- [1.1.65] "Fertigungsdokumentation, Wickelplan für das Preform-Segment 3 des E-126
EP3-RB-05 im Nasswickel-Verfahren mit 620g/m²-Gelege (318mm) auf dem
Einzel-Wickelkern"
Dokument-Nr.: D0673323-0, Rev. 0, Datum: 09.02.2018
- [1.1.66] "Fertigungsdokumentation, Wickelplan für das Preform-Segment 2 des E-126
EP3-RB-05 im Trockenwickel-Verfahren mit 620g/m²-Gelege (318mm) auf dem
Einzel-Wickelkern"
Dokument-Nr.: D0674436-0, Rev. 0, Datum: 18.02.2018

Materialtests und -spezifikationen

- [1.1.67] "Spezifikation, Materialkennwerte für die Rotorblattauslegung"
Dokument-Nr.: D0616527-2, Rev. 2, Datum: 12.03.2018

Spezifikationen

- [1.1.68] "Spezifikation, Rotorblatt E-138 EP3-RB-01"
Dokument-Nr.: D0684414-1, Rev. 1, Datum: 21.02.2019
- [1.1.69] "Spezifikation, über zulässige Fertigungstoleranzen und festigkeitsrelevante
Mindestwerte für das Rotorblatt E138 EP3-RB-01"
Dokument-Nr.: D0650829-3, Rev. 3, Datum: 22.02.2019
- [1.1.70] "Spezifikation, über zulässige Fertigungstoleranzen und festigkeitsrelevante
Mindestwerte für Rotorblätter allgemein"
Dokument-Nr.: D0223764-2, Rev. 2, Datum: 11.01.2019

[1.1.71] "Spezifikation, über aerodynamisch bedingte Fertigungstoleranzen für das Rotorblatt E-138 EP3-RB-01"
Dokument-Nr.: D0702174-0, Rev. 0, Datum: 30.07.2018

[1.1.72] "Spezifikation, Allgemeine aerodynamisch und aero-akustisch bedingte Fertigungstoleranzen für Rotorblätter"
Dokument-Nr.: D0701822-0a, Rev. 0a, Datum: 22.02.2019

Handbücher

[1.1.73] "Dokument, Verladehandbuch E-126/138 EP3"
Dokument-Nr.: PLM-TES-DC032-VH_E-126_E-138_EP3-Rev000de-de,
Rev. 0, Datum: 26.02.2019

Blattwurzel

[1.1.74] "Nachweis zur Zertifizierung, Verbindung Blattanschluss E-138 EP3-RB-01 zum Blattadapter Windenergieanlage E-138 EP3, Statischer Nachweis und Betriebsfestigkeit für Lasten nach: DIBt und IEC"
Dokument-Nr.: D0684666-0, Rev. 0, Datum: 19.04.2018

[1.1.75] "Certification Report, Rotorblade Connection E-138 EP3-RB-01 to the blade adapter of the E-138 EP3 turbine Static and Fatigue Loads Verification"
Dokument-Nr.: D0684666-1, Rev. 1, Datum: 22.02.2019

[1.1.76] "Blattanschluss Blattflansch bearbeitet, blade connection blade flange machined"
Zeichnungs-Nr.: R1381.180.10000-1, Rev. 1, Datum: 17.01.2018

[1.1.77] "Blattanschluss Zusammenbau, blade connection assembly"
Zeichnungs-Nr.: R1381.180.10002-1, Rev. 1, Datum: 21.02.2018

[1.1.78] "Dehnhülse Ø42,4 / Ø25x160, expansion sleeve Ø42,4 / Ø25x160"
Zeichnungs-Nr.: R1261.180.10011-1, Rev. 1, Datum: 26.01.2018

[1.1.79] "Dehnhülse Ø42,4 / Ø25x180, expansion sleeve Ø42,4 / Ø25x180"
Zeichnungs-Nr.: R1261.180.10013-1, Rev. 1, Datum: 26.01.2018

[1.1.80] "Gewindebolzen DIN976 B M24x459 10.9 tZn, threaded bolt DIN976 B M24x459 10.9 HDG"
Zeichnungs-Nr.: R1381.180.10001-0, Rev. 0, Datum: 12.09.2017

[1.1.81] "Gewindebolzen DIN976 B M24x439 10.9 tZn, threaded bolt DIN976 B M24x439 10.9 HDG"
Zeichnungs-Nr.: R115.180.030-6, Rev. 6, Datum: 26.01.2018

[1.1.82] "Blattanschluss Querbolzen Ø63x190 M24, blade connection cross bolt Ø63x190 M24"
Zeichnungs-Nr.: R1261.180.10001-3, Rev. 3, Datum: 25.10.2018

[1.1.83] "Blattanschluss Querbolzen Ø63x226 M24, blade connection cross bolt Ø63x226 M24"
Zeichnungs-Nr.: R1261.180.10002-3, Rev. 3, Datum: 25.10.2018

1.2 Dazugehörige Dokumente

Auslegungslasten

[1.2.1] "Lastenbericht Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 Abdeckende Lasten für das Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 mit dem Maschinenbau E-138 EP3 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.: D0722969-3a, Rev. 3a, Datum: 19.08.2019

[1.2.2] "Betriebslastenbericht Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 Abdeckende Betriebslasten für das Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 mit dem Maschinenbau E-138 EP3 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.: D0722967-3a, Rev. 3a, Datum: 19.08.2019

[1.2.3] "Extremlastenbericht Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 Abdeckende Extremlasten für das Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 mit dem Maschinenbau E-138 EP3 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.: D0722968-3a, Rev. 3a, Datum: 19.08.2019

[1.2.4] "Lastenbericht, Maschinenbau E-138 EP3, Abdeckende Betriebs- und Extremlasten für den Maschinenbau E-138 EP3 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.: D0722965-3a, Rev. 3a, Datum: 19.08.2019

[1.2.5] TÜV NORD CERT GmbH:
"Gutachtliche Stellungnahme, Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01, verschiedene NH, DIBt WZ 2 GK II - Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau -"
TÜV NORD Bericht-Nr.: 8115 920 151 - 1 D IV, Rev. 5, Datum: 30.01.2020

Design Basis

[1.2.6] Design Basis, "Konstruktionsbasis E-126 EP3, E-138 EP3"
Dokument-Nr.: D0556048-5, Rev. 5, Datum: 26.03.2018

[1.2.7] TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG:
"Evaluation Report Wind Turbines ENERCON E-126 EP3, E-138 EP3, IEC 61400-22 - Design Basis - "
TÜV NORD Bericht-Nr.: 8115022604-0 E, Rev. 0, Datum: 28.03.2018

Statischer Rotorblatttest

- [1.2.8] "Spezifikation, Extremlast- und Betriebsfestigkeitstests Rotorblatt E-138 EP3-RB-01"
Dokument-Nr: D0724387-3, Rev. 4, Datum: 15.10.2019
- [1.2.9] "Auswertung Statischer Rotorblatttest E-138 EP3-RB-01"
Dokument-Nr.: D0783831-0a, Rev. 0a, Datum: 11.02.2019
- [1.2.10] "Auswertung Statischer Zwischentest und dynamischer My-Test E-138 EP3-RB-01 IWES "
Document-No: D0855408-0a, Rev. 0a, dated 2019-08-22
- [1.2.11] TÜV NORD CERT GmbH:
"Provisional Evaluation Report, Full-scale rotor blade tests - Rotor Blade E-138 EP3-RB-01 -"
TÜV NORD Bericht-Nr.: 8115 022 604 - 3t E, Rev. 1, Datum: 06.09.2019

Zeichnungen

- [1.2.12] "Reinforcing ring, assembly"
Zeichnungs-Nr.: R1265.200.10003-4, Rev. 4, Datum: 14.02.2019, 1 Seite
- [1.2.13] "Rotor blade lifting eye, reinforcement laminate te"
Zeichnungs-Nr.: R1381.220.10004-0, Rev. 0, Datum: 19.03.2018, 1 Seite
- [1.2.14] "Blade heating system, heating modul 50Hz"
Zeichnungs-Nr.: R1381.210.10002-1, Rev. 1, Datum: 25.04.2019, 1 Seite
- [1.2.15] "Blade heating system, overview installation"
Zeichnungs-Nr.: R1381.210.10003-1, Rev. 1, Datum: 25.04.2019, 1 Seite
- [1.2.16] "Blade skirt, assembly"
Zeichnungs-Nr.: R1381.230.10021-0, Rev. 0, Datum: 08.03.2018, 1 Seite
- [1.2.17] "Balancing chamber, installation"
Zeichnungs-Nr.: R1381.230.10023-0, Rev. 0, Datum: 08.03.2018, 1 Seite
- [1.2.18] "Liste zertifizierter Bauunterlagen, für das Rotorblatt E-138 EP3-RB-01"
Dokument-Nr.: D0685276-0, Rev. 0, Datum: 22.02.2019

Handbücher

- [1.2.19] "Wartungsanleitung Hauptwartung Windenergieanlage E-138 E3"
Dokument-Nr.: D0768894-0a, Rev. 0, gesendet 21.11.2018

[1.2.20] TÜV NORD CERT GmbH:

"Evaluation Report, Wind Turbine ENERCON E-138 EP3, Wind Class IEC IIIA
- Safety System and Manuals -"

TÜV NORD Bericht-Nr.: 8115022604-2 E, Rev. 1, Datum: 28.05.2019

2 Prüfgrundlagen

[2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt:

"Richtlinie für Windkraftanlagen Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise
für Turm und Gründung",

Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015

Anerkannte Regelwerke

[2.2] International Standard IEC 61400-22:

"Wind turbines - Part 22: Conformity testing and certification"
Edition 1.0, 2010-050

[2.3] International Standard IEC 61400-1:

"Wind turbines - Part 1: Design requirements"
3rd edition, 2005-08

[2.4] International Standard IEC 61400-1:

"Wind turbines - Part 1: Design requirements"
3rd edition, Amendment 1, 2010-10

[2.5] International Standard IEC 61400-23:

"Wind turbines - Part 23: Full-scale structural testing of rotor blades"
Edition 1.0, 2014-04

[2.6] Germanischer Lloyd:

"Rules and Guidelines, IV - Industrial Services, Part 1 -Guideline for the
Certification of Wind Turbines"
Edition 2010

3 Einleitung

Dieses Dokument beschreibt die Prozedur und die Ergebnisse der Nachweisführung des Rotorblattes E-138 EP3-RB-01 für die Windenergieanlage E-138 EP3 nach DIBt 2012 Standard mit Anlehnung an IEC 61400-22 in Kombination mit IEC 61400-1 (ed.3, 2005 und Amendment 2010).

In Revision 3 dieses Berichtes wird die Konfiguration 7 durch eine Frequenzuntersuchung der überarbeiteten Turmvariante hinzugefügt.

4 Beschreibung der Komponente

4.1 Klimatische Bedingungen

Das Rotorblatt ist für die klimatischen Bedingungen nach [2.1] ausgelegt und geprüft worden.

4.2 Beschreibung der Komponentenparameter

Das Rotorblatt besteht aus Glasfaser verstärkten Epoxy Kunststoff, der als Sandwich Konstruktion realisiert wird. Der Holmgurt besteht aus glasfaserverstärktem Epoxidmaterial, für den zwei verschiedene Materialvarianten verwendet werden, HMR-1188 und HMR-2340. Für das Kernmaterial wird Balsaholz und PET-Schaum verwendet. Zusätzlich verfügt das Rotorblatt über zwei Hauptsstege, die zusammen mit den UD Glasfaser-Gurten der oberen und unteren Schale einen Kastenträger ergeben. Das Rotorblatt wird mit Hilfe des Vakuum-Infusionsverfahren produziert.

Die Verbindung vom Rotorblattfuß zum Rotorblattflansch erfolgt über 89 T-Bolzen. Jeder T-Bolzen ist mit zwei M24-Gewindebolzen vorgespannt.

Nach [1.1.1] und [1.1.69] hat das Rotorblatt die folgenden Eigenschaften:

1. Eigenfrequenz in Schlagrichtung (HMR-1188):	0,528 Hz
1. Eigenfrequenz in Schwenkrichtung (HMR-1188):	0,803 Hz
1. Eigenfrequenz in Schlagrichtung (HMR-2340):	0,518 Hz
1. Eigenfrequenz in Schwenkrichtung (HMR-2340):	0,793 Hz
Blattmasse: (inkl. Bolzen, ohne Heizung)	19150 kg ±3%
(inkl. Bolzen, mit Heizung)	19450 kg ±3%
Schwerpunkt (Nabenmitte, ohne Heizung):	21,63 m
(Nabenmitte, mit Heizung):	21,35 m
Statisches Moment (Nabenmitte, ohne Heizung):	414 215 kgm
(Nabenmitte, mit Heizung):	415 260 kgm
Entwurfslebensdauer:	25 Jahre

Das Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 ist für den Betrieb an verschiedenen Konfigurationen vorgesehen:

Nr.	WEA	Frequenz	Max. Nennleistung	Nabenhöhe	Windklasse	Geländeklasse	geprüft mit
1	E-138 EP3-ST-81-FB-C-01	50Hz	3.5 MW	80 m	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	Strukturberechnung [1.1.1] - [1.1.6]
2	E-138 EP3-ST-111-FB-C-01	50Hz	3.5 MW	111 m	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	
3	E-138 EP3-ST-131-FB-C-01	50Hz	3.5 MW	131 m	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	

4	E-138 EP3-HT-131-ES-C-01	50Hz	3.5 MW	131 m	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	
5	E-138 EP3-HT-131-ES-C-02	50Hz	3.5 MW	131 m	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	
6	E-138 EP3-HT-160-ES-C-01	50Hz	3.5 MW	160 m	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	[1.1.7]
7	E-138 EP3-ST-81-FB-C-02	50Hz	3.5 MW	80 m	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	[1.1.1] - [1.1.6]

Table 4.1: Abgedeckte Konfigurationen

4.3 Designlasten

Das Rotorblatt wurde ursprünglich mit Designlasten [1.2.1] - [1.2.4] bemessen. Dieses Dokument beinhaltet lasteinhüllende Extrem- und Ermüdungslasten. Markov Matrizen wurden separat eingereicht.

Die Lastannahmen sind in nach der folgenden Tabelle spezifiziert:

Nr.	WEA	Spezifiziert in	Geprüft in
1	E-138 EP3-ST-81-FB-C-01	[1.2.1] - [1.2.4]	[1.2.5]
2	E-138 EP3-ST-111-FB-C-01		
3	E-138 EP3-ST-131-FB-C-01		
4	E-138 EP3-HT-131-ES-C-01		
5	E-138 EP3-HT-131-ES-C-02		
6	E-138 EP3-HT-160-ES-C-01		
7	E-138 EP3-ST-81-FB-C-02		

Table 4.2: Lastannahmen

In den Lastannahmen wurden die folgenden Eigenschaften angenommen:

- 1. Eigenfrequenz in Schlagrichtung: 0,527 Hz
- 1. Eigenfrequenz in Schwenkrichtung: 0,813 Hz
- Blattmasse: 21360 kg (inkl. Blattadapter)
- Schwerpunkt (Blattwurzel): 17.36 m (inkl. Blattadapter)
- Statisches Moment (Blattwurzel): 375517 kgm (inkl. Blattadapter)

Die Betriebslasten basieren auf einer angenommenen Auslegungszeit von 25 Jahren. Sonderereignisse verursacht durch den Transport und Errichtung sind nicht berücksichtigt worden.

4.4 Materialien

Das Rotorblatt wurde mit Materialannahmen für das Laminat, den Kernwerkstoff und den Kleber nach [1.1.67] nachgewiesen. Die metallischen Komponenten der Blattfußverbindung sind in [1.1.74] definiert.

5 Durchgeführte Prüfung

5.1 Prüfmethode

Die Design Basis [1.2.6] wurde in [1.2.7] nach IEC61400-22 [2.2] geprüft.

Der Nachweis beinhaltet die strukturelle Bewertung des Rotorblattes und des Rotorblattanschlusses (inkl. Verschraubung zum Blattlager). Darüber hinaus wurden die Eigenfrequenzen, die Masse und der Schwerpunkt des Blattes abgeprüft. Die Dokumente [1.1.1] bis [1.1.83] wurden auf Vollständigkeit und Plausibilität auf Basis der Anforderungen gemäß [2.1] und [2.2] geprüft.

Die Rotorblattschale inklusive Verschraubung zum Blattlager wurden ursprünglich mit Auslegungslasten nach [1.2.1] - [1.2.4] nachgewiesen.

Für die Bewertung des Rotorblattes wurde ein eigenständiges Finite-Elemente-Modell aufbauend auf den Zeichnungen und Materialdaten gemäß [1.1.8] - [1.1.67] erstellt, mit dessen Hilfe die Festigkeit des Rotorblattes nachgewiesen wurde.

Für den Nachweis des Blattanschlusses wurde ein separates Finite-Elemente-Modell erzeugt, welches komplett aus Volumenelementen besteht. Die Nachweise wurden für die maßgebenden Lastfälle geführt.

Der Nachweis der Materialien wurde in [1.1.67] durchgeführt. Dabei wurden die Eigenschaften aus der Auslegung mit ermittelten Materialeigenschaften gegeneinander verglichen.

Die Evaluierung umfasst die Strukturanalyse des Hinterkantenkamms [1.1.4] und [1.1.5], der Vortex-Generatoren (Verklebung in [1.1.1]) sowie der Blattspitze [1.1.2] und [1.1.3].

Um die Ergebnisse der Festigkeitsrechnung abzugleichen wurde unter Aufsicht des TÜV NORD ein statischer Blatttest nach [1.2.8] durchgeführt.

Der Turmfreigang ist nicht Teil dieser Prüfung, ist aber im Bericht zu den Lastannahmen geprüft worden. Das Blitzschutzsystem ist nicht Teil dieser Prüfung.

Der Nachweis des Rotorflanschadapters, welcher in [1.1.75] enthalten ist, ist nicht Teil dieser Prüfung.

Der Nachweis der Anbindung des Heizungssystems wurde auf Plausibilität geprüft.

Das in [1.1.73] referenzierte Handbuch wurde auf Vollständigkeit und Plausibilität auf Basis der Anforderungen gemäß [2.2] geprüft. Weitere Handbücher, wie z.B. [1.2.19], wurden gemäß [1.2.20] geprüft.

5.2 Anmerkungen

Die Vorspannung der Schraubverbindung zum Blattlager wurde mit einer minimalen Vorspannung von 162,6 kN und einer maximalen Vorspannung von 243,9 kN für den Nachweis verwendet.

Entsprechend der Gutachtlichen Stellungnahme zu den Lasten [1.2.5] sind die aerodynamischen Anbauteile Hinterkantenkamm, Vortexgenerator und Blattspitze abdeckend berücksichtigt worden.

Abweichend zu den in den Entwurfsunterlagen zitierten Lastdokumenten [1.2.1] - [1.2.3], sind in der Gutachtlichen Stellungnahme Lasten [1.2.5] neuere Revisionen der Lastdokumente zitiert. Da es sich lediglich um formelle Änderungen zwischen den Versionen handelt, sind die neueren Revisionen ebenfalls abgedeckt.

5.3 Ergebnisse

Revision 0

Die geprüften Strukturnachweise sind vollständig und in Hinblick auf die Tragfähigkeit des Rotorblattes (inkl. Schraubverbindung zum Blattlager) korrekt. Der Abgleich der Eigenfrequenzen, Rotorblattmasse und Massenschwerpunkt zeugt gute Ergebnisse.

Der statische Blatttest nach [1.2.8], entsprechend [1.2.9] und [1.2.10], wurde in [1.2.11] nach IEC 61400-23 [2.5] evaluiert und erfüllt somit auch die Anforderungen nach GL 2010 [2.6].

Alle Nachweise und Ergebnisse entsprechen den Anforderungen nach [2.1], die Restsicherheiten wurden nicht evaluiert.

Die für die Konstruktionsnachweise verwendeten Materialeigenschaften gem. [1.1.67] stimmen mit den Werten der in [1.1.67] angegebenen Materialprüfungen überein. Somit sind die Konstruktionsmaterialeigenschaften durch Tests bestätigt.

Revision 2

Im Lastvergleich [1.1.7] für die Konfigurationen 6 wird die aktuelle mit der vorhergehenden Revision der Auslegungslasten aus [1.2.1] - [1.2.4], die in [1.2.5] geprüft wurden, verglichen. Die ermittelten Abweichungen sind durch die strukturellen Restsicherheiten, wie in [1.1.7] angegeben, abgedeckt. Dieser Nachweis ist plausibel und korrekt. Die durchgeführten und in [1.2.11] geprüften Blatttests decken die aktualisierte Konfiguration 6 ab.

Revision 3

Für die Konfiguration 7 wurden keine neuen Lasten eingereicht. Diese Konfiguration wird durch die Lasten der Konfiguration 1 gemäß [1.2.5] abgedeckt. Daher ist kein neuer Lastvergleich zur Bestätigung der Konfiguration 7 erforderlich und alle Bewertungen sind auch für diese Konfiguration gültig.

5.4 Schnittstellen

Die folgenden Schnittstellen sollen betrachtet werden:

Für den Maschinenbau und die Betriebshandbücher:

- [5.4.1] Eine Vorspannung von Minimum 162,6 kN und Maximum 243,9 kN für die Schraubverbindung zum Blattlager muss beachtet werden.

6 Auflagen

- 6.1 Die ersten Eigenfrequenzen des nicht-rotierenden Blattes in Schwenk- und Schlagrichtung dürfen nicht mehr als 5% von den in Abschnitt 4.3 angegebenen Werten abweichen.
- 6.2 Das Rotorblatt muss in einem Werk gefertigt werden, welches die Anforderungen nach [2.6] erfüllt.
- 6.3 Um die Kriechverformung des GFK-Anteils in der vorgespannten Verbindung an der Blattwurzel zu berücksichtigen, muss die Vorspannung der Bolzenverbindung nach 4 Wochen bzw. 300 Betriebsstunden (der kürzere der beiden Zeiträume ist maßgebend) überprüft werden.
- 6.4 Nach höchstens zwei Jahren müssen die Rotorblätter durch einen unabhängigen Sachverständigen für Rotorblätter überprüft werden. Dies kann auf höchstens vier Jahre verlängert werden, wenn durch einen vom Hersteller autorisierten Sachkundigen eine laufende (mindestens jährliche) Überwachung und Wartung durchgeführt wird. Falls erforderlich müssen vorhandene Risse oder andere Beschädigungen in der Laminatstruktur bewertet und Reparaturmaßnahmen definiert werden.
- 6.5 Für die laufenden Überwachungen und Wartungen durch den Sachkundigen des Herstellers sind die Prüfungen und deren Umfang im Wartungsprotokoll zu dokumentieren. Es sind mindestens die Blattoberfläche, der Bereich der Flanschverbindung zum Blattlager und die Vorspannung der Bolzen stichprobenartig zu überprüfen. Schäden, welche die Integrität der Struktur der Rotorblätter betreffen, müssen der TÜV NORD CERT GmbH gemeldet werden.

7 Schlussfolgerung

Vorausgesetzt die zuvor genannten Prüfbemerkungen und Auflagen werden berücksichtigt, erfüllen die unter Abschnitt 1.1 aufgeführten Unterlagen die Prüfgrundlagen gemäß Kapitel 2.

Es bestehen keine Bedenken das Rotorblatt E-138 EP3-RB-01 an der Windenergieanlage E-138 EP3 mit den in Kapitel 4.3 aufgeführten Konfigurationen zu betreiben.

Strukturelle Änderungen am Rotorblatt müssen von der Zertifizierungsstelle geprüft und genehmigt werden. Andernfalls verliert dieser Prüfbericht seine Gültigkeit.

Sachverständige(r):



Dipl.-Ing. M. Passow

Freigegeben:



Dipl.-Ing. M. Polster

Gutachtliche Stellungnahme

für die Typenprüfung der Windenergieanlage
ENERCON E-138 EP3

- Maschinenbauliche Komponenten -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8116 092 817-4 D Rev. 2

Anlagenspezifikation: Bezeichnung: E-138 EP3
Varianten: siehe Tab. 4.2
Anlagenparameter: siehe Tab. 4.2

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Prüfumfang: Auslegungsanforderungen für maschinenbauliche
Komponenten gem. DIN EN 61400-1:2011
inkl. deren Verwendung in Windenergieanlagen

Auslegungslasten: Geprüfte Lastannahmen

Dieser Prüfbericht umfasst 27 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständige/r
0	16.05.2019	Erstausgabe	C. Burges
1	02.12.2019	- Anlagenvariante 6 aufgenommen - Alternativer Achszapfen hinzugefügt - Redaktionelle Änderungen	C. Burges
2	24.03.2020	- Azimutlager Shilla SLBDO 3560 hinzugefügt - Azimutlager TMB Y031.69.3212K hinzugefügt - Anlagenvariante 7 aufgenommen - Generatorstator 4.3.12.1: Zeichnungen aktualisiert - Generatorstator 4.3.12.2 hinzugefügt - Generatorrotor 4.3.13.1: Zeichnungen aktualisiert	C. Burges

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	5
1.1	Geprüfte Dokumente	5
1.2	Dazugehörige Dokumente	10
1.3	Lastannahmen	13
1.4	Zugehörige Prüfberichte	13
1.5	Hauptzeichnungen	13
2	Prüfgrundlagen	13
3	Einleitung	14
4	Beschreibung der Windenergieanlage	14
4.1	Anlagenkonzept	14
4.2	Umgebungsbedingungen	14
4.3	Geprüfte mechanische Komponenten und Strukturen	14
4.3.1	Blattadapter	15
4.3.2	Blattlager	15
4.3.3	Blattverstellgetriebe	16
4.3.4	Rotornabe	17
4.3.5	Hauptlagerung	17
4.3.6	Rotorträger	18
4.3.7	Achszapfen	18
4.3.8	Achsdeckel	19
4.3.9	Rotorarretierung	19
4.3.10	Rotorbremse	19
4.3.11	Maschinenträger	19
4.3.12	Generatorstator	20
4.3.13	Generatorrotor	20
4.3.14	Azimutgetriebe	21
4.3.15	Azimutlager	22
4.3.16	Hydrauliksystem	22
4.4	Verwendung in Windenergieanlagen	23
5	Durchgeführte Prüfungen	23
5.1	Prüfmethoden	23
5.2	Mechanische Komponenten und Antriebe	24
5.3	Haupttragende Strukturen und Schraubenverbindungen	24

5.4	Hinweise und Annahmen	25
5.5	Prüfergebnis	25
5.6	Schnittstellen zum Rotorblatt und Turm	26
6	Ausstehende Nachweise	26
7	Bedingungen.....	26
8	Schlussfolgerungen	27

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

Blattadapter

- [1.1.1] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3,
Blattadapter
Dokument Nr.: D0714009-0
Rev. 0, vom 26.06.2018

Blattlager

- [1.1.2] Liebherr Components Biberach GmbH:
Prüfunterlagen Blatt Drehverbindung Windenergieanlage
Dokument Nr.: p02800-055WJ18-001_Enercon_PiB_E138EP3_D0738927-3
Rev. 3, vom 28.10.2019
- [1.1.3] IMO GmbH & Co. KG:
Slewing ring calculation report
Dokument Nr.: ber_03_02-552800-4-12619_Enercon_E138 EP3 KDR_Blatt_ap
Rev. 3, vom 08.11.2018
- [1.1.4] Thyssenkrupp Rothe Erde:
Technisches Datenblatt Rothe Erde Großwälzlager
Dokument Nr.: 18130_03
Rev. 3, vom 28.10.2019

Blattverstellgetriebe

- [1.1.5] Liebherr Components Biberach GmbH:
Calculation Pitch gearbox
Dokument Nr.: 2019-008-3
Rev. 3, vom 30.07.2019
- [1.1.6] Bonfiglioli Transmittal:
Technical Report
Dokument Nr.: I18397D_rev2
Rev. 2, vom 27.02.2019
- [1.1.7] ENERCON GmbH:
Nachweis Blattverstellmotor und -bremse E-138 EP3 KDR
Dokument Nr.: D0738902-4
Rev. 4, vom 23.09.2019

Rotornabe

- [1.1.8] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3,
Rotornabe
Dokument Nr.: D0708561-0c
Rev. 0c, vom 14.12.2018

Hauptlagerung

- [1.1.9] PSL, a. s. (ThyssenKrupp):
Technical Report - Enercon E-138 EP3 KDR, Mainshaft Bearing
Dokument Nr.: 18/17
Rev. 03, vom 10.10.2019
- [1.1.10] SKF GmbH:
Rechnerischer Nachweis zur Zertifizierung Nabenlagerung - Windenergieanlage
Enercon E-138 EP3 KDR
Dokument Nr.: Enercon / E-138 EP3 KDR / 3MW-Plattform
Rev. R04, vom 11.10.2019
- [1.1.11] Schaeffler Technologies AG & Co. KG:
Technische Dokumentation - Hauptlagerung - Windenergieanlage E138 EP3
Dokument Nr.: TD_Enercon_E138 EP3 KDR_2019-02-28_AC
Rev. AC, vom 08.11.2019

Rotorträger

- [1.1.12] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3,
Rotorträger
Dokument Nr.: D0708068-0
Rev. 0, vom 11.06.2018

Achszapfen

- [1.1.13] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3
Achszapfen
Dokument Nr.: D0697020-0
Rev. 0, vom 30.05.2018

Achsdeckel

- [1.1.14] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3,
Achsdeckel und Schraubverbindung Achsdeckel - Achszapfen
Dokument Nr.: D0703653-0
Rev. 0a, vom 11.12.2018

Rotorarretierung

[1.1.15] ENERCON GmbH:

Nachweis Rotorarretierung E-126 EP3 und E-138 EP3 E1
Dokument Nr.: D0705527-4
Rev. 4, vom 15.07.2019

Rotorbremse

[1.1.16] ENERCON GmbH:

Nachweis Rotorbremse E-126 EP3 und E-138 EP3 E1
Dokument Nr.: D0669913-4
Rev. 4, vom 15.07.2019

Maschinenträger

[1.1.17] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3,
Maschinenträger
Dokument Nr.: D0720304-0,
Rev. 0, vom 02.07.2018

Generatorstator

[1.1.18] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 Stator
Dokument Nr.: D0709378-1
Rev. 1, vom 27.02.2019

Generatorrotor

[1.1.19] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3,
Generatorrotor
Dokument Nr.: D0714590-1
Rev. 1, vom 05.03.2019

Azimutgetriebe

[1.1.20] Liebherr Components Biberach GmbH:

Calculation Yaw gearbox Enercon
Dokument Nr.: 2019-014-5
Rev. 5, vom 14.10.2019

[1.1.21] Schaeffler Technologies AG & Co. KG:

Calculation - Bearings output shaft
Dokument Nr.: 2018-02-26_Lagerberechnung_Enercon_E-126_AC12588010
Rev. -, vom 13.11.2018

[1.1.22] Bonfiglioli Trasmital:
Technical Report
Dokument Nr.: I19066D_rev2
Rev. 2, vom 04.10.2019

Azimutlager

[1.1.23] Liebherr Components Biberach GmbH:
Prüfunterlagen Azimutlager Windenergieanlage Enercon E-138 EP3 -KDR LB
D0722965
Dokument Nr.: p03203-070WA18-
001_20191028_ENERCON_YaB_EP138EP3_D0735815-3
Rev. 3, vom 28.10.2019

[1.1.24] Thyssenkrupp Rothe Erde GmbH:
Technisches Datenblatt - Rothe Erde Großwälzlager
Dokument Nr.: 18166_03
Rev. 03, vom 28.10.2019

[1.1.25] Shilla Corporation:
Technical Calculation Sheet
Dokument Nr.: SLE_Y_4_3560_EP3.03.442-1_05
Rev. 05, vom 01.11.2019

[1.1.26] Tianma (Chengdu) Precision Machinery Co., Ltd.:
TMB Slewing Bearing Calculation Report
Dokument Nr.: CR2019-11-08/0
Rev. 01, vom 08.11.2019

Azimutarretierung

[1.1.27] ENERCON GmbH:
Nachweis - Azimutmotor und -bremse E-138 EP3 KDR
Dokument Nr.: D0735277-3
Rev. 3, vom 28.11.2019

Anschlagpunkte

[1.1.28] ENERCON GmbH:
Statischer Nachweis Anschlagpunkte Vorserie E-126 EP4 und E-141 EP4
Dokument Nr.: D0546190-0
Rev. 2.0, vom 21.02.2017

[1.1.29] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung - Anschlagpunkte für Personensicherheit am
Scheibenrotor der Windenergieanlage E-126 EP3 - Statischer Nachweis
Dokument Nr.: D0695459-0
Rev. 0, vom 16.04.2018

Schraubverbindungen

[1.1.30] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3,
Schraubverbindungen des Blattflanschlagers
Dokument Nr.: D0718123-0
Rev. 0, vom 26.06.2018

[1.1.31] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3,
Schraubverbindung Rotornabe - Rotorträger
Dokument Nr.: D0709396-0
Rev. 0, vom 05.06.2018

[1.1.32] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3
Schraubverbindung Maschinenträger – Statortragstern
Dokument Nr.: D0713577-0
Rev. 0, vom 13.06.2018

[1.1.33] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3,
Schraubverbindungen des Azimutlagers, Turmkopfflansch
Dokument Nr.: D0713132-0
Rev. 0, vom 30.05.2018

[1.1.34] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3
Schraubverbindung Achszapfen – Statortragstern
Dokument Nr.: D0706727-0
Rev. 0, vom 30.05.2018

[1.1.35] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3
Achsdeckel und Schraubverbindung Achsdeckel - Achszapfen
Dokument Nr.: D0703653-0a
Rev. 0a, vom 11.12.2018

[1.1.36] ENERCON GmbH:

Dokument zur Zertifizierung ENERCON Windenergieanlage E-126 EP3 und E-
138 EP3 Schraubverbindung Maschinenträger - Statortragstern
Dokument Nr.: D0791261-0
Rev. 0, vom 05.02.2019

Lastvergleich

[1.1.37] ENERCON GmbH:

Certification report ENERCON Wind Energy Converter E-138 EP3
Dokument Nr.: D0786253-0
Rev. 0, vom 29.01.2019

[1.1.38] ENERCON GmbH:

Certification report ENERCON Wind Energy Converter E-138 EP3, Load
comparison for Statics and Fatigue, Load loop 26+++
Dokument Nr.: D0858443-0
Rev. 0, vom 14.08.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Blattlager

[1.2.1] ENERCON GmbH:

Lastaufbereitung Blattverstellungssystem E-138 EP3 KDR
Dokument Nr.: D0738900-3
Rev. 3, vom 13.09.2019

[1.2.2] ENERCON GmbH:

Spezifikation Blattflanschlager E-138 EP3 KDR
Dokument Nr.: D0738927-3
Rev. 3, vom 23.09.2019

[1.2.3] IMO GmbH & Co. KG:

Temperatureignung IMO Blattflanschlager 02-55 2800/4-12619,
Enercon E-126 / E-138 EP3
Dokument Nr.: D0689278-0a
Rev. 0a, vom 23.03.2018

[1.2.4] Liebherr-Components Biberach GmbH:

Nachweis Core Crushing "Bericht FEA"
Dokument Nr.: 190316_KUD02800-055WJ18V01_rev1_Enercon_E-
138_EP3_PiB
Rev.1 , vom 16.03.2019

Blattverstellgetriebe

[1.2.5] ENERCON GmbH:

Spezifikation Blattverstellgetriebe E-138 EP3
Dokument Nr.: D0741701-2
Rev. 2, vom 22.02.2019

[1.2.6] ENERCON GmbH:
Spezifikation Blattverstellmotor EP3/3
Dokument Nr.: D0645627-3
Rev. 3, vom 09.08.2019

[1.2.7] ENERCON GmbH:
Blattverstellgetriebetausch E-126 EP3 bzw. E-138 EP3
Dokument Nr.: D0791356-0a
Rev. 0a, vom 04.02.2019

Hauptlagerung

[1.2.8] ENERCON GmbH:
Spezifikation - Hauptlagerung E-138 EP3 KDR
Dokument Nr.: D0741617-3
Rev. 3, vom 23.09.2019

[1.2.9] SCHAEFFLER Technologies AG & Co. KG
„Cold Climate“ – Zertifikat
Dokument Nr.: D0691162-1
Rev. 1, vom 01.10.2018

Rotorbremse

[1.2.10] ENERCON GmbH:
Spezifikation - Bremszange - WD4515-BD70-HY
Dokument Nr.: D0640707-1
Rev. 1, vom 18.09.2018

Generatorstator

[1.2.11] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Stator, Statik und Betriebsfestigkeit
Dokument Nr.: D0853267-1
Rev. 1, vom 08.10.2019

Azimutgetriebe

[1.2.12] ENERCON GmbH:
Spezifikation - Azimutgetriebe E-138 EP3 - KDR
Dokument Nr.: D0735835-3
Rev. 3, vom 24.09.2019

[1.2.13] ENERCON GmbH:
Lastaufbereitung - Azimutverstellsystem E-138 EP3 – KDR
Dokument Nr.: D0735276-4
Rev. 4, vom 23.09.2019

Azimutlager

- [1.2.14] ENERCON GmbH:
Spezifikation - Azimutlager E138 EP3 -KDR
Dokument Nr.: D0735815-3
Rev. 3, vom 24.09.2019

Hydrauliksystem

- [1.2.15] ENERCON GmbH:
Spezifikation - Hydraulikaggregat E-138 EP3
Dokument Nr.: D0748849-1
Rev. 1, vom 10.01.2019
- [1.2.16] HOERBIGER Automatisierungstechnik GmbH:
Hydraulikaggregat HB14122-002A Original-Montageanleitung HEX6319B-de
Dokument Nr.: HB14122-002A
Rev. 1.1, vom 01.2019

Konstruktionsbasis

- [1.2.17] ENERCON GmbH:
Design Basis E-126, E-138 EP3
Dokument Nr.: D0556048-5
Rev. 5, vom 26.03.2018
- [1.2.18] ENERCON GmbH:
Design Basis
"Konstruktionsbasis Cold Climate Anlagen"
Dokument Nr.: D0666243-3
Rev. 3, vom 30.07.2018

Spezifikation Sphärogussteile

- [1.2.19] ENERCON GmbH:
Spezifikation, MK 02 004 - Qualitätssicherung, Sphärogussteile
Dokument Nr.: D0246506-2
Rev. 2, vom 28.06.2017

Konzept Wöhlerlinien für Gusseisen

- [1.2.20] ENERCON GmbH:
Anhang C, Allgemeines zur Betriebsfestigkeitsrechnung für Bauteile aus
Gusseisen
Dokument Nr.: D0166018-3
Rev. 3, vom 05.01.2018

1.3 Lastannahmen

- [1.3.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-RB-01, verschiedene NH, DIBt
WZ 2 GK II - Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau -
Bericht Nr.: 8115920151-1 D IV
Rev. 5, vom 30.01.2020

1.4 Zugehörige Prüfberichte

- [1.4.1] TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG:
Evaluation Report - Wind Turbines ENERCON E-126 EP3, E-138 EP3, IEC
61400-22 - Design Basis -
Bericht Nr.: 8115 022 604-0 E
Rev. 0, vom 28.03.2018
- [1.4.2] TÜV NORD CERT GmbH:
Konformitätsschreiben "Rotor Supports for Wind Turbines E-126 EP3 and E-
138 EP3"
vom 14.11.2019
- [1.4.3] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme für die Typenprüfung der Windenergieanlagen
ENERCON E-138 EP3 E2 - Maschinenbauliche Komponenten -
Bericht Nr.: 8117 142 915-4 D
Rev. 1, vom 12.12.2019

1.5 Hauptzeichnungen

- [1.5.1] ENERCON GmbH:
Gondelübersicht
Zeichnung Nr.: EP3.00.106 - 1
Rev. 1, vom 19.06.2017

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt):
Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 61400-1:2011
Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1:2005 + A1:2010)
Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010

3 Einleitung

Die in diesem Prüfbericht unter Abschnitt 4.3 gelisteten maschinenbaulichen Komponenten und Strukturen wurden hinsichtlich ihrer Anforderungen an Auslegung und Gebrauchstauglichkeit für die Verwendung in Windenergieanlagen geprüft.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Anlagenkonzept

Die technische Spezifikation der Windenergieanlage ist dem Dokument [1.2.17] zu entnehmen. Nachfolgend sind die wichtigsten Kenngrößen aufgeführt:

Antriebskonzept:	Direktantrieb
Auslegungslebensdauer für alle Komponenten:	25 Jahre
Blattarretierung:	Motorbremsen der Pitchantriebe
Blattverstellungssystem:	Verstellgetriebe mit Motor
Windrichtungsnachführung:	Verstellgetriebe mit Motor
Arretierung der Windrichtungsnachführung:	Motorbremsen der Azimutantriebe
Generatortyp:	Synchron
Generatorbezeichnung:	E-138 EP3-GE-01
Generatorhersteller:	ENERCON GmbH

4.2 Umgebungsbedingungen

Die maschinenbaulichen Komponenten wurden für die in Tabelle 4.1 aufgeführten Umgebungstemperaturen geprüft.

Bedingung	Temperaturbereich Betrieb	Temperaturbereich Extrem
Normal	$-10\text{ °C} < t < +40\text{ °C}$	$-20\text{ °C} < t < +50\text{ °C}$

Tabelle 4.1: Temperaturbereiche

4.3 Geprüfte mechanische Komponenten und Strukturen

Für alle unten aufgeführten maschinenbaulichen Komponenten wurden Festigkeitsprüfungen oder Lastvergleiche auf der Grundlage der Auslegungslasten durchgeführt. Für den Nachweis der Komponenten wurden Spezifikationen, Auslegungsberechnungen, Datenblätter, Testberichte und Bauteilzeichnungen geprüft.

In der jeweiligen Komponentenspezifikation wird die zugehörige bauteilspezifische Hauptzeichnung zur Identifikation einer Komponente aufgeführt.

4.3.1 Blattadapter

4.3.1.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: ENERCON GmbH
Typ: Gussteil
Handelsbezeichnung: Blade adapter EP3-BA-02
Material: EN-GJS-400-18-LT
Hauptzeichnung Nr.: EP3.01.048 - 1, Rev. 1, vom 03.05.2018
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.2 Blattlager

4.3.2.1 Komponentenspezifikation

Hersteller: Liebherr Components Biberach GmbH
Typ: Zweireihige Kugeldrehverbindung
Handelsbezeichnung: 12588115
Material: 42CrMo4+QT
Hauptzeichnung Nr.: KUD02800-055WJ18-001-900
Rev. 02.4, vom 15.07.2019
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.2.2 Alternative Komponente

Hersteller: IMO GmbH & Co. KG
Typ: Zweireihige Kugeldrehverbindung
Handelsbezeichnung: 12619
Material: 42CrMo4QT
Hauptzeichnung Nr.: 02-552800/4-12619, Rev. B, vom 18.06.2018
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.2.3 Alternative Komponente

Hersteller: Thyssenkrupp Rothe Erde
Typ: Zweireihige Kugeldrehverbindung
Handelsbezeichnung: 36883230
Material: 42CrMo4 V/QT
Hauptzeichnung Nr.: 002.55.2920.000.48.140D, Rev. C, vom 06.04.2018
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.3 Blattverstellgetriebe

4.3.3.1 Komponentenspezifikation

Hersteller:	Liebherr Components Biberach GmbH
Typ:	Dreistufiges Planetengetriebe
Handelsbezeichnung:	12587200
Übersetzung:	176,4
Hauptzeichnung Nr.:	368 445 2000 99 0, Rev. 05.2, vom 30.07.2019
Schnittzeichnung Nr.:	368 445 2000 00 0, Rev. 01.4, vom 16.04.2018
Ritzelwelle Zeichnung Nr.:	368 445 2000 10 0, Rev. 01.1, vom 13.03.2018
Anzahl der Antriebe je Blatt:	2
Motor:	RUCKh GN 132/4 EP 3/3 emod GKFB132M/4-150
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.3.2 Alternative Komponente

Hersteller:	Liebherr Components Biberach GmbH
Typ:	Dreistufiges Planetengetriebe
Handelsbezeichnung:	12881014
Übersetzung:	176,4
Hauptzeichnung Nr.:	368 445 2000 99 2, Rev. 01.2, vom 30.07.2019
Schnittzeichnung Nr.:	368 445 2000 00 0, Rev. 01.4, vom 16.04.2018
Ritzelwelle Zeichnung Nr.:	368 445 2000 10 0, Rev. 01.1, vom 13.03.2018
Anzahl der Antriebe je Blatt:	2
Motor:	RUCKh GN 132/4 EP 3/3 emod GKFB132M/4-150
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.3.3 Alternative Komponente

Hersteller:	Bonfiglioli Trasmatal
Typ:	Dreistufiges Planetengetriebe
Handelsbezeichnung:	2T100142900
Übersetzung:	173,4
Hauptzeichnung Nr.:	I7070T002401, Rev. C, vom 01.07.2019
Schnittzeichnung Nr.:	A7070T008200, Rev. -, vom 30.07.2018
Ritzelwelle Zeichnung Nr.:	6630070799, Rev. -, vom 30.07.2018
Anzahl der Antriebe je Blatt:	2
Motor:	RUCKh GN 132/4 EP 3/3 emod GKFB132M/4-150
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.4 Rotornabe

4.3.4.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: ENERCON GmbH
Typ: Gussbauteil
Handelsbezeichnung: Rotornabe EP3-ROH-07
Material: EN-GJS-400-18-LT
Hauptzeichnung Nr.: EP3.01.056-3, Rev. 3, vom 06.07.2018, 2 Blätter
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.5 Hauptlagerung

4.3.5.1 Komponentenspezifikation

Hersteller: PSL, a.s. (ThyssenKrupp)
Typ: Kegelrollenlager in O-Anordnung
Nabenseitig
Handelsbezeichnung: PSL612-415
Hauptzeichnung Nr.: PSL612-415-PV_4, Rev. 4, vom 16.02.2018
Generatorseitig
Handelsbezeichnung: PSL612-416
Hauptzeichnung Nr.: PSL612-416-PV_5, Rev. 5, vom 16.02.2018
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.5.2 Alternative Komponente

Hersteller: SKF GmbH
Typ: Kegelrollenlager in O-Anordnung
Nabenseitig
Handelsbezeichnung: BT1-8212 A/VK443
Hauptzeichnung Nr.: BT1-8212 A/VK443, Rev. 1, vom 17.01.2019
Generatorseitig
Handelsbezeichnung: BT1-8213 A/VK443
Hauptzeichnung Nr.: BT1-8213 A/VK443, Rev. 1, vom 17.01.2019
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.5.3 *Alternative Komponente*

Hersteller: FAG Schaeffler Technologies AG & Co. KG
Typ: Kegelrollenlager in O-Anordnung
Nabenseitig
Handelsbezeichnung: F-627880.TR1-WPOS-H113
Hauptzeichnung Nr.: EDD F-627880.TR1-WPOS 000,
Rev. AB, vom 12.03.2018
Generatorseitig
Handelsbezeichnung: F-627881.TR1-WPOS-H113
Hauptzeichnung Nr.: EDD F-627881.TR1-WPOS 000,
Rev. AB, vom 12.03.2018
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.6 **Rotorträger**

4.3.6.1 *Komponentenspezifikation*

Auslegung: ENERCON GmbH
Typ: Gussbauteil
Handelsbezeichnung: Rotorträger E-138 EP3
Material: EN-GJS-400-18-LT
Hauptzeichnung Nr.: EP3.01.081-4, Rev. 4, vom 04.07.2019
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.7 **Achszapfen**

4.3.7.1 *Komponentenspezifikation*

Auslegung: ENERCON GmbH
Typ: Gussteil
Material: EN-GJS-400-18-LT
Hauptzeichnung Nr.: EP3.01.080-1, Rev. 01, vom 19.07.2018
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.7.2 *Alternative Komponente*

Auslegung: ENERCON GmbH
Typ: Gussteil
Handelsbezeichnung: Achszapfen EP3-AP-03
Material: EN-GJS-400-18-LT
Hauptzeichnung Nr.: EP3.01.097-0, Rev. 0, vom 22.01.2019
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.8 Achsdeckel

4.3.8.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: ENERCON GmbH
Typ: Stahlteil
Material: C45 (DIN EN 10083)
Hauptzeichnung Nr.: EP3.01.059 - 3, Rev. 3, vom 15.05.2018
Hinweis: Inkl. Schraubverbindung Achsdeckel/ Achszapfen
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.9 Rotorarretierung

4.3.9.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: ENERCON GmbH
Arretierbolzen Zeichnung Nr.: EP3.09.198 - 2, Rev. 2, vom 23.07.2018
Anzahl der Arretierungen: 3
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.10 Rotorbremse

4.3.10.1 Komponentenspezifikation

Hersteller: KTR Systems GmbH
Typ: Hydraulische Scheibenbremse
Handelsbezeichnung: KTR-STOP YAW L C-30
Hauptzeichnung Nr.: M 711257, Rev. 2, vom 05.03.2018
Anzahl der Bremsen: 3
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.11 Maschinenträger

4.3.11.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: ENERCON GmbH
Typ: Gussbauteil
Handelsbezeichnung: Maschinenträger EP3-MC-04
Material: EN-GJS-400-18-LT
Hauptzeichnung Nr.: EP3.03.444-7, Rev. 7, vom 11.01.2019, 6 Blätter
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.12 Generatorstator

4.3.12.1 Komponentenspezifikation

Auslegung:	ENERCON GmbH
Typ:	Guss- und Schweißbauteil
Material:	EN-GJS-400-18-LT / S355 J2+N
Zeichnung Nr. Statortragstern:	EP3.02.346-1, Rev. 1, vom 11.04.2018
Zeichnung Nr. Tragarm 2 Uhr:	EP3.02.458-8, Rev. 8, vom 26.04.2019
Zeichnung Nr. Tragarm 4 Uhr:	EP3.02.465-9, Rev. 9, vom 26.04.2019
Zeichnung Nr. Tragarm 6 Uhr:	EP3.02.459-8, Rev. 8, vom 26.04.2019
Zeichnung Nr. Tragarm 8 Uhr:	EP3.02.466-9, Rev. 9, vom 26.04.2019
Zeichnung Nr. Tragarm 10 Uhr:	EP3.02.457-9, Rev. 9, vom 26.04.2019
Zeichnung Nr. Tragarm 12 Uhr:	EP3.02.460-8, Rev. 8, vom 26.04.2019
Zeichnung Nr. Statorring:	EP3.02.479-1, Rev. 1, vom 27.04.2018
Zeichnung Nr. Statorring:	EP3.02.481-1, Rev. 1, vom 27.04.2018
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.12.2 Alternative Komponente

Auslegung:	ENERCON GmbH
Typ:	Guss- und Schweißbauteil
Material:	EN-GJS-400-18-LT / S355 J2+N
Zeichnung Nr. Statortragstern:	EP3.02.829-1, Rev. 1, vom 25.01.2019
Zeichnung Nr. Statortragstern:	EP3.02.830-1, Rev. 1, vom 25.01.2019
Zeichnung Nr. Tragarm 2 Uhr:	EP3.02.761-3, Rev. 3, vom 26.04.2019
Zeichnung Nr. Tragarm 4 Uhr:	EP3.02.763-4, Rev. 4, vom 26.04.2019
Zeichnung Nr. Tragarm 6 Uhr:	EP3.02.756-3, Rev. 3, vom 26.04.2019
Zeichnung Nr. Tragarm 8 Uhr:	EP3.02.764-4, Rev. 4, vom 26.04.2019
Zeichnung Nr. Tragarm 10 Uhr:	EP3.02.762-4, Rev. 4, vom 26.04.2019
Zeichnung Nr. Tragarm 12 Uhr:	EP3.02.760-3, Rev. 3, vom 26.04.2019
Zeichnung Nr. Statorring:	EP3.02.479-1, Rev. 1, vom 27.04.2018
Zeichnung Nr. Statorring:	EP3.02.481-1, Rev. 1, vom 27.04.2018
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.13 Generatorrotor

4.3.13.1 Komponentenspezifikation

Auslegung:	ENERCON GmbH
Typ:	Schweißbauteil
Handelsbezeichnung:	Rotor 710.7150
Material:	S355J2+N (1.0577) (DIN EN 10025)
Rotor Mittelteil Zeichnung Nr.:	EP3.02.480-4, Rev. 4, vom 06.03.2019
Rotor Seitenteil Zeichnung Nr.:	EP3.02.482-4, Rev. 4, vom 06.03.2019
Rotor Seitenteil Zeichnung Nr.:	EP3.02.484-4, Rev. 4, vom 06.03.2019
Hinweis:	Inkl. Schraubverbindung zum Rotorträger
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.14 Azimutgetriebe

4.3.14.1 Komponentenspezifikation

Hersteller:	Liebherr Components Biberach GmbH
Typ:	Vierstufiges Planetengetriebe
Handelsbezeichnung:	DAT 400/3446
Artikelcode:	12588010
Übersetzung:	1237.5
Hauptzeichnung Nr.:	368 446 4000 99 0, Rev. 03.7, vom 23.10.2019
Schnittzeichnung Nr.:	368 446 4000 00 0, Rev. 01.1, vom 20.12.2018
Ritzelwelle Zeichnung Nr.:	368 446 4000 10 0, Rev. 03.1, vom 24.05.2018
Anzahl der Antriebe:	12
Motoren:	Ruckh TRB 112M-4 PT 100 Brake E115 EMOD B 112M/4 WU
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.14.2 Alternative Komponente

Hersteller:	Liebherr Components Biberach GmbH
Typ:	Vierstufiges Planetengetriebe
Handelsbezeichnung:	DAT 400/3446
Artikelcode:	12879245
Übersetzung:	1237.5
Hauptzeichnung Nr.:	368 446 4000 99 1, Rev. 00.9, vom 25.10.2018
Schnittzeichnung Nr.:	368 446 4000 00 1, Rev. 01.2, vom 02.01.2019
Ritzelwelle Zeichnung Nr.:	368 446 4000 10 0, Rev. 03.1, vom 24.05.2018
Anzahl der Antriebe:	12
Motoren:	Ruckh TRB 112M-4 PT 100 Brake E115 EMOD B 112M/4 WU
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.14.3 Alternative Komponente

Hersteller:	Bonfiglioli Trasmital
Typ:	Vierstufiges Planetengetriebe
Handelsbezeichnung:	711 T4F
Artikelcode:	2T100142860
Übersetzung:	1247
Hauptzeichnung Nr.:	I7110T003401, Rev. C, vom 25.10.2019
Schnittzeichnung Nr.:	A7110T010501, Rev. A, vom 04.10.2019
Ritzelwelle Zeichnung Nr.:	YP00009403, Rev. -, vom 02.07.2018
Anzahl der Antriebe:	12
Motoren:	Ruckh TRB 112M-4 PT 100 Brake E115 EMOD B 112M/4 WU
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.15 Azimutlager

4.3.15.1 Komponentenspezifikation

Hersteller: Liebherr Components Biberach GmbH
Typ: Zweireihige Kugeldrehverbindung
Handelsbezeichnung: 12587508
Material: 42CrMo4+QT
Hauptzeichnung Nr.: KUD03203-070WA18-001-900,
Rev. 02.3, vom 15.07.2019
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.15.2 Alternative Komponente

Hersteller: Thyssenkrupp Rothe Erde GmbH
Typ: Zweireihige Kugeldrehverbindung
Handelsbezeichnung: 36887260
Material: 42CrMo4+QT
Hauptzeichnung Nr.: 091.70.3202.011.48.150D, Rev. A, vom 19.06.2018
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.15.3 Alternative Komponente

Hersteller: Shilla Corporation
Typ: Zweireihige Kugeldrehverbindung
Handelsbezeichnung: SLBDO 3560
Material: 42CrMo4+QT
Hauptzeichnung Nr.: SLBDO 3560, Rev. 02, vom 25.11.2019
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.15.4 Alternative Komponente

Hersteller: Tianma (Chengdu) Precision Machinery Co., Ltd
Typ: Zweireihige Kugeldrehverbindung
Handelsbezeichnung: Y031.69.3212K
Material: 42CrMo4+QT
Hauptzeichnung Nr.: Y031.69.3212, Rev. 01, vom 11.02.2020
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.16 Hydrauliksystem

4.3.16.1 Komponentenspezifikation

Hersteller: HOERBIGER Automatisierungstechnik GmbH
Handelsbezeichnung: HB14122-001A
Hauptzeichnung Nr.: HB14122-100A, Rev. -, vom 27.08.2018
Schaltplan Nr.: HB14122-001A, Rev. 2.6.3, vom 10.01.2019
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.4 Verwendung in Windenergieanlagen

Die Eignung der maschinenbaulichen Komponenten wurde für die in Tabelle 4.2 gelisteten Windenergieanlagen geprüft. Hierfür wurden die vom Hersteller ENERCON GmbH eingereichten Prüfunterlagen zugrunde gelegt. Für die dort aufgeführten Anlagenkonfigurationen liegen geprüfte Lastannahmen vor, die im Detail dem Dokument unter Punkt 1.3 zu entnehmen sind.

Variante Nr.	WEA Bez.	Nennleistung	Rotorblatt	Nabenhöhe (Turm)	DIBt 2012 Windzone	Geländekategorie
1	E-138 EP3 KDR	≤ 3.5 MW	E-138 EP3-RB-01	130.02 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-02)	WZ 2	GK II
2	E-138 EP3 KDR	≤ 3.5 MW	E-138 EP3-RB-01	109.97 m (E-138 EP3-ST-111-FB-C-01)	WZ 2	GK II
3	E-138 EP3 KDR	≤ 3.5 MW	E-138 EP3-RB-01	130.54 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-01)	WZ 2	GK II
4	E-138 EP3 KDR	≤ 3.5 MW	E-138 EP3-RB-01	80.42 m (E-138 EP3-ST-81-FB-C-01)	WZ S	GK II
5	E-138 EP3 KDR	≤ 3.5 MW	E-138 EP3-RB-01	130.08 m (E-138 EP3-ST-131-FB-C-01)	WZ 2	GK II
6	E-138 EP3 KDR	≤ 3.5 MW	E-138 EP3-RB-01	160.0 m (E-138 EP3-HT-160-ES-C-01)	WZ 2	GK II
7	E-138 EP3 KDR	≤ 3.5 MW	E-138 EP3-RB-01	80.42 m (E-138 EP3-ST-81-FB-C-02)	WZ S	GK II

Tabelle 4.2: Anlagenvarianten

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethoden

Die eingereichten Unterlagen wurden auf Vollständigkeit und Inhalt geprüft und bezüglich der Nachweismethoden und der Berechnungsgrundlagen bewertet. Dabei wurden die erforderlichen Sicherheiten und Spannungsreserven berücksichtigt. Die Prüfung erfolgte anhand von Spezifikationen, Berechnungsunterlagen und Zeichnungen, sowie zugehörigen Prüfberichten.

Die Beurteilung der statischen und betriebsfesten Auslegung der maschinenbaulichen Komponenten und Strukturen basiert auf den Anforderungen der Prüfgrundlagen. Die vorgelegten Prüfunterlagen wurden auf der Grundlage von Plausibilitätsprüfungen oder Vergleichsrechnungen unter Anwendung von analytischen oder numerischen Berechnungsmethoden bewertet.

5.2 Mechanische Komponenten und Antriebe

Die Tragfähigkeit der Kugeldrehverbindungen wurde auf der Grundlage von Hertz'schen Pressungen geprüft. Die maximalen Kontaktspannungen unter den Lastkombinationen von Axiallast, Radiallast und Kippmoment wurden mit den zulässigen Werten verglichen.

Die Lebensdauerberechnungen für die in den Antrieben verwendeten Wälzlager berücksichtigen die erforderlichen Eingangsparameter und vorhandenen Betriebsbedingungen und entsprechen dem internationalen Standard ISO 281 bzw. ISO/TS 16281.

Die Tragfähigkeit von Verzahnungen wurde unter Berücksichtigung der erforderlichen Mindestsicherheiten gegen Grübchenbildung und Zahnfußbruch nach dem internationalen Standard ISO 6336 geprüft.

Vergleichsrechnungen für die Prüfung der statischen und betriebsfesten Auslegung der Wellen erfolgten in Anlehnung an DIN 743, unter Beachtung festigkeitsrelevanter Einflüsse, wie Kerbwirkungen.

Alle weiteren lastübertragenden mechanischen Komponenten, wurden hinsichtlich ihrer statischen und betriebsfesten Auslegung auf der Grundlage der Zertifizierungsanforderungen und dem Stand der Technik geprüft.

5.3 Haupttragende Strukturen und Schraubenverbindungen

Die Bewertung der haupttragenden Strukturen bezieht sich auf Auslegungsnachweise wie Rotornabe, Blattadapter, Maschinenträger, Achszapfen, Rotorträger, Generatorrotor und Generatorstator inkl. der Schraubverbindungen zu den Anschlusskonstruktionen.

Bei Finite-Elemente-Berechnungen wurden Geometrie, Vernetzung, Elementauswahl und Randbedingungen geprüft. Die Bewertung der FE-Ergebnisse erfolgte über Vergleichsrechnungen oder Plausibilitätsprüfungen.

Schädigungsrechnungen erfolgten auf der Grundlage synthetischer Wöhlerkurven. Der Mittelspannungseinfluss und abmindernde Einflüsse auf die Schwingfestigkeit wurden berücksichtigt.

Die Festigkeit hochbeanspruchter Schraubenverbindungen wurde mit analytischen Methoden in Anlehnung an VDI 2230 Blatt 1 geprüft. Die Vergleichsrechnungen berücksichtigen dabei die auslegungsrelevanten Berechnungsgrößen wie Montagevorspannkraft, Krafteinleitung und Anziehungsfaktor.

Die Festigkeit einiger hochbeanspruchter Schraubenverbindungen wurden auf der Grundlage von FEM Analysen anhand detaillierter FE Modelle geprüft. Die Vorspannung der Schrauben sowie der Einfluss der Anschlusskonstruktionen wurden dabei in ausreichender Weise berücksichtigt.

Für einige Schraubverbindungen wurde von ENERCON ein statischer Wert für elastische Vorspannung angesetzt. Dabei wurden Effekte aus dem Anzugsverfahren, wie Setzungseffekte oder Verlust von Torsionsspannung direkt in dem Wert der Vorspannung berücksichtigt.

Dauerhafte plastische Dehnung in der Schraube, zum Beispiel durch Überlast, müssen durch angemessene Messmethoden abgesichert werden um Vorspannverlust zu verhindern und sind gegebenenfalls standortabhängig.

5.4 Hinweise und Annahmen

Grundlage für Vergleichsrechnungen und Plausibilitätsprüfungen sind im Allgemeinen die Angaben des Herstellers und Zulieferers. Daher wird vorausgesetzt, dass die angegebenen Spezifikationen für maschinenbauliche Komponenten und Strukturen eingehalten sowie Fertigungstoleranzen und Werkstoffqualitäten erreicht werden.

Soweit redaktionelle und technische Abweichungen oder Fehler keinen Einfluss auf die Konstruktion haben, wurde eine Korrektur der geprüften Unterlage aus Kapitel [1] nicht angefordert.

Ausschließlich das relevante Kapitel 4.11 der Berechnung [1.1.28] wurde geprüft.

An jedem Rotorblatt befinden sich zwei Verstellantriebe. In dem Dokument [1.1.7], unter Berücksichtigung der Anforderungen im Wartungshandbuch [1.2.7], wurde gezeigt, dass ein Antrieb über die Motorbremse den Wartungslasten standhalten kann um einen defekten Antrieb zu tauschen. Eine separate Arretierung ist nicht notwendig.

Der Generatorstator 4.3.12.2 der E-126 EP3 ist eine Modifikation des Generatorstators der E-138 EP3 EP2, der mit der FEM Analyse [1.2.11] nachgewiesen ist und in [1.4.3] für die E-138 EP3 EP2 freigegeben ist. Da die Statorringe zwischen der E-126 EP3 und der E-138 EP3 E2 unterschiedlich sind, sind die Tragarme des Generatorstators 4.3.12.2 am Ende zum Statorring geändert. Die geänderte Tragarmgeometrie ist aber ähnlich der Tragarmgeometrie des Generatorstators 4.3.12.1. Die Prüfung des Generatorstators 4.3.12.2 basiert auf einen Zeichnungsvergleich.

Die maschinenbaulichen Komponenten konnten über den Lastbericht [1.3.1] für die Anlagenvariante 7 der Tabelle 4.2 freigegeben werden.

5.5 Prüfergebnis

Vergleichsrechnungen und Plausibilitätsprüfungen der Festigkeitsnachweise haben ergeben, dass ausreichende Sicherheiten und Spannungsreserven bei Extrem- und Betriebslasten vorhanden sind.

5.6 Schnittstellen zum Rotorblatt und Turm

Schraubverbindung Blattlager/ Blattadapter:	Nicht Bestandteil der maschinenbaulichen Prüfung
Schraubverbindung Azimutlager/ Turmkopfflansch:	Geprüft
Min. / max. Vorspannkraft der Schrauben M36-10.9:	387.6 kN / 581.4 kN
Turmkopfflansch:	Nicht Bestandteil der maschinenbaulichen Prüfung

6 Ausstehende Nachweise

keine

7 Bedingungen

- 7.1 Um einen ordnungsgemäßen Betrieb der Komponenten sicherzustellen, sind die Anweisungen der Komponentenhersteller hinsichtlich Montage und Instandhaltung zu beachten.

8 Schlussfolgerungen

Die im Rahmen dieses Gutachtens geprüften maschinenbaulichen Komponenten und Strukturen erfüllen die Anforderungen der Prüfgrundlagen in Bezug auf Tragfähigkeit und Auslegung für die zugrunde gelegten Annahmen, unter Beachtung der geforderten Lebensdauer von 25 Jahren.

Alle für die Prüfung erforderlichen Unterlagen sind vollständig, es gibt keine ausstehenden Nachweise.

Die unter Punkt 5.4 aufgeführten Hinweise und Annahmen sind zu beachten.

Unter Einhaltung der unter Punkt 7 genannten Bedingungen bestehen gegen die Auslegung und den Betrieb der Komponenten, sowie deren Verwendung in Windenergieanlagen gem. Tabelle 4.2, keine Bedenken.

Änderungen in der Konstruktion müssen von der Zertifizierungsstelle Windenergie zugelassen werden. Anderenfalls verliert diese Gutachtliche Stellungnahme ihre Gültigkeit

Die Sachverständige:



M.Eng. C. Burges

Freigegeben:



Dr.-Ing. W. Aldenhoff

An der Prüfung beteiligte Sachverständige:

Eng. Mecânico F. Rodriguez
Dr.-Ing. Y. Ou

Gutachtliche Stellungnahme

für die Typenprüfung der Windenergieanlage
ENERCON E-138 EP3

- Verkleidungen & Strukturen -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8116 092 817-12 D Rev. 3

Anlagenspezifikation: Bezeichnung: ENERCON E-138 EP3
Varianten: siehe Tab. 4.2
Anlagenparameter: siehe Tab. 4.2

Standortspezifikation: Windzone: WZ 2
Geländekategorie: GK II

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Prüfumfang: Auslegungsanforderungen für Verkleidungen und
Strukturen gem. DIN EN 61400-1:2011

Auslegungslasten: Geprüfte Lastannahmen

Dieser Prüfbericht umfasst 12 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständige/r
0	21.05.2019	Erstausgabe	M. Schiermann
1	29.11.2019	- WEA Variante Nr. 6 hinzugefügt - Dachmodul aktualisiert - Materialspezifikationen aktualisiert - Bedingungen für GFK Lagendicken unter Punkt 6 entfernt - redaktionelle Änderungen	Dr.-Ing. Y. Ou
2	10.12.2019	- Spinnerverkleidung Variante 1 hinzugefügt	Dr.-Ing. Y. Ou
3	20.03.2020	- WEA Variante Nr. 7 hinzugefügt	F. Rodriguez

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	5
1.3	Lastannahmen	5
1.4	Zugehörige Prüfberichte.....	5
2	Prüfgrundlagen	6
3	Einleitung.....	6
4	Beschreibung der Windenergieanlage	7
4.1	Anlagenkonzept	7
4.2	Umgebungsbedingungen	7
4.3	Geprüfte Verkleidungen und Strukturen	7
4.3.1	Gondelverkleidung	7
4.3.2	Generatorverkleidung.....	8
4.3.3	Spinnerverkleidung	8
4.3.4	Gondelbühne	8
4.3.5	Dachmodul.....	9
4.4	Verwendung in Windenergieanlagen.....	9
5	Durchgeführte Prüfungen.....	10
5.1	Prüfmethoden.....	10
5.2	Verkleidungen, Strukturen und Schraubenverbindungen	10
5.3	Hinweise und Annahmen	11
5.4	Prüfergebnis.....	11
6	Bedingungen.....	11
7	Schlussfolgerungen	12

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

Gondelverkleidung

- [1.1.1] Nachweis zur Zertifizierung - ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3
Maschinenhausverkleidung Statischer Nachweis
Dokument Nr.: D0722397-0
Rev. 0, vom 30.07.2018

Generatorverkleidung

- [1.1.2] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-126 EP3,
Generatorverkleidung, Statischer Nachweis
Dokument Nr.: D0696076-0
Rev. 0, vom 17.04.2018
- [1.1.3] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3,
Generatorverkleidung Statischer Nachweis durch Vergleich mit der E-126 EP3
Dokument Nr.: D0713491-1
Rev. 1, vom 14.12.2018

Spinnerverkleidung

- [1.1.4] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-126 EP3,
Spinnerverkleidung, Statik
Dokument Nr.: D0697829-1
Rev. 1, vom 01.06.2018
- [1.1.5] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-126 EP3,
Spinnerverkleidung, Anhang A: Schraubendaten
Dokument Nr.: D0709582-1
Rev. 1, vom 05.06.2018
- [1.1.6] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-126 EP3,
Generator- und Spinnerverkleidung, Stellungnahme zu GFK-Materialdaten,
Quadrax Versuchsergebnisse aus Mai 2018
Dokument Nr.: D0716825-0
Rev. 0, vom 21.06.2018

[1.1.7] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-126 EP3 und E-138 EP3, Spinnerverkleidung, Statik
Dokument Nr.: D0847485-0
Rev. 0, vom 11.07.2019

[1.1.8] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-126 EP3 und E-138 EP3, Spinnerverkleidung, Anhang A: Schraubendaten
Dokument Nr.: D0847488-0
Rev. 0, vom 08.07.2019

Gondelbühne

[1.1.9] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 -
Gondelbühne Statik
Dokument Nr.: D0728433-1a
Rev. 1a, vom 17.05.2019

Anschlagpunkte

[1.1.10] ENERCON GmbH

Nachweis zur Zertifizierung, Enercon Windenergieanlage E-138 EP3
Anschlagpunkte Gondelbühne Statik
Dokument Nr.: D0741987-0
Rev. 0, vom 23.08.2018

[1.1.11] ENERCON GmbH

Nachweis zur Zertifizierung, Enercon Windenergieanlage E-126 EP3,
Anschlagpunkte Dachmodul
Dokument Nr.: D0693228-1
Rev. 1, vom 21.08.2018

Dachmodul

[1.1.12] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON EP3 Plattform (E-115 EP3 E3, E-126 EP3, E-138 EP3 & E-138 EP3 E2), Dachmodul, Statik
Dokument Nr.: D0850499-0
Rev. 0, vom 22.08.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Konstruktionsbasis

[1.2.1] ENERCON GmbH:
Konstruktionsbasis E-126 EP3, E-138 EP3
Dokument Nr.: D0556048-5
Rev. 5, vom 26.03.2018

[1.2.2] ENERCON GmbH:
Konstruktionsbasis Cold Climate Anlagen
Document-ID: D0666243-3
Rev. 3, vom 30.07.2018

Materialspezifikation

[1.2.3] ENERCON GmbH:
Spezifikation für glasfaserverstärkte Verkleidungen von ENERCON WEA
Dokument Nr.: D0687898-2
Rev. 2, vom 03.07.2019

[1.2.4] ENERCON GmbH:
Spezifikation Materialdaten für GFK Verkleidungskomponenten
Dokument Nr.: D0689349-3
Rev. 3, vom 15.08.2019

1.3 Lastannahmen

[1.3.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme – Windenergieanlage E-138 EP3, RB E-138 EP3-
RB-01, verschiedene NH, DIBt WZ 2 GK II - Lastannahmen für Rotorblatt und
Maschinenbau -
Bericht Nr.: 8115 920 151-1 D IV
Rev. 5, vom 30.01.2020

1.4 Zugehörige Prüfberichte

[1.4.1] TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG:
Evaluation Report – Wind Turbines ENERCON E-126 EP3, E-138 EP3, IEC
61400-22 - Design Basis -
Bericht Nr.: 8115 022 604-0 E
Rev. 0, vom 28.03.2018

[1.4.2] TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG:
Evaluation Report – div. ENERCON Wind Turbines, IEC 61400-22
- Design Basis for Cold Climate conditions -
Bericht Nr.: 8115 599 054-0 E
Rev. 0, vom 09.08.2018

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt):
Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 61400-1:2011
Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1:2005 + A1:2010)
Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010
- [2.3] DIN EN 61400-22:2011
Windenergieanlagen - Teil 22:
Konformitätsprüfung und Zertifizierung (IEC 61400-22:2010)
Deutsche Fassung EN 61400-22:2011
- [2.4] Germanischer Lloyd GL-IV-1:
Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen
Ausgabe 2010
- [2.5] DIN Deutsches Institut für Normung e. V.:
Windenergieanlagen - Schutzmaßnahmen - Anforderungen für Konstruktion,
Betrieb und Wartung
Deutsche Fassung EN 50308:2004 + DIN EN 50308 Berichtigung 1:2008
alt. VDE 0127-100 + VDE 0127-100 Berichtigung:2011

3 Einleitung

Die in diesem Prüfbericht unter Abschnitt 4.3 gelisteten Verkleidungen und Strukturen wurden hinsichtlich ihrer Anforderungen an Auslegung und Gebrauchstauglichkeit für die Verwendung in Windenergieanlagen geprüft.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Anlagenkonzept

Die technische Spezifikation der Windenergieanlage ist den Dokumenten [1.2.1] und [1.2.2] zu entnehmen. Prüfergebnisse und Anmerkungen zur Spezifikation sind in den Berichten [1.4.1] und [1.4.2] dokumentiert.

4.2 Umgebungsbedingungen

Die Verkleidungen und Strukturen wurden für die in Tabelle 4.1 aufgeführten Umgebungstemperaturen geprüft.

Bedingung	Temperaturbereich Betrieb	Temperaturbereich Extrem
Kalklima	$-40\text{ °C} < t < +40\text{ °C}$	$-40\text{ °C} < t < +50\text{ °C}$

Tabelle 4.1: Temperaturbereiche

4.3 Geprüfte Verkleidungen und Strukturen

Für alle unten aufgeführten Verkleidungen und Strukturen wurden Festigkeitsprüfungen auf der Grundlage der Auslegungslasten durchgeführt. Für den Nachweis der Komponenten wurden Spezifikationen, Auslegungsberechnungen, Datenblätter, Testberichte und Bauteilzeichnungen geprüft.

In der jeweiligen Komponentenspezifikation wird die zugehörige bauteilspezifische Hauptzeichnung zur Identifikation einer Komponente aufgeführt.

4.3.1 Gondelverkleidung

4.3.1.1

Auslegung: ENERCON GmbH
 Typ: GFK-Struktur
 Material: siehe Spezifikationen [1.2.4]
 Hauptzeichnung Nr.: D0731954-1, Rev. 1, vom 28.11.2018
 Revisionsstände der Einzelteilzeichnungen siehe [1.1.1]
 Extremwindgeschw. v_{e50} : 54,54 m/s
 Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.2 Generatorverkleidung

4.3.2.1

Auslegung:	ENERCON GmbH
Typ:	GFK-Struktur
Material:	siehe Spezifikation [1.2.4]
Hauptzeichnung Nr.:	D0731954-1, Rev. 1, vom 28.11.2018 Revisionsstände der Einzelteilzeichnungen siehe [1.1.3]
Extremwindgeschw. v_{e50} :	54,54 m/s
Hinweis:	Inkl. Schraubverbindungen zum Generatorrotor und Generatorstator
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.3 Spinnerverkleidung

4.3.3.1

Auslegung:	ENERCON GmbH
Typ:	GFK-Struktur
Material:	siehe Spezifikation [1.2.4]
Hauptzeichnung Nr.:	D0731954-1, Rev. 1, vom 28.11.2018 Revisionsstände der Einzelteilzeichnungen siehe [1.1.4]
Extremwindgeschw. v_{e50} :	62,68 m/s
Hinweis:	Inkl. Schraubverbindung zur Rotornabe
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

Variante 1: vordere Schraubverbindung geändert (siehe [1.1.7])

Extremwindgeschw. v_{e50} :	62,68 m/s
Hinweis:	Inkl. Schraubverbindung zur Rotornabe
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.4 Gondelbühne

4.3.4.1

Auslegung:	ENERCON GmbH
Typ:	Stahlstruktur
Material:	S235JR / S355JR
Hauptzeichnung Nr.:	D0733038-0, Rev. 0, vom 16.08.2018 Revisionsstände der Einzelteilzeichnungen siehe [1.1.9]
Detail-Zchg Anschlagpkt.	EP3.03.536-0, Rev. 0, vom 09.03.2018 EP3.03.875-0, Rev. 0, vom 14.05.2019
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.5 Dachmodul

4.3.5.1

Design: ENERCON GmbH
 Typ: Stahlstruktur
 Material: S355J2
 Hauptzeichnung Nr.: EP3.03.862-2, Rev. 2, vom 14.08.2019
 Verwendung: WEA Variante Nr. 1-7 (siehe Tabelle 4.2)

4.4 Verwendung in Windenergieanlagen

Die Eignung der Verkleidungen und Strukturen wurde für die in Tabelle 4.2 gelisteten Windenergieanlagen geprüft. Hierfür wurden die vom Hersteller ENERCON GmbH eingereichten Prüfunterlagen zugrunde gelegt. Für die dort aufgeführten Anlagenkonfigurationen liegen geprüfte Lastannahmen vor, die im Detail den Dokumenten unter Punkt 1.3 zu entnehmen sind.

Variante Nr.	WEA Bezeichnung	Nennleistung	Rotorblatt	Nabenhöhe (Turm)	DIBt 2012 Windzone	Gelände-kategorie
1	E-138 EP3 KDR	≤ 3.5 MW	E-138 EP3-RB-01	130.02 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-02)	WZ 2	GK II
2	E-138 EP3 KDR	≤ 3.5 MW	E-138 EP3-RB-01	109.97 m (E-138 EP3-ST-111-FB-C-01)	WZ 2	GK II
3	E-138 EP3 KDR	≤ 3.5 MW	E-138 EP3-RB-01	130.54 m (E-138 EP3-HT-131-ES-C-01)	WZ 2	GK II
4	E-138 EP3 KDR	≤ 3.5 MW	E-138 EP3-RB-01	80.42 m (E-138 EP3-ST-81-FB-C-01)	WZ S	GK II
5	E-138 EP3 KDR	≤ 3.5 MW	E-138 EP3-RB-01	130.08 m (E-138 EP3-ST-131-FB-C-01)	WZ 2	GK II
6	E-138 EP3 KDR	≤ 3.5 MW	E-138 EP3-RB-01	160.0 m (E-138 EP3-HT-160-ES-C-01)	WZ 2	GK II
7	E-138 EP3 KDR	≤ 3.5 MW	E-138 EP3-RB-01	80.42 m (E-138 EP3-ST-81-FB-C-02)	WZ S	GK II

Tabelle 4.2: Anlagenvarianten

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethoden

Die eingereichten Unterlagen wurden auf Vollständigkeit und Inhalt geprüft und bezüglich der Nachweismethoden und der Berechnungsgrundlagen bewertet. Dabei wurden die erforderlichen Sicherheiten und Spannungsreserven berücksichtigt. Die Prüfung erfolgte anhand von Spezifikationen, Berechnungsunterlagen und Zeichnungen, sowie zugehörigen Prüfberichten.

Die Beurteilung der statischen Auslegung der Verkleidungen und Strukturen basiert auf den Anforderungen der Prüfgrundlagen. Die vorgelegten Prüfunterlagen wurden auf der Grundlage von Plausibilitätsprüfungen oder Vergleichsrechnungen unter Anwendung von analytischen oder numerischen Berechnungsmethoden bewertet.

5.2 Verkleidungen, Strukturen und Schraubenverbindungen

Bei Finite Elemente Berechnungen wurden Geometrie, Vernetzung, Elementauswahl und Randbedingungen geprüft. Die Bewertung der FE-Ergebnisse erfolgte über Vergleichsrechnungen oder Plausibilitätsprüfungen.

Die Festigkeit hochbeanspruchter Schraubenverbindungen wurden auf Grundlage von Eurocode 3 (EN 1993-1-8:2005) geprüft. Dabei wurden die unterschiedlichen Versagensarten für die maßgeblichen Verbindungen gemäß Tabelle 3.4 berücksichtigt. Die Lasten der maßgeblichen Verbindungen bestimmten sich dabei aus den zugehörigen Finite-Elemente-Analysen.

Die Tragfähigkeit der Verkleidungen wurde auf der Grundlage der GL-Richtlinie für Windenergieanlagen, Ausgabe 2010, geprüft. Hierbei wurden die Einwirkungen auf die Struktur sowie die Materialkennwerte für faserverstärkte Kunststoffe (FVK) berücksichtigt.

Die Lastannahmen für die Strukturnachweise von Gondel-, Generator- und Spinnerkleidung wurden für ständige und veränderliche Einwirkung gemäß den geltenden Richtlinien überprüft. Die speziellen Materialeigenschaften für GFK wurden dabei gesondert berücksichtigt. Der Prüfumfang beinhaltet zudem alle relevanten Befestigungen zu den primären Strukturbauteilen sowie zu Anbauten und Anschlagpunkten.

5.3 Hinweise und Annahmen

Grundlage für Vergleichsrechnungen und Plausibilitätsprüfungen sind im Allgemeinen die Angaben des Herstellers und Zulieferers. Daher wird vorausgesetzt, dass die angegebenen Spezifikationen für Verkleidungen und Strukturen eingehalten sowie Fertigungstoleranzen und Werkstoffqualitäten erreicht werden.

Die Prüfung erfolgte im Wesentlichen durch Vergleichsrechnung. Soweit die Abweichungen keinen Einfluss auf die Konstruktion haben, wurden sie in der geprüften Unterlage nicht korrigiert. Schreib-, Übertragungs- und unbedeutende Fehler ohne Einfluss auf die Auslegung wurden in der geprüften Unterlage nicht korrigiert.

5.4 Prüfergebnis

Vergleichsrechnungen und Plausibilitätsprüfungen der Festigkeitsnachweise haben ergeben, dass ausreichende Sicherheiten und Spannungsreserven bei Extremlasten vorhanden sind.

6 Bedingungen

- 6.1 Um einen ordnungsgemäßen Betrieb der Komponenten sicherzustellen, sind die Anweisungen der Komponentenhersteller hinsichtlich Montage und Instandhaltung zu beachten.
- 6.2 Für jede Art von Hebezeugen und integrierten Kränen gelten die nationalen Anforderungen der jeweiligen Maschinenrichtlinie unter Berücksichtigung der Unfallverhütungsvorschrift (DGUV).

7 Schlussfolgerungen

Die im Rahmen dieses Gutachtens geprüften Verkleidungen und Strukturen erfüllen die Anforderungen der Prüfgrundlagen in Bezug auf Tragfähigkeit und Auslegung für die zugrunde gelegten Annahmen.

Alle für die Prüfung erforderlichen Unterlagen sind vollständig, es gibt keine ausstehenden Nachweise.

Die unter Punkt 5.3 aufgeführten Hinweise und Annahmen sind zu beachten.

Unter Berücksichtigung der unter Punkt 6 genannten Bedingungen bestehen gegen die Auslegung und Betrieb der Komponenten, sowie deren Verwendung in Windenergieanlagen gem. Tabelle 4.2, keine Bedenken.

Änderungen in der Konstruktion müssen von der Zertifizierungsstelle Windenergie zugelassen werden. Anderenfalls verliert diese Gutachtliche Stellungnahme ihre Gültigkeit

Der Sachverständige:



Eng. Mecânico F. Rodriguez

Freigegeben:



Dr.-Ing. Ch. Neuhaus

Zusammenstellung Gutachtlicher Stellungnahmen

für die Typenprüfung der Windenergieanlage
ENERCON E-138 EP3 E2

TÜV NORD Bericht Nr.: 8117 142 915 D Rev. 1

Anlagenspezifikation:

Bezeichnung:	ENERCON E-138 EP3 E2
Rotorblatt:	E-138 EP3-RB-02
Max. Nennleistung:	4,2 MW
Nabenhöhen:	111 m, 131 m, 149 m, 160 m

Standortspezifikation:

Windzonen:	WZ 2
Geländekategorie:	GK II

Anlagenhersteller:

ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Diese Zusammenstellung umfasst 5 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständige
0	28.11.2019	Erstausgabe	F. Rodriguez
1	16.04.2020	Aktualisierung von Dokumenten	F. Rodriguez

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Lastannahmen	3
1.2	Sicherheitssystem und Handbücher.....	4
1.3	Elektrische Komponenten und Blitzschutz	4
1.4	Rotorblatt.....	4
1.5	Maschinenbauliche Komponenten	4
1.6	Verkleidungen und Strukturen.....	4
2	Prüfgrundlagen	5
3	Hinweise und Bedingungen	5

1 Dokumente

1.1 Lastannahmen

- [1.1.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02, NH 111 m (E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01), DIBt WZ S, GK II -
Lastannahmen für Turm und Fundament -
Bericht Nr.: 8117 142 915-1 D I
Rev. 0, vom 01.11.2019
- [1.1.2] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02, NH 149 m (E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02), DIBt WZ 2, GK II - Lastannahmen für Turm und Fundament -
Bericht Nr.: 8117 142 915-1 D II
Rev. 1, vom 11.12.2019
- [1.1.3] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02, NH 131 m (E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01), DIBt WZ S, GK II -
Lastannahmen für Turm und Fundament --
Bericht Nr.: 8117 142 915-1 D III
Rev. 0, vom 01.11.2019
- [1.1.4] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02, NH 131 m (E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02), DIBt WZ S, GK II -
Lastannahmen für Turm und Fundament -
Bericht Nr.: 8117 142 915-1 D IV
Rev. 0, vom 01.11.2019
- [1.1.5] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02, NH 160 m (E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01), DIBt WZ 2, GK II -
Lastannahmen für Turm und Fundament -
Bericht Nr.: 8117 142 915-1 D V
Rev. 2, vom 14.01.2020
- [1.1.6] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02, verschiedene NH, DIBt WZ 2 GK II - Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau -
Bericht Nr.: 8117 142 915-1 D VI
Rev. 1, vom 11.12.2019

1.2 Sicherheitssystem und Handbücher

- [1.2.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme - Windenergieanlage ENERCON E-138 EP3 E2
nach DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen (2012)
- Sicherheitssystem und Handbücher -
Bericht Nr.: 8117 142 915-2 D
Rev. 1, vom 02.04.2020

1.3 Elektrische Komponenten und Blitzschutz

- [1.3.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme ENERCON E-138 EP3 E2 - Elektrische
Komponenten und Blitzschutz -
Bericht Nr.: 8117 142 915-5 D
Rev. 1, vom 07.04.2020

1.4 Rotorblatt

- [1.4.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme für die Typenprüfung der Windenergieanlage
E-138 EP3 E2, unterschiedliche Konfigurationen und Nabenhöhen
- Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 -
Bericht Nr.: 8117 142 915-3 D
Rev. 1, vom 16.12.2019

1.5 Maschinenbauliche Komponenten

- [1.5.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme für die Typenprüfung der Windenergieanlagen
ENERCON E-138 EP3 E2 - Maschinenbauliche Komponenten -
Bericht Nr.: 8117 142 915-4 D
Rev. 1, vom 12.12.2019

1.6 Verkleidungen und Strukturen

- [1.6.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme für die Typenprüfung der Windenergieanlage
ENERCON E-115 EP3 E3 und E-138 EP3 E2 - Verkleidungen & Strukturen -
Bericht Nr.: 8116 503 696-12 D
Rev. 1, vom 20.03.2020

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt):
Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 61400-1:2011
Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1:2005 + A1:2010)
Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010

3 Hinweise und Bedingungen

Die Gutachtlichen Stellungnahmen unter Kapitel 1 wurden unter Berücksichtigung der Anforderungen der Prüfgrundlagen unter Kapitel 2 erstellt.

Es sind die Auflagen und Hinweise der unter Kapitel 1 aufgeführten Gutachtlichen Stellungnahmen zu beachten.

Die gemäß Kapitel 3, Abschnitt I der DIBt-Richtlinie [2.1] erforderlichen bautechnischen Unterlagen liegen vor. Alle weiteren unter Kapitel 3 der Richtlinie [2.1] genannten erforderlichen bautechnischen Unterlagen sind nicht Bestandteil dieser Zusammenstellung.

Der Sachverständige:



Eng. Mecânico F. Rodriguez

Freigegeben:



Dr.-Ing. W. Aldenhoff

Gutachtliche Stellungnahme

**Windenergieanlage E-138 EP3 E2
RB E-138 EP3-RB-02, NH 111 m (E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01),
DIBt WZ S, GK II**

- Lastannahmen für Turm und Fundament -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8117142915-1 D I Rev. 0

Gegenstand der Prüfung: Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3 E2, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02, Nabenhöhe 111 m (E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01) bezüglich der DIBt 2012 Windzone S, Geländekategorie II

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 12 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	01.11.2019	Erste Fassung	Simon Wiedemann

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	3
2	Prüfgrundlagen	4
3	Einleitung	5
4	Beschreibung der Windenergieanlage	6
4.1	Umgebungsbedingungen	6
4.2	Sicherheitsklasse	7
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	7
5	Durchgeführte Prüfungen.....	10
5.1	Prüfmethode.....	10
5.2	Anmerkungen.....	10
5.3	Prüfergebnis.....	10
5.4	Schnittstellen	11
6	Auflagen.....	11
7	Schlussfolgerung	12

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

- [1.1.1] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Turm,
"Lastenbericht, Turm E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01, Abdeckende Betriebs-
und Extremlasten für den Turm E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 der WEA E-138
EP3 E2 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.: D0834309-0b
Rev. 0b, Datum: 30.07.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

- [1.2.1] ENERCON GmbH:
Konstruktionsbasis,
"Konstruktionsbasis, E-138 EP3 E2"
Dokument-Nr: D0765798-1a
Rev. 1a, Datum: 12.09.2019

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

- [1.2.2] ENERCON GmbH:
Zeitreihen und Controller (elektronisch erhalten),
Dateiname: E-138_EP3_E2-HT-111-FB-C-01
Eingangsdatum: 21.06.2019
- [1.2.3] ENERCON GmbH:
Windfelder (elektronisch erhalten),
Dateiname: E-138_EP3_E2-HT-111-FB-C-01
Eingangsdatum: 21.06.2019
- [1.2.4] ENERCON GmbH:
Statement für das Bremsmoment
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Vergleich der Bremsmomente
(Rotor) – DLC 5.x"
Dokument-Nr: D0864370-0
Rev. 0, Datum: 29.08.2019
- [1.2.5] ENERCON GmbH:
Stellungnahme für die Regler Identifikation E138 EP3 E2
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Identifikation der Regler"
Dokument-Nr.: D0867416-0
Rev. 0, Datum: 09.09.2019

- [1.2.6] ENERCON GmbH:
Stellungnahme/ Beschreibung von Modellen und Methoden für die
Lastrechnung
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Modell- und
Methodenbeschreibung"
Dokument-Nr.: D0870782-0
Rev. 0, Datum: 16.09.2019
- [1.2.7] ENERCON GmbH:
Stellungnahme für die Rotor-Drehzahlen
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Drehzahlbereiche"
Dokument-Nr.: D0869627-0
Rev. 0, Datum: 12.09.2019

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter –
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen –
Windlasten: 2010-12
- [2.3] DIN EN 61400-1
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1, Ausgabe 2005 + Amendment 1, Ausgabe 2010)
Ausgabe August 2011

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung der Windenergieanlage (WEA) E-138 EP3 E2, welche im folgenden Kapitel genauer beschrieben ist.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand der DIBt [2.1] in Kombination mit der DIN EN 61400-1 Ed. 3 [2.3] durchgeführt.

Die betrachtete Anlagenkonfiguration E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02 mit einer Nabenhöhe von 111 m (E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01) ist ausgestattet mit:

- Rotorblattspitzen (Blade Tips).
- Vortexgeneratoren (Vortex Generators).
- Hinterkantenkämme (Trailing Edge Serrations).
- Gurney Flaps.

Die Randbedingungen der Lastberechnung umfassen folgende klimatische Verhältnisse, die in Kapitel 4.1 näher beschrieben werden:

- Normaltemperaturbereich (NCV) gemäß [2.3].

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.
- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichung der Anlagenmasse um bis zu ± 5 %.
 - Abweichung der Turmhöhe um bis zu ± 5 %.
 - Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105 % der 1P-Anregung bei Solldrehzahl.
 - Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90 % - 105 %] der 3P-Anregung der Solldrehzahl.
 - Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:

- Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5 % erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
- Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5 % absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

	DIBt WZ S GK II	IEC S
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	6.60 m/s	6.60 m/s
Formparameter der Weibull-Funktion k	2	2
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit V_1 (10 Minuten Mittelwert)	29.36 m/s	30.00 m/s
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit V_{50} (10 Minuten Mittelwert)	36.69 m/s	37.50 m/s
Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	0.16	0.16
Longitudinale Turbulenzintensität (EWM)	12.3 %	11.0 %
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2 m/s	2 m/s
Höhenexponent α (für EWM)	0.2 (0.16)	0.2 (0.11)
Zusätzlich berücksichtigter Höhenexponent α für die Lastfälle DLC1.1, DLC1.3 und DLC1.5	0.0	0.0
Upflow	8°	8°

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe 111 m

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.2 angegeben gültig.

¹ Ausgehend von den in den hier vorliegenden Lastannahmen ausgewiesenen Werten.

	Luftdichte [kg/m ³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1.225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1.341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1.394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-40 °C bis +40 °C
Extremer Temperaturbereich	-40 °C bis +50 °C
Netzausfälle	20 Ausfälle/Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	nicht berücksichtigt
Auslegungslbensdauer	25 Jahre

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] bzw. [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA E-138 EP3 E2 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Elektrische Nennleistung	4200 kW
Turmtyp	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01 (Stahlrohrturm)
Turmhöhe	108.28 m
Nabenhöhe	111 m
Rotorblatt	E-138 EP3-RB-02
Rotorblattlänge (inkl. Blattadapter, entlang der Pitch-Achse)	67.795 m
Rotorblattmasse (inkl. Blattadapter)	20257 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattadapteranschluss)	391410 kgm
Nominaler Rotordurchmesser	138.59 m
Rotorachsneigung	7°

Rotor-Konuswinkel	-2.5°
Rotornenndrehzahl n_r	10.8 U/min
Rotorsolldrehzahl n_s^2	11.1 U/min
Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb $n_1 - n_3$	4.4 - 12.62 U/min
Getriebeübersetzung	direktgetrieben
Netzfrequenz	irrelevant
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}$	2.0 - 28.0 m/s (Nennleistung bis 22.0 m/s)
Nennwindgeschwindigkeit v_r	12.1 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA E-138 EP3 E2, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

	Dateiname	
Rotorblattstruktur	powprod.\$PJ (1.1_w21304) df6b0efbd8561b18edf93d8d256f00ed (MD5 check sum)	
Aerodynamische Profile (Namen + T/C-Verhältnisse)	Cylinder_GF	100 %
	EC145F_VG_-WoRWiT-	45 %
	EC145F_VG_-WoRWiT-GF	45 %
	EC145F-WoRWiT-GF	45 %
	EC135F_VG_-WoRWiT-	35 %
	EC135F-WoRWiT-	35 %
	EC128_VG_WoRWiT-	28 %
	EC128-WoRWiT-	28 %
	EC122-WoRWiT-	22 %
Turmstruktur	Flexibel: powprod.\$PJ (1.1_w21304) df6b0efbd8561b18edf93d8d256f00ed (MD5 check sum)	
	Steif: powprod.\$PJ (1.1_s20102) 3583f47d3d13d600d3327e00b1e327a5 (MD5 check sum)	
Controller	DLL-Controller: Regler.dll c4d2078498bd5573cecf7dd5c72eca3f (MD5 check sum) Controller-Input: EP3_E138_E2_E-138_EP3_E2_ST_111_FB_C_PA3_0.5.5_3.4.Daten.cipher a50393a646c57d06b819d5b953c70a59 (MD5 check sum)	

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

² Drehzahl auf die im Vollastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montagetoleranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.6 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	1000 kgm
Fehler des Blattstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	-0.3°; 0°; +0.3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Durch Eisansatz verursachte Massenzunahmen an den Rotorblättern werden nicht berücksichtigt.

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $k_{x,dyn}$	steif
Horizontale Drehfeder: $k_{\varphi,dyn}$	1.E+11 Nm/rad / steif

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.8 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die ungekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Sie beziehen sich jeweils auf das isolierte Bauteil, das heißt, es findet bei der Berechnung der ungekoppelten Bauteileigenfrequenzen keine Interaktion mit weiteren im System befindlichen, schwingungsfähigen Komponenten statt. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische und starre Bodenfeder (Tabelle 4.7) sowie die Masse des Turmkopfes.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.511 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt - frei	1.228 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.817 Hz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt - frei	2.286 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.205 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.308 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.203 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.150 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.212 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.350 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.210 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.180 Hz

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA E-138 EP3 E2, E-138 EP3-RB-02, NH 111 m (E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01)

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] - [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

- 5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik, Reglerparameter, etc. kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.
- 5.2.2. Zusätzlich zu der durch unabhängige Nachrechnung geprüften Anlage, schließt diese Gutachtliche Stellungnahme auch Änderungen an der Anlage mit ein, die den Bedingungen aus Kapitel 3 entsprechen. Hierzu zählt auch das in Kapitel 3 genannte, überarbeitete Turmmodell.
- 5.2.3. Lasten während des Transports oder der Montage wurden nicht berücksichtigt.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind den Dokumenten [1.1.1] - [1.2.7] zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.1.1] beschriebenen Berechnungskoordinatensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet die Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.1].
- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.
- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.9. Bei Verwendung der Lastannahmen [1.1.1] für eine modifizierte Turmhöhe, wie in Kapitel 3 beschrieben, müssen Turm- und Fundamentlasten extrapoliert werden.
- 5.4.10. Die geprüften Unterlagen [1.1.1] wurden mit Prüfvermerk und Datumskennzeichnung versehen.

6 Auflagen

- 6.1 Beim Verlassen der Anlage darf diese nicht mit einem arretierten Rotor und gleichzeitig deaktivierter Windnachführung zurückgelassen werden.
- 6.2 Die Anlage ist mit einem Eiserkennungssystem auszustatten, das einen Betrieb mit vereisten Rotorblättern ausschließt.
- 6.3 Bei Abweichungen von mehr als $\pm 5\%$ von der 1. Turmeigenfrequenz des in der Lastberechnung verwendeten Modells sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich.

7 Schlussfolgerung

Die in [1.1.1] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3 E2, E-138 EP3-RB-02, NH 111 m (E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01) sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zu den Richtlinien [2.1] - [2.3] berechnet worden.

Sachverständiger:



M.Sc. Simon Wiedemann

Freigegeben:



M.Sc. Konstantin Konkel

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage E-138 EP3 E2
 RB E-138 EP3-RB-02, NH 149 m (E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01 und E-
 138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02),
 DIBt WZ 2, GK II

- Lastannahmen für Turm und Fundament -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8117142915-1 D II Rev. 1

Gegenstand der Prüfung: Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3 E2, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02, Nabenhöhe 149 m (E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02) bezüglich der DIBt 2012 Windzone 2, Geländekategorie II

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
 Dreekamp 5
 26605 Aurich
 Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 12 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	01.11.2019	Erste Fassung	Tim Kaczynski
1	11.12.2019	Turm E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 hinzugefügt.	Simon Wiedemann

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	3
2	Prüfgrundlagen	4
3	Einleitung	5
4	Beschreibung der Windenergieanlage	7
4.1	Umgebungsbedingungen	7
4.2	Sicherheitsklasse	8
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	8
5	Durchgeführte Prüfungen.....	10
5.1	Prüfmethode.....	10
5.2	Anmerkungen.....	11
5.3	Prüfergebnis.....	11
5.4	Schnittstellen.....	11
6	Auflagen.....	12
7	Schlussfolgerung	12

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

- [1.1.1] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Turm,
"Lastenbericht, Turm E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01, Abdeckende Betriebs-
und Extremlasten für den Turm E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01 der WEA E-
138 EP3 E2 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.:
D0833996-1a
Rev. 1a, Datum: 30.07.2019
- [1.1.2] ENERCON GmbH:
Stellungnahme für den Vergleich der Turmeigenfrequenzen zwischen E-138
EP3 E2-HT-149-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02,
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Frequenzvergleich "
Dokument-Nr.: D0871819-1a
Rev. 1a, Datum: 07.11.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

- [1.2.1] ENERCON GmbH:
Konstruktionsbasis,
"Konstruktionsbasis, E-138 EP3 E2"
Dokument-Nr: D0765798-1a
Rev. 1a, Datum: 12.09.2019

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

- [1.2.2] ENERCON GmbH:
Zeitreihen und Controller (elektronisch erhalten),
Dateiname: E-138_EP3_E2-HT-149-ES-C-01
Eingangsdatum: 21.06.2019
- [1.2.3] ENERCON GmbH:
Windfelder (elektronisch erhalten),
Dateiname: E-138_EP3_E2-HT-149-ES-C-01
Eingangsdatum: 21.06.2019

- [1.2.4] ENERCON GmbH:
Statement für das Bremsmoment
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Vergleich der Bremsmomente
(Rotor) – DLC 5.x"
Dokument-Nr: D0864370-0
Rev. 0, Datum: 29.08.2019
- [1.2.5] ENERCON GmbH:
Stellungnahme für die Regler Identifikation E138 EP3 E2
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Identifikation der Regler"
Dokument-Nr.: D0867416-0
Rev. 0, Datum: 09.09.2019
- [1.2.6] ENERCON GmbH:
Stellungnahme/ Beschreibung von Modellen und Methoden für die
Lastrechnung
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Modell- und
Methodenbeschreibung"
Dokument-Nr.: D0870782-0
Rev. 0, Datum: 16.09.2019
- [1.2.7] ENERCON GmbH:
Stellungnahme für die Rotor-Drehzahlen
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Drehzahlbereiche"
Dokument-Nr.: D0869627-0
Rev. 0, Datum: 12.09.2019

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter –
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen –
Windlasten: 2010-12
- [2.3] DIN EN 61400-1
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1, Ausgabe 2005 + Amendment 1, Ausgabe 2010)
Ausgabe August 2011

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung der Windenergieanlage (WEA) E-138 EP3 E2, welche im folgenden Kapitel genauer beschrieben ist.

Mit Rev. 1 dieser Gutachtlichen Stellungnahme wurde der Turm E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 basierend auf einem Vergleich der Turmeigenfrequenzen hinzugefügt.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand der DIBt [2.1] in Kombination mit der DIN EN 61400-1 Ed. 3 [2.3] durchgeführt.

Die betrachtete Anlagenkonfiguration E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02 mit einer Nabenhöhe von 149 m (E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02) ist ausgestattet mit:

- Rotorblattspitzen (Blade Tips).
- Vortexgeneratoren (Vortex Generators).
- Hinterkantenkämme (Trailing Edge Serrations).
- Gurney Flaps.

Die Randbedingungen der Lastberechnung umfassen folgende klimatische Verhältnisse, die in Kapitel 4.1 näher beschrieben werden:

- Normaltemperaturbereich (NCV) gemäß [2.3].

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Turm E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 mit den Turmeigenfrequenzen gegeben in [1.1.2].
- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.
- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichung der Anlagenmasse um bis zu ± 5 %.
 - Abweichung der Turmhöhe um bis zu ± 5 %.
 - Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105 % der 1P-Anregung bei Solldrehzahl.

- Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90 % - 105 %] der 3P-Anregung der Söldrehzahl.
- Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5 % erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5 % absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.

¹ Ausgehend von den in den hier vorliegenden Lastannahmen ausgewiesenen Werten.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

	DIBt WZ 2 GK II	IEC IIIA
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	7.63 m/s	7.50 m/s
Formparameter der Weibull-Funktion k	2	2
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit V_1 (10 Minuten Mittelwert)	30.81 m/s	30.00 m/s
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit V_{50} (10 Minuten Mittelwert)	38.52 m/s	37.50 m/s
Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	0.16	0.16
Longitudinale Turbulenzintensität (EWM)	12.3 %	11.0 %
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2 m/s	2 m/s
Höhenexponent α (für EWM)	0.2 (0.16)	0.2 (0.11)
Zusätzlich berücksichtigter Höhenexponent α für die Lastfälle DLC1.1, DLC1.3 und DLC1.5	0.0	0.0
Upflow	8°	8°

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe 149 m

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.2 angegeben gültig.

	Luftdichte [kg/m ³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1.225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1.341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1.394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-40 °C bis +40 °C
Extremer Temperaturbereich	-40 °C bis +50 °C
Netzausfälle	20 Ausfälle/Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	nicht berücksichtigt
Auslegungslbensdauer	25 Jahre

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] bzw. [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA E-138 EP3 E2 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Elektrische Nennleistung	4200 kW
Turmtyp	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 (Stahlrohrturm-Beton-Hybridturm)
Turmhöhe	147.155 m
Nabenhöhe	149 m
Rotorblatt	E-138 EP3-RB-02
Rotorblattlänge (inkl. Blattadapter, entlang der Pitch-Achse)	67.795 m
Rotorblattmasse (inkl. Blattadapter)	20257 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattadapteranschluss)	391410 kgm
Nominaler Rotordurchmesser	138.59 m
Rotorachsneigung	7°
Rotor-Konuswinkel	-2.5°
Rotornendrehzahl n_r	10.8 U/min
Rotorsolldrehzahl n_s^2	11.1 U/min
Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb $n_1 - n_3$	4.4 – 12.62 U/min
Getriebeübersetzung	direktgetrieben
Netzfrequenz	irrelevant
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}$	2.0 - 28.0 m/s (Nennleistung bis 22.0 m/s)
Nennwindgeschwindigkeit v_r	12.1 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA E-138 EP3 E2, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

² Drehzahl auf die im Volllastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird

	Dateiname	
Rotorblattstruktur	powprod.\$PJ (1.1_s20102) d8e4557136633f087c534a3bc72876ad (MD5 check sum)	
Aerodynamische Profile (Namen + T/C-Verhältnisse)	Cylinder_GF	100 %
	EC145F_VG_-WoRWiT-	45 %
	EC145F_VG_-WoRWiT-GF	45 %
	EC145F-WoRWiT-GF	45 %
	EC135F_VG_-WoRWiT-	35 %
	EC135F-WoRWiT-	35 %
	EC128_VG_WoRWiT-	28 %
	EC128-WoRWiT-	28 %
	EC122-WoRWiT-	22 %
EC116-WoRWiT-	16 %	
Turmstruktur	<u>Flexibel:</u> powprod.\$PJ (1.1_w20102) a3efe62408ec45de1a0b11f3a3b2ad77 (MD5 check sum)	
	<u>Steif:</u> powprod.\$PJ (1.1_s20102) d8e4557136633f087c534a3bc72876ad (MD5 check sum)	
Controller	<u>DLL-Controller:</u> Regler.dll c4d2078498bd5573cecf7dd5c72eca3f (MD5 check sum)	
	<u>Controller-Input:</u> EP3_E138_E2_E-138_EP3_E2_HT_149_ES_C_01_0.5.5_3.4.Daten.cipher fb6e84007cd7648810b417e521a3f4c2 (MD5 check sum)	

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montagetoleranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattanstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.6 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	1000 kgm
Fehler des Blattanstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	-0.3°; 0°; +0.3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Durch Eisansatz verursachte Massenzunahmen an den Rotorblättern werden nicht berücksichtigt.

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $k_{x,dyn}$	steif
Horizontale Drehfeder: $k_{\varphi,dyn}$	130000 MNm/rad / steif

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.8 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die ungekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Sie beziehen sich jeweils auf das isolierte Bauteil, das heißt, es findet bei der Berechnung der ungekoppelten Bauteileigenfrequenzen keine Interaktion mit weiteren im System befindlichen, schwingungsfähigen Komponenten statt. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische und starre Bodenfeder (Tabelle 4.7) sowie die Masse des Turmkopfes.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.511 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt - frei	1.228 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.817 Hz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt - frei	2.286 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.205 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.776 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.205 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.746 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.236 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.883 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.235 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.841 Hz

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA E-138 EP3 E2, E-138 EP3-RB-02, NH 149 m (E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02)

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] - [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

- 5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik, Reglerparameter, etc. kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.
- 5.2.2. Zusätzlich zu der durch unabhängige Nachrechnung geprüften Anlage, schließt diese Gutachtliche Stellungnahme auch Änderungen an der Anlage mit ein, die den Bedingungen aus Kapitel 3 entsprechen. Hierzu zählt auch das in Kapitel 3 genannte, überarbeitete Turmmodell.
- 5.2.3. Lasten während des Transports oder der Montage wurden nicht berücksichtigt.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind den Dokumenten [1.1.1] - [1.2.7] zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.1.1] beschriebenen Berechnungskoordinatensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet die Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.1].

- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.
- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.9. Bei Verwendung der Lastannahmen [1.1.1] für eine modifizierte Turmhöhe, wie in Kapitel 3 beschrieben, müssen Turm- und Fundamentlasten extrapoliert werden.
- 5.4.10. Die geprüften Unterlagen [1.1.1] - [1.1.2] wurden mit Prüfvermerk und Datumskennzeichnung versehen.
- 5.4.11. Die bereits mit Revision 0 geprüften und mit Datum 01.11.2019 gestempelten Unterlagen behalten weiterhin ihre Gültigkeit.

6 Auflagen

- 6.1 Beim Verlassen der Anlage darf diese nicht mit einem arretierten Rotor und gleichzeitig deaktivierter Windnachführung zurückgelassen werden.
- 6.2 Die Anlage ist mit einem Eiserkennungssystem auszustatten, das einen Betrieb mit vereisten Rotorblättern ausschließt.
- 6.3 Bei Abweichungen von mehr als $\pm 5\%$ von der 1. Turmeigenfrequenz des in der Lastberechnung verwendeten Modells sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich.

7 Schlussfolgerung

Die in [1.1.1] - [1.1.2] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3 E2, E-138 EP3-RB-02, NH 149 m (E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02) sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zu den Richtlinien [2.1] - [2.3] berechnet worden.

Sachverständiger:



M.Sc. Simon Wiedemann

Freigegeben:



M.Sc. Konstantin Konkel

Gutachtliche Stellungnahme

**Windenergieanlage E-138 EP3 E2
RB E-138 EP3-RB-02, NH 131 m (E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01),
DIBt WZ S, GK II**

- Lastannahmen für Turm und Fundament -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8117142915-1 D III Rev. 0

Gegenstand der Prüfung: Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3 E2, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02, Nabenhöhe 131 m (E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01) bezüglich der DIBt 2012 Windzone S, Geländekategorie II

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 12 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	01.11.2019	Erste Fassung	Tim Kaczynski

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	3
2	Prüfgrundlagen	4
3	Einleitung	5
4	Beschreibung der Windenergieanlage	6
4.1	Umgebungsbedingungen	6
4.2	Sicherheitsklasse	7
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	7
5	Durchgeführte Prüfungen.....	10
5.1	Prüfmethode.....	10
5.2	Anmerkungen.....	10
5.3	Prüfergebnis.....	10
5.4	Schnittstellen	11
6	Auflagen.....	11
7	Schlussfolgerung	12

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

- [1.1.1] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Turm,
"Lastenbericht, Turm E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01, Abdeckende Betriebs-
und Extremlasten für den Turm E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 der WEA E-138
EP3 E2 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.:
D0832634-0b
Rev. 0b, Datum: 30.07.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

- [1.2.1] ENERCON GmbH:
Konstruktionsbasis,
"Konstruktionsbasis, E-138 EP3 E2"
Dokument-Nr: D0765798-1a
Rev. 1a, Datum: 12.09.2019

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

- [1.2.2] ENERCON GmbH:
Zeitreihen und Controller (elektronisch erhalten),
Dateiname: E-138_EP3_E2-ST-131-FB-C-01
Eingangsdatum: 21.06.2019
- [1.2.3] ENERCON GmbH:
Windfelder (elektronisch erhalten),
Dateiname: E-138_EP3_E2-ST-131-FB-C-01
Eingangsdatum: 21.06.2019
- [1.2.4] ENERCON GmbH:
Statement für das Bremsmoment
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Vergleich der Bremsmomente
(Rotor) – DLC 5.x"
Dokument-Nr: D0864370-0
Rev. 0, Datum: 29.08.2019
- [1.2.5] ENERCON GmbH:
Stellungnahme für die Regler Identifikation E138 EP3 E2
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Identifikation der Regler"
Dokument-Nr.: D0867416-0
Rev. 0, Datum: 09.09.2019

- [1.2.6] ENERCON GmbH:
Stellungnahme/ Beschreibung von Modellen und Methoden für die
Lastrechnung
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Modell- und
Methodenbeschreibung"
Dokument-Nr.: D0870782-0
Rev. 0, Datum: 16.09.2019
- [1.2.7] ENERCON GmbH:
Stellungnahme für die Rotor-Drehzahlen
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Drehzahlbereiche"
Dokument-Nr.: D0869627-0
Rev. 0, Datum: 12.09.2019

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter –
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen –
Windlasten: 2010-12
- [2.3] DIN EN 61400-1
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1, Ausgabe 2005 + Amendment 1, Ausgabe 2010)
Ausgabe August 2011

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung der Windenergieanlage (WEA) E-138 EP3 E2, welche im folgenden Kapitel genauer beschrieben ist.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand der DIBt [2.1] in Kombination mit der DIN EN 61400-1 Ed. 3 [2.3] durchgeführt.

Die betrachtete Anlagenkonfiguration E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02 mit einer Nabenhöhe von 131 m (E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01) ist ausgestattet mit:

- Rotorblattspitzen (Blade Tips).
- Vortexgeneratoren (Vortex Generators).
- Hinterkantenkämme (Trailing Edge Serrations).
- Gurney Flaps.

Die Randbedingungen der Lastberechnung umfassen folgende klimatische Verhältnisse, die in Kapitel 4.1 näher beschrieben werden:

- Normaltemperaturbereich (NCV) gemäß [2.3].

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.
- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichung der Anlagenmasse um bis zu ± 5 %.
 - Abweichung der Turmhöhe um bis zu ± 5 %.
 - Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105 % der 1P-Anregung bei Solldrehzahl.
 - Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90 % - 105 %] der 3P-Anregung der Solldrehzahl.
 - Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:

- Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5 % erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
- Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5 % absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

	DIBt WZ S GK II	IEC S
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	6.60 m/s	6.60 m/s
Formparameter der Weibull-Funktion k	2	2
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit V_1 (10 Minuten Mittelwert)	30.15 m/s	30.00 m/s
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit V_{50} (10 Minuten Mittelwert)	37.69 m/s	37.50 m/s
Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	0.16	0.16
Longitudinale Turbulenzintensität (EWM)	12.6 %	11.0 %
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2 m/s	2 m/s
Höhenexponent α (für EWM)	0.2 (0.16)	0.2 (0.11)
Zusätzlich berücksichtigter Höhenexponent α für die Lastfälle DLC1.1, DLC1.3 und DLC1.5	0.0	0.0
Upflow	8°	8°

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe 131 m

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.2 angegeben gültig.

¹ Ausgehend von den in den hier vorliegenden Lastannahmen ausgewiesenen Werten.

	Luftdichte [kg/m³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1.225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1.341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1.394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-40 °C bis +40 °C
Extremer Temperaturbereich	-40 °C bis +50 °C
Netzausfälle	20 Ausfälle/Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	nicht berücksichtigt
Auslegungslbensdauer	25 Jahre

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] bzw. [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA E-138 EP3 E2 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Elektrische Nennleistung	4200 kW
Turmtyp	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01 (Stahlrohrturm)
Turmhöhe	128.243 m
Nabenhöhe	131 m
Rotorblatt	E-138 EP3-RB-02
Rotorblattlänge (inkl. Blattadapter, entlang der Pitch-Achse)	67.795 m
Rotorblattmasse (inkl. Blattadapter)	20257 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattadapteranschluss)	391410 kgm
Nominaler Rotordurchmesser	138.59 m
Rotorachsneigung	7°

Rotor-Konuswinkel	-2.5°
Rotornenndrehzahl n_r	10.8 U/min
Rotorsolldrehzahl n_s^2	11.1 U/min
Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb $n_1 - n_3$	4.4 - 12.62 U/min
Getriebeübersetzung	direktgetrieben
Netzfrequenz	irrelevant
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}$	2.0 - 28.0 m/s (Nennleistung bis 22.0 m/s)
Nennwindgeschwindigkeit v_r	12.1 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA E-138 EP3 E2, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

	Dateiname	
Rotorblattstruktur	powprod.\$PJ (1.1_s20102) 066790a72352f0bbd6705cabcd152533 (MD5 check sum)	
Aerodynamische Profile (Namen + T/C-Verhältnisse)	Cylinder_GF	100 %
	EC145F_VG_-WoRWiT-	45 %
	EC145F_VG_-WoRWiT-GF	45 %
	EC145F-WoRWiT-GF	45 %
	EC135F_VG_-WoRWiT-	35 %
	EC135F-WoRWiT-	35 %
	EC128_VG_WoRWiT-	28 %
	EC128-WoRWiT-	28 %
	EC122-WoRWiT-	22 %
EC116-WoRWiT-	16 %	
Turmstruktur	Flexibel: powprod.\$PJ (1.1_w20102) 71a6b8f7961326cb27b94b5e0e7803a5 (MD5 check sum)	
	Steif: powprod.\$PJ (1.1_s20102) 066790a72352f0bbd6705cabcd152533 (MD5 check sum)	
Controller	DLL-Controller: Regler.dll c4d2078498bd5573cecf7dd5c72eca3f (MD5 check sum)	
	Controller-Input: EP3_E138_E2_E-138_EP3_E2_ST_131_FB_C_01_DWT_0.5.5_GRI_3.4.Daten.cipher a905e00e0ab55978cc2889395a18f64a (MD5 check sum)	

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

² Drehzahl auf die im Vollastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montagetoleranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.6 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	1000 kgm
Fehler des Blattstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	-0.3°; 0°; +0.3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Durch Eisansatz verursachte Massenzunahmen an den Rotorblättern werden nicht berücksichtigt.

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $k_{x,dyn}$	steif
Horizontale Drehfeder: $k_{\varphi,dyn}$	100000 MNm/rad / steif

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.8 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die ungekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Sie beziehen sich jeweils auf das isolierte Bauteil, das heißt, es findet bei der Berechnung der ungekoppelten Bauteileigenfrequenzen keine Interaktion mit weiteren im System befindlichen, schwingungsfähigen Komponenten statt. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische und starre Bodenfeder (Tabelle 4.7) sowie die Masse des Turmkopfes.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.511 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt - frei	1.228 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.817 Hz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt - frei	2.286 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.153 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.976 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.152 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.885 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.157 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.010 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.156 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.911 Hz

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA E-138 EP3 E2, E-138 EP3-RB-02, NH 131 m (E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01)

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] - [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik, Reglerparameter, etc. kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.

5.2.2. Zusätzlich zu der durch unabhängige Nachrechnung geprüften Anlage, schließt diese Gutachtliche Stellungnahme auch Änderungen an der Anlage mit ein, die den Bedingungen aus Kapitel 3 entsprechen. Hierzu zählt auch das in Kapitel 3 genannte, überarbeitete Turmmodell.

5.2.3. Lasten während des Transports oder der Montage wurden nicht berücksichtigt.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind den Dokumenten [1.1.1] - [1.2.7] zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.1.1] beschriebenen Berechnungskoordinatensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet die Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.1].
- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.
- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.9. Bei Verwendung der Lastannahmen [1.1.1] für eine modifizierte Turmhöhe, wie in Kapitel 3 beschrieben, müssen Turm- und Fundamentlasten extrapoliert werden.
- 5.4.10. Die geprüften Unterlagen [1.1.1] wurden mit Prüfvermerk und Datumskennzeichnung versehen.

6 Auflagen

- 6.1 Beim Verlassen der Anlage darf diese nicht mit einem arretierten Rotor und gleichzeitig deaktivierter Windnachführung zurückgelassen werden.
- 6.2 Die Anlage ist mit einem Eiserkennungssystem auszustatten, das einen Betrieb mit vereisten Rotorblättern ausschließt.
- 6.3 Bei Abweichungen von mehr als $\pm 5\%$ von der 1. Turmeigenfrequenz des in der Lastberechnung verwendeten Modells sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich.

7 Schlussfolgerung

Die in [1.1.1] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3 E2, E-138 EP3-RB-02, NH 131 m (E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01) sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zu den Richtlinien [2.1] - [2.3] berechnet worden.

Sachverständiger:



M.Sc. Tim Kaczynski

Freigegeben:



M.Sc. Konstantin Konkel

Gutachtliche Stellungnahme

**Windenergieanlage E-138 EP3 E2
RB E-138 EP3-RB-02, NH 131 m (E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02),
DIBt WZ S, GK II**

- Lastannahmen für Turm und Fundament -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8117142915-1 D IV Rev. 0

Gegenstand der Prüfung: Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3 E2, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02, Nabenhöhe 131 m (E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02) bezüglich der DIBt 2012 Windzone S, Geländekategorie II

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 12 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	01.11.2019	Erste Fassung	Tim Kaczynski

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	3
2	Prüfgrundlagen	4
3	Einleitung	5
4	Beschreibung der Windenergieanlage	6
4.1	Umgebungsbedingungen	6
4.2	Sicherheitsklasse	7
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	7
5	Durchgeführte Prüfungen.....	10
5.1	Prüfmethode.....	10
5.2	Anmerkungen.....	10
5.3	Prüfergebnis.....	10
5.4	Schnittstellen	11
6	Auflagen.....	11
7	Schlussfolgerung	12

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

- [1.1.1] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Turm,
"Lastenbericht, Turm E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02, Abdeckende Betriebs-
und Extremlasten für den Turm E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 der WEA E-138
EP3 E2 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.:
D0832638-0b
Rev. 0b, Datum: 30.07.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

- [1.2.1] ENERCON GmbH:
Konstruktionsbasis,
"Konstruktionsbasis, E-138 EP3 E2"
Dokument-Nr: D0765798-1a
Rev. 1a, Datum: 12.09.2019

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

- [1.2.2] ENERCON GmbH:
Zeitreihen und Controller (elektronisch erhalten),
Dateiname: E-138_EP3_E2-ST-131-FB-C-02
Eingangsdatum: 21.06.2019
- [1.2.3] ENERCON GmbH:
Windfelder (elektronisch erhalten),
Dateiname: E-138_EP3_E2-ST-131-FB-C-02
Eingangsdatum: 21.06.2019
- [1.2.4] ENERCON GmbH:
Statement für das Bremsmoment
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Vergleich der Bremsmomente
(Rotor) – DLC 5.x"
Dokument-Nr: D0864370-0
Rev. 0, Datum: 29.08.2019
- [1.2.5] ENERCON GmbH:
Stellungnahme für die Regler Identifikation E138 EP3 E2
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Identifikation der Regler"
Dokument-Nr.: D0867416-0
Rev. 0, Datum: 09.09.2019

- [1.2.6] ENERCON GmbH:
Stellungnahme/ Beschreibung von Modellen und Methoden für die
Lastrechnung
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Modell- und
Methodenbeschreibung"
Dokument-Nr.: D0870782-0
Rev. 0, Datum: 16.09.2019
- [1.2.7] ENERCON GmbH:
Stellungnahme für die Rotor-Drehzahlen
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Drehzahlbereiche"
Dokument-Nr.: D0869627-0
Rev. 0, Datum: 12.09.2019

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter –
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen –
Windlasten: 2010-12
- [2.3] DIN EN 61400-1
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1, Ausgabe 2005 + Amendment 1, Ausgabe 2010)
Ausgabe August 2011

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung der Windenergieanlage (WEA) E-138 EP3 E2, welche im folgenden Kapitel genauer beschrieben ist.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand der DIBt [2.1] in Kombination mit der DIN EN 61400-1 Ed. 3 [2.3] durchgeführt.

Die betrachtete Anlagenkonfiguration E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02 mit einer Nabenhöhe von 131 m (E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02) ist ausgestattet mit:

- Rotorblattspitzen (Blade Tips).
- Vortexgeneratoren (Vortex Generators).
- Hinterkantenkämme (Trailing Edge Serrations).
- Gurney Flaps.

Die Randbedingungen der Lastberechnung umfassen folgende klimatische Verhältnisse, die in Kapitel 4.1 näher beschrieben werden:

- Normaltemperaturbereich (NCV) gemäß [2.3].

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.
- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichung der Anlagenmasse um bis zu ± 5 %.
 - Abweichung der Turmhöhe um bis zu ± 5 %.
 - Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105 % der 1P-Anregung bei Solldrehzahl.
 - Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90 % - 105 %] der 3P-Anregung der Solldrehzahl.
 - Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:

- Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5 % erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
- Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5 % absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

	DIBt WZ S GK II	IEC S
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	6.60 m/s	6.60 m/s
Formparameter der Weibull-Funktion k	2	2
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit V_1 (10 Minuten Mittelwert)	30.15 m/s	30.00 m/s
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit V_{50} (10 Minuten Mittelwert)	37.69 m/s	37.50 m/s
Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	0.16	0.16
Longitudinale Turbulenzintensität (EWM)	12.6 %	11.0 %
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2 m/s	2 m/s
Höhenexponent α (für EWM)	0.2 (0.16)	0.2 (0.11)
Zusätzlich berücksichtigter Höhenexponent α für die Lastfälle DLC1.1, DLC1.3 und DLC1.5	0.0	0.0
Upflow	8°	8°

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe 131 m

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.2 angegeben gültig.

¹ Ausgehend von den in den hier vorliegenden Lastannahmen ausgewiesenen Werten.

	Luftdichte [kg/m ³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1.225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1.341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1.394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-40 °C bis +40 °C
Extremer Temperaturbereich	-40 °C bis +50 °C
Netzausfälle	20 Ausfälle/Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	nicht berücksichtigt
Auslegungslbensdauer	25 Jahre

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] bzw. [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA E-138 EP3 E2 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Elektrische Nennleistung	4200 kW
Turmtyp	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02 (Stahlrohrturm)
Turmhöhe	128.243 m
Nabenhöhe	131 m
Rotorblatt	E-138 EP3-RB-02
Rotorblattlänge (inkl. Blattadapter, entlang der Pitch-Achse)	67.795 m
Rotorblattmasse (inkl. Blattadapter)	20257 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattadapteranschluss)	391410 kgm
Nominaler Rotordurchmesser	138.59 m
Rotorachsneigung	7°

Rotor-Konuswinkel	-2.5°
Rotornenndrehzahl n_r	10.8 U/min
Rotorsolldrehzahl n_s^2	11.1 U/min
Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb $n_1 - n_3$	4.4 - 12.62 U/min
Getriebeübersetzung	direktgetrieben
Netzfrequenz	irrelevant
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}$	2.0 - 28.0 m/s (Nennleistung bis 22.0 m/s)
Nennwindgeschwindigkeit v_r	12.1 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA E-138 EP3 E2, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

	Dateiname	
Rotorblattstruktur	powprod.\$PJ (1.1_s20102) 08468456c458d04c42090dad5ed1f256 (MD5 check sum)	
Aerodynamische Profile (Namen + T/C-Verhältnisse)	Cylinder_GF	100 %
	EC145F_VG_-WoRWiT-	45 %
	EC145F_VG_-WoRWiT-GF	45 %
	EC145F-WoRWiT-GF	45 %
	EC135F_VG_-WoRWiT-	35 %
	EC135F-WoRWiT-	35 %
	EC128_VG_WoRWiT-	28 %
	EC128-WoRWiT-	28 %
	EC122-WoRWiT-	22 %
EC116-WoRWiT-	16 %	
Turmstruktur	Flexibel: powprod.\$PJ (1.1_w20102) 7d65932e3e9d686dafd4a785e4935f47 (MD5 check sum)	
	Steif: powprod.\$PJ (1.1_s20102) 08468456c458d04c42090dad5ed1f256 (MD5 check sum)	
Controller	DLL-Controller: Regler.dll c4d2078498bd5573cecf7dd5c72eca3f (MD5 check sum) Controller-Input: EP3_E138_E2_E-138_EP3_E2_ST_131_FB_C_02_0.5.5_3.4.Daten.cipher 81f1affd3c2a9322b39be5bca27313c9 (MD5 check sum)	

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

² Drehzahl auf die im Vollastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montagetoleranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.6 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	1000 kgm
Fehler des Blattstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	-0.3°; 0°; +0.3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Durch Eisansatz verursachte Massenzunahmen an den Rotorblättern werden nicht berücksichtigt.

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $k_{x,dyn}$	steif
Horizontale Drehfeder: $k_{\varphi,dyn}$	100000 MNm/rad / steif

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.8 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die ungekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Sie beziehen sich jeweils auf das isolierte Bauteil, das heißt, es findet bei der Berechnung der ungekoppelten Bauteileigenfrequenzen keine Interaktion mit weiteren im System befindlichen, schwingungsfähigen Komponenten statt. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische und starre Bodenfeder (Tabelle 4.7) sowie die Masse des Turmkopfes.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.511 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt - frei	1.228 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.817 Hz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt - frei	2.286 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.155 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.005 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.154 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.921 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.159 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.045 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.158 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.953 Hz

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA E-138 EP3 E2, E-138 EP3-RB-02, NH 131 m (E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02)

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] - [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

- 5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik, Reglerparameter, etc. kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.
- 5.2.2. Zusätzlich zu der durch unabhängige Nachrechnung geprüften Anlage, schließt diese Gutachtliche Stellungnahme auch Änderungen an der Anlage mit ein, die den Bedingungen aus Kapitel 3 entsprechen. Hierzu zählt auch das in Kapitel 3 genannte, überarbeitete Turmmodell.
- 5.2.3. Lasten während des Transports oder der Montage wurden nicht berücksichtigt.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind den Dokumenten [1.1.1] - [1.2.7] zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.1.1] beschriebenen Berechnungskoordinatensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet die Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.1].
- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.
- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.9. Bei Verwendung der Lastannahmen [1.1.1] für eine modifizierte Turmhöhe, wie in Kapitel 3 beschrieben, müssen Turm- und Fundamentlasten extrapoliert werden.
- 5.4.10. Die geprüften Unterlagen [1.1.1] wurden mit Prüfvermerk und Datumskennzeichnung versehen.

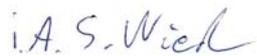
6 Auflagen

- 6.1 Beim Verlassen der Anlage darf diese nicht mit einem arretierten Rotor und gleichzeitig deaktivierter Windnachführung zurückgelassen werden.
- 6.2 Die Anlage ist mit einem Eiserkennungssystem auszustatten, das einen Betrieb mit vereisten Rotorblättern ausschließt.
- 6.3 Bei Abweichungen von mehr als $\pm 5\%$ von der 1. Turmeigenfrequenz des in der Lastberechnung verwendeten Modells sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich.

7 Schlussfolgerung

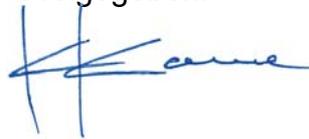
Die in [1.1.1] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3 E2, E-138 EP3-RB-02, NH 131 m (E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02) sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zu den Richtlinien [2.1] - [2.3] berechnet worden.

Sachverständiger:



M.Sc. Tim Kaczynski

Freigegeben:



M.Sc. Konstantin Konkel

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage E-138 EP3 E2
 RB E-138 EP3-RB-02, NH 160 m (E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01),
 DIBt WZ 2, GK II

- Lastannahmen für Turm und Fundament -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8117142915-1 D V Rev. 2

Gegenstand der Prüfung: Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3 E2, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02, Nabenhöhe 160 m (E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01) bezüglich der DIBt 2012 Windzone 2, Geländekategorie II

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
 Dreekamp 5
 26605 Aurich
 Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 12 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	12.09.2019	Erste Fassung	Tim Kaczynski
1	13.01.2020	Korrekturen in <u>Tabelle 4.1</u> (mittlere Jahreswindgeschwindigkeit, nachfolgende Passage), <u>Tabelle 4.4</u> (Rotorblattlänge, Beschreibung der Rotorblattmasse, Rotordurchmesser, Rotordrehzahlbereich, Windgeschwindigkeitsbereich) und <u>Tabelle 4.8</u> (Blatteigenfrequenz edgewise).	Tim Kaczynski
2	14.01.2020	Korrektur in <u>Tabelle 4.4</u> (Rotordurchmesser).	Tim Kaczynski

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	3
2	Prüfgrundlagen	3
3	Einleitung	5
4	Beschreibung der Windenergieanlage	6
4.1	Umgebungsbedingungen	6
4.2	Sicherheitsklasse	7
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	7
5	Durchgeführte Prüfungen.....	10
5.1	Prüfmethode.....	10
5.2	Anmerkungen.....	11
5.3	Prüfergebnis.....	11
5.4	Schnittstellen	11
6	Auflagen.....	12
7	Schlussfolgerung	12

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

- [1.1.1] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Turm,
"Lastenbericht, Turm E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01, Abdeckende Betriebs-
und Extremlasten für den Turm E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 der WEA E-
138 EP3 E2 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.:
D0834311-0b
Rev. 0b, Datum: 30.07.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

- [1.2.1] ENERCON GmbH:
Konstruktionsbasis,
"Konstruktionsbasis, E-138 EP3 E2"
Dokument-Nr: D0765798-1a
Rev. 1a, Datum: 12.09.2019

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

- [1.2.2] ENERCON GmbH:
Zeitreihen und Controller (elektronisch erhalten),
Dateiname: E-138_EP3_E2-HT-160-ES-C-01
Eingangsdatum: 21.06.2019
- [1.2.3] ENERCON GmbH:
Windfelder (elektronisch erhalten),
Dateiname: E-138_EP3_E2-HT-160-ES-C-01
Eingangsdatum: 21.06.2019

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter –
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen –
Windlasten: 2010-12

- [2.3] DIN EN 61400-1
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1, Ausgabe 2005 + Amendment 1, Ausgabe 2010)
Ausgabe August 2011

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung der Windenergieanlage (WEA) E-138 EP3 E2, welche im folgenden Kapitel genauer beschrieben ist.

Mit Rev. 1 und Rev. 2 dieser Gutachtlichen Stellungnahme wurden Korrekturen in Tabelle 4.1 (mittlere Jahreswindgeschwindigkeit, nachfolgende Passage), Tabelle 4.4 (Rotorblattlänge, Beschreibung der Rotorblattmasse, Rotordurchmesser, Rotordrehzahlbereich, Windgeschwindigkeitsbereich) und Tabelle 4.8 (Blatteigenfrequenz edgewise) vorgenommen.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand der DIBt [2.1] in Kombination mit der DIN EN 61400-1 Ed. 3 [2.3] durchgeführt.

Die betrachtete Anlagenkonfiguration E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02 mit einer Nabenhöhe von 160 m (E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01) ist ausgestattet mit:

- Rotorblattspitzen (Blade Tips).
- Vortexgeneratoren (Vortex Generators).
- Hinterkantenkämme (Trailing Edge Serrations).
- Gurney Flaps.

Die Randbedingungen der Lastberechnung umfassen folgende klimatische Verhältnisse, die in Kapitel 4.1 näher beschrieben werden:

- Normaltemperaturbereich (NCV) gemäß [2.3].

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.
- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Abweichung der Anlagenmasse um bis zu ± 5 %.
- Abweichung der Turmhöhe um bis zu ± 5 %.
- Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105 % der 1P-Anregung bei Solldrehzahl.
- Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90 % - 105 %] der 3P-Anregung der Solldrehzahl.
- Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5 % erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5 % absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

	DIBt WZ 2 GK II	IEC IIIA
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	7.71 m/s	7.50 m/s
Formparameter der Weibull-Funktion k	2	2
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit V_1 (10 Minuten Mittelwert)	31.17 m/s	30.00 m/s
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit V_{50} (10 Minuten Mittelwert)	38.96 m/s	37.50 m/s
Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	0.16	0.16
Longitudinale Turbulenzintensität (EWM)	12.2 %	11.0 %
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2 m/s	2 m/s

¹ Ausgehend von den in den hier vorliegenden Lastannahmen ausgewiesenen Werten.

	DIBt WZ 2 GK II	IEC III A
Höhenexponent α (für EWM)	0.2 (0.16)	0.2 (0.11)
Zusätzlich berücksichtigter Höhenexponent α für die Lastfälle DLC1.1, DLC1.3 und DLC1.5	0.0	0.0
Upflow	8°	8°

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe 160 m

Für die Erstellung der Betriebslasten ist die jeweils höhere mittlere Jahreswindgeschwindigkeit aus DIBt [2.1] und IEC [2.3] zugrunde gelegt.

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.2 angegeben gültig.

	Luftdichte [kg/m ³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1.225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1.341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1.394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-40 °C bis +40 °C
Extremer Temperaturbereich	-40 °C bis +50 °C
Netzausfälle	20 Ausfälle/Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	nicht berücksichtigt
Auslegungslbensdauer	25 Jahre

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] bzw. [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA E-138 EP3 E2 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Elektrische Nennleistung	4200 kW
Turmtyp	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 (Stahlrohrturm-Beton-Hybridturm)
Turmhöhe	158.2 m
Nabenhöhe	160 m
Rotorblatt	E-138 EP3-RB-02
Rotorblattlänge (inkl. Blattadapter, entlang der Pitch-Achse)	67.795 m
Rotorblattmasse (inkl. Blattadapter)	20257 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattadapteranschluss)	391410 kgm
Nominaler Rotordurchmesser	138.590 m
Rotordurchmesser (inkl. Vorbiegung und Konuswinkel)	138.25 m
Rotorachsneigung	7°
Rotor-Konuswinkel	-2.5°
Rotornenddrehzahl n_r	10.8 U/min
Rotorsolldrehzahl n_s^2	11.1 U/min
Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb $n_1 - n_3$	4.4 - 12.62 U/min
Getriebeübersetzung	direktgetrieben
Netzfrequenz	irrelevant
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}^3$	2.0 - 28.0 m/s
Nennwindgeschwindigkeit v_r	12.1 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA E-138 EP3 E2, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

	Dateiname	
Rotorblattstruktur	powprod.\$PJ (1.1_s20102) b16cb04ca2856c82b1c5c29f3a983951 (MD5 check sum)	
Aerodynamische Profile (Namen + T/C-Verhältnisse)	Cylinder_GF	100 %
	EC145F_VG_-WoRWiT-	45 %
	EC145F_VG_-WoRWiT-GF	45 %
	EC145F-WoRWiT-GF	45 %
	EC135F_VG_-WoRWiT-	35 %
	EC135F-WoRWiT-	35 %
	EC128_VG_WoRWiT-	28 %
	EC128-WoRWiT-	28 %
	EC122-WoRWiT-	22 %
	EC116-WoRWiT-	16 %

² Drehzahl auf die im Vollastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird

³ Start der Sturmregelung bei 22 m/s

	Dateiname
Turmstruktur	<u>Flexibel:</u> powprod.\$PJ (1.1_w20102) 5af434a17035263075e41a8f6bc841fe (MD5 check sum) <u>Steif:</u> powprod.\$PJ (1.1_s20102) b16cb04ca2856c82b1c5c29f3a983951 (MD5 check sum)
Controller	<u>DLL-Controller:</u> Regler.dll c4d2078498bd5573cecf7dd5c72eca3f (MD5 check sum) <u>Controller-Input:</u> EP3_E138_E2_E-138_EP3_E2_HT_160_ES_C_01_0.5.5_3.4.Daten.cipher 9d04e2b211eb4959bd375859559f828c (MD5 check sum)

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montagetoleranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattanstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.6 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	1000 kgm
Fehler des Blattanstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	-0.3°; 0°; +0.3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Durch Eisansatz verursachte Massenzunahmen an den Rotorblättern werden nicht berücksichtigt.

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $k_{x,dyn}$	steif
Horizontale Drehfeder: $k_{\varphi,dyn}$	210000 MNm/rad / steif

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.8 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die ungekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Sie beziehen sich jeweils auf das isolierte Bauteil, das heißt, es findet bei der Berechnung der ungekoppelten Bauteileigenfrequenzen keine Interaktion mit weiteren im System befindlichen, schwingungsfähigen Komponenten statt. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische und starre Bodenfeder (Tabelle 4.7) sowie die Masse des Turmkopfes.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.511 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt - frei	1.228 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.817 Hz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt - frei	2.286 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.209 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.811 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.207 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.778 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.221 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.934 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.220 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.885 Hz

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA E-138 EP3 E2, E-138 EP3-RB-02, NH 160 m (E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01)

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] - [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

- 5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik, Reglerparameter, etc. kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.
- 5.2.2. Zusätzlich zu der durch unabhängige Nachrechnung geprüften Anlage, schließt diese Gutachtliche Stellungnahme auch Änderungen an der Anlage mit ein, die den Bedingungen aus Kapitel 3 entsprechen. Hierzu zählt auch das in Kapitel 3 genannte, überarbeitete Turmmodell.
- 5.2.3. Lasten während des Transports oder der Montage wurden nicht berücksichtigt.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind den Dokumenten [1.1.1] - [1.2.3] zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.1.1] beschriebenen Berechnungskoordinatensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet die Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.1].
- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.
- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden nicht berücksichtigt.

- 5.4.9. Bei Verwendung der Lastannahmen [1.1.1] für eine modifizierte Turmhöhe, wie in Kapitel 3 beschrieben, müssen Turm- und Fundamentlasten extrapoliert werden.
- 5.4.10. Die geprüften Unterlagen [1.1.1] wurden mit Prüfvermerk und Datumskennzeichnung versehen.
- 5.4.11. Die bereits mit Revision 0 geprüften und mit Datum 12.09.2019 gestempelten Unterlagen behalten weiterhin ihre Gültigkeit.

6 Auflagen

- 6.1 Beim Verlassen der Anlage darf diese nicht mit einem arretierten Rotor und gleichzeitig deaktivierter Windnachführung zurückgelassen werden.
- 6.2 Die Anlage ist mit einem Eiserkennungssystem auszustatten, das einen Betrieb mit vereisten Rotorblättern ausschließt.
- 6.3 Bei Abweichungen von mehr als $\pm 5\%$ von der 1. Turmeigenfrequenz des in der Lastberechnung verwendeten Modells sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich.

7 Schlussfolgerung

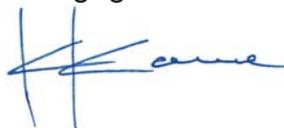
Die in [1.1.1] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3 E2, E-138 EP3-RB-02, NH 160 m (E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01) sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zu den Richtlinien [2.1] - [2.3] berechnet worden.

Sachverständiger:



M.Sc. Tim Kaczynski

Freigegeben:



M.Sc. Konstantin Konkel

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02,
verschiedene NH, DIBt WZ 2 GK II

- Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8117142915-1 D VI Rev.1

Gegenstand der Prüfung: Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau für die Windenergieanlage E-138 EP3 E2, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02, verschiedene Nabenhöhen bezüglich der DIBt 2012

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 13 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	01.11.2019	Erste Fassung	Simon Wiedemann
1	11.12.2019	Dazugehöriges Dokument [1.2.3] mit Turm E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 ohne Änderung der Lasten aktualisiert.	Simon Wiedemann

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	3
2	Prüfgrundlagen	5
3	Einleitung	6
4	Beschreibung der Windenergieanlage	8
4.1	Umgebungsbedingungen	8
4.2	Sicherheitsklasse	9
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	9
5	Durchgeführte Prüfungen.....	11
5.1	Prüfmethode.....	11
5.2	Anmerkungen.....	12
5.3	Prüfergebnis.....	12
5.4	Schnittstellen.....	12
6	Auflagen.....	13
7	Schlussfolgerung	13

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

- [1.1.1] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Maschinenbaulasten,
"Lastenbericht, Maschinenbau E-138 EP3 E2, Abdeckende Betriebs- und
Extremlasten für den Maschinenbau E-138 EP3 E2 mit dem Rotorblatt
E-138 EP3-RB-02 nach DIBt und IEC "
Dokument-Nr.: D0830642-1
Rev. 1, Datum: 30.07.2019
- [1.1.2] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht mit Blattlastbeschreibung,
„Lastenbericht Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 Abdeckende Lasten
für das Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 mit dem Maschinenbau E-138 EP3 E2
nach DIBt und IEC“
Dokument-Nr.: D0834228-0b
Rev. 0b, Datum: 30.07.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

- [1.2.1] ENERCON GmbH:
Design Basis,
"Konstruktionsbasis, E-138 EP3 E2"
Dokument-Nr: D0765798-0
Rev. 0, Datum: 22.08.2019

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

- [1.2.2] TÜV NORD:
Gutachtliche Stellungnahme Turmlasten E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01,
"Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138
EP3-RB-02, NH 111 m (E-138 EP3-E2-ST-111-FB-C-01), DIBt WZ S, GK II -
Lastannahmen für Turm und Fundament - "
TÜV NORD Bericht Nr.: 8117142915-1 D I
Rev. 0, Datum: 01.11.2019
- [1.2.3] TÜV NORD:
Gutachtliche Stellungnahme Turmlasten E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01 und
E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02,
"Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138
EP3-RB-02, NH 149 m (E-138 E2-HT-149-ES-C-01 und E- 138 EP3 E2-HT-
149-ES-C-02), DIBt WZ 2, GK II - Lastannahmen für Turm und Fundament - "
TÜV NORD Bericht Nr.: 8117142915-1 D II
Rev. 1, Datum: 11.12.2019

[1.2.4] TÜV NORD:

Gutachtliche Stellungnahme Turmlasten E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01,
“Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138
EP3-RB-02, NH 131 m (E-138 E2-ST-131-FB-C-01), DIBt WZ S, GK II -
Lastannahmen für Turm und Fundament - “
TÜV NORD Bericht Nr.: 8117142915-1 D III
Rev. 0, Datum: 01.11.2019

[1.2.5] TÜV NORD:

Gutachtliche Stellungnahme Turmlasten E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02,
“Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138
EP3-RB-02, NH 131 m (E-138 E2-ST-131-FB-C-02), DIBt WZ S, GK II -
Lastannahmen für Turm und Fundament - “
TÜV NORD Bericht Nr.: 8117142915-1 D IV
Rev. 0, Datum: 01.11.2019

[1.2.6] TÜV NORD:

Gutachtliche Stellungnahme Turmlasten E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01
„Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138
EP3-RB-02, NH 160 m (E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01), DIBt WZ 2, GK II
- Lastannahmen für Turm und Fundament -“
TÜV NORD Bericht Nr.: 8117142915-1 D V
Rev. 0, Datum: 12.09.2019

[1.2.7] ENERCON GmbH:

Statement für das Bremsmoment
“Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Vergleich der Bremsmomente
(Rotor) – DLC 5.x”
Dokument-Nr: D0864370-0
Rev. 0, Datum: 29.08.2019

[1.2.8] ENERCON GmbH:

Stellungnahme für die Regleridentifikation E138 EP3 E2
“Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Identifikation der Regler”
Dokument-Nr.: D0867416-0
Rev. 0, Datum: 09.09.2019

[1.2.9] ENERCON GmbH:

Stellungnahme/ Beschreibung von Modellen und Methoden für die
Lastrechnung
“Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Modell- und
Methodenbeschreibung”
Dokument-Nr.: D0870782-0
Rev. 0, Datum: 16.09.2019

[1.2.10] ENERCON GmbH:

Stellungnahme für die Rotor-Drehzahlen

“Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Drehzahlbereiche”

Dokument-Nr.: D0869627-0

Rev. 0, Datum: 12.09.2019

[1.2.11] ENERCON GmbH:

Stellungnahme für Flanschlasten E-115 EP3 E3, E-126 EP3, E-138 EP3 und E-138 EP3 E2

“Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Flanschlasten”

Dokument Nr.: D0867638-1

Rev. 1, Datum 26.09.2019

[1.2.12] ENERCON GmbH:

Eingangsdaten für Flanschlasten E-115 EP3 E3, E-126 EP3, E-138 EP3 und E-138 EP3 E2

Dateiname: D0867631-0_Eingangsdaten_Flanschlasten E-115_EP3_E3,_E-126_EP3,_E-138_EP3_und_E-138_EP3_E2.xlsx

Erhalten: 11.09.2019

2 Prüfgrundlagen

[2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015

[2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter –
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen –
Windlasten: 2010-12

[2.3] DIN EN 61400-1
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1, Ausgabe 2005 + Amendment 1, Ausgabe 2010)
Ausgabe August 2011

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung für Maschinenbau- und Rotorblattlasten, sowie Lasten von Rotorblatt-Anbauteilen, der Windenergieanlage (WEA) E-138 EP3 E2, welche im folgenden Kapitel und den Gutachtlichen Stellungnahmen der Turmlasten [1.2.2] - [1.2.6] genauer beschrieben sind. Die geprüften Unterlagen [1.1.1] - [1.1.2] beinhalten hierbei die Lasten verschiedener Nabenhöhen. Eine genaue Beschreibung der jeweiligen WEA inkl. Turm und Fundament ist in den Gutachtlichen Stellungnahmen der Turmlasten [1.2.2] - [1.2.6] zu entnehmen. Die diesem Bericht zugrundeliegenden Nabenhöhen basieren teilweise auf unterschiedlichen Umgebungsbedingungen und Anlagenparametern. Die entsprechenden Werte sind hierfür jeweils den Gutachtlichen Stellungnahmen [1.2.2] - [1.2.6] zu entnehmen.

Mit Rev. 1 dieser Gutachtlichen Stellungnahme wurde Referenz [1.2.3] aktualisiert um den Turm E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02 hinzuzufügen. Dies basiert auf dem Vergleich der Turmeigenfrequenzen.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand der DIBt [2.1] in Kombination mit der IEC 61400-1 Ed.3 [2.3] durchgeführt.

Die betrachtete Anlagenkonfiguration E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02 ist ausgestattet mit:

- Rotorblattspitzen (Blade Tips)
- Vortexgeneratoren (Vortex Generators)
- Hinterkantenkämme (Trailing Edge Serrations)
- Gurney Flaps

Die Randbedingungen der Lastberechnung umfassen folgende klimatische Verhältnisse, die in Kapitel 4.1 näher beschrieben werden:

- Normaltemperaturbereich (NCV) gemäß [2.3].

Die Prüfung der Lastberechnung umfasst die Prüfung der Lastfall- und Modelldefinition, eine unabhängige Analyse der Lasten sowie den Vergleich der eingereichten und parallel berechneten Lasten.

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.

- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichung der Anlagenmasse um bis zu $\pm 5\%$
 - Abweichung der Turmhöhe um bis zu $\pm 5\%$
 - Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105% der 1P Anregung bei Solldrehzahl.
 - Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90% - 105%] der 3P Anregung der Solldrehzahl
 - Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5% erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5% absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.

¹ Ausgehend von den in den hier vorliegenden Lastannahmen ausgewiesenen Werten.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

	DIBt WZ 2 GK II	IEC IIIA
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	siehe [1.2.2] - [1.2.6]	7.5 m/s
Formparameter der Weibull-Funktion k	2	2
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit V_1 (10 Minuten Mittelwert)	siehe [1.2.2] - [1.2.6]	30.00 m/s
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit V_{50} (10 Minuten Mittelwert)	siehe [1.2.2] - [1.2.6]	37.50 m/s
Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	16 %	16 %
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2 m/s	2 m/s
Höhenexponent α (für EWM)	0.2 (0.16)	0.2 (0.11)
Zusätzlich berücksichtigter Höhenexponent α für die Lastfälle DLC1.1, DLC1.3 und DLC1.5	0.0	0.0
Upflow	8°	8°

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.2 angegeben gültig.

	Luftdichte [kg/m³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1.225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1.341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1.394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-40° C bis +40° C
Extremer Temperaturbereich	-40° C bis +50° C
Netzausfälle	20 Ausfälle / Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	nicht berücksichtigt
Auslegungslbensdauer	25 Jahre

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] bzw. [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA E-138 EP3 E2 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Elektrische Nennleistung	4200 kW
Turmtyp	siehe [1.2.2] - [1.2.6]
Turmhöhe	siehe [1.2.2] - [1.2.6]
Nabenhöhe	siehe [1.2.2] - [1.2.6]
Rotorblatt	E-138 EP3-RB-02
Rotorblattlänge (inkl. Blattadapter, entlang der Pitch-Achse)	67.795 m
Rotorblattmasse (inkl. Blattadapter)	20257 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattadapteranschluss)	391410 kgm
Nominaler Rotordurchmesser	138.6 m
Rotorachsneigung	7°
Rotor-Konuswinkel	-2.5°
Rotornendrehzahl n_r	10.8 U/min
Rotorsolldrehzahl n_s^2	11.1 U/min
Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb $n_1 - n_3$	4.4 - 12.62 U/min
Getriebeübersetzung	direktgetrieben
Netzfrequenz	irrelevant
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}$	2 - 28 m/s
Nennwindgeschwindigkeit v_r	12.1 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA E-138 EP3 E2, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

² Drehzahl auf die im Volllastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird

	Dateiname	
Rotorblattstruktur	powprod.\$PJ (1.1_s20102 aus E-138_EP3-E2-ST-111-FB-C-01) 3583f47d3d13d600d3327e00b1e327a5 (MD5 check sum)	
Aerodynamische Profile	Profilname	Dicken-Chordlängen-Verhältnis [%]
	Cylinder_GF	100 %
	EC145F_VG_-WoRWiT-	45 %
	EC145F_VG_-WoRWiT-GF	45 %
	EC145F-WoRWiT-GF	45 %
	EC135F_VG_-WoRWiT-	35 %
	EC135F-WoRWiT-	35 %
	EC128_VG_WoRWiT-	28 %
	EC128-WoRWiT-	28 %
	EC122-WoRWiT-	22 %
	EC116-WoRWiT-	16 %
Turmstruktur	siehe [1.2.2] - [1.2.6]	
Controller	siehe [1.2.2] - [1.2.6]	

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montagetoleranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattanstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.6 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	1000 kgm
Fehler des Blattanstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	-0.3°; 0°; +0.3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Durch Eisansatz verursachte Massenzunahmen an den Rotorblättern wurden nicht berücksichtigt.

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $k_{x,dyn}$	starr MN/m
Horizontale Drehfeder: $k_{\varphi,dyn}$	siehe [1.2.2] - [1.2.6]

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.8 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die ungekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Sie beziehen sich jeweils auf das isolierte Bauteil, das heißt, es findet bei der Berechnung der ungekoppelten Bauteileigenfrequenzen keine Interaktion mit weiteren im System befindlichen, schwingungsfähigen Komponenten statt. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische und starre Bodenfeder (Tabelle 4.7) sowie die Masse des Turmkopfes.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.511 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt - frei	1.228 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.817 Hz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt - frei	2.286 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.6]
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.6]
Turm, Biegung side-side	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.6]
Turm, Biegung side-side	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.6]
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.6]
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.6]
Turm, Biegung side-side	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.6]
Turm, Biegung side-side	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	siehe [1.2.2] - [1.2.6]

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA E-138 EP3 E2, E-138 EP3-RB-02, verschiedene NH

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] und [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

- 5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik, Reglerparameter, kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.
- 5.2.2. Zusätzlich zu der durch unabhängige Nachrechnung geprüften Anlage, schließt diese Gutachtliche Stellungnahme auch Änderungen an der Anlage mit ein, die den Bedingungen aus Kapitel 3 entsprechen.
- 5.2.3. Lasten während des Transports oder der Montage wurden nicht berücksichtigt.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind den Dokumenten [1.1.1] - [1.2.12] zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.1.1] - [1.1.2] beschriebenen Berechnungskoordina-tensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet keine Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.1]. Dies erfolgte bereits in den Prüfungen der Turmlasten [1.2.2] - [1.2.6].
- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.
- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.9. Die geprüften Unterlagen [1.1.1] - [1.1.2] wurden mit Prüfvermerk und Datumskennzeichnung versehen.

- 5.4.10. Die Betriebslasten aus [1.1.1] berücksichtigen keine Lasten für weniger als 1000 akkumulierte Zyklen.
- 5.4.11. Die bereits mit Revision 0 geprüften und mit Datum 01.11.2019 gestempelten Unterlagen behalten weiterhin ihre Gültigkeit.

6 Auflagen

- 6.1 Beim Verlassen der Anlage darf diese nicht mit einem arretierten Rotor und gleichzeitig deaktivierter Windnachführung zurückgelassen werden.
- 6.2 Die Anlage ist mit einem Eiserkennungssystem auszustatten, das einen Betrieb mit vereisten Rotorblättern ausschließt.
- 6.3 Bei Abweichungen von mehr als $\pm 5\%$ von der 1. Turmeigenfrequenz des in der Lastberechnung verwendeten Modells sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich.

7 Schlussfolgerung

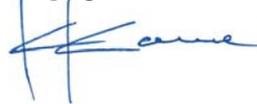
Die in [1.1.1] - [1.1.2] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3 E2, E-138 EP3-RB-02 sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zu den Richtlinien [2.1] - [2.3] berechnet worden.

Sachverständiger:



M.Sc. Simon Wiedemann

Freigegeben:



M.Sc. Konstantin Konkell

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage ENERCON E-138 EP3 E2
nach DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen (2012)

- Sicherheitssystem und Handbücher-

TÜV NORD Bericht-Nr.: 8117 142 915-2 D Rev. 1

Prüfgegenstand: Konzeptprüfung des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems sowie der Handbücher für die ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2 nach DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen (2012)

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 12 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	28.11.2019	Erstausgabe	O. Raupach
1	02.04.2020	Revision von Unterlagen, Löschung von Auflagen, Ergänzung HT160m	O. Raupach

Inhalt

1	Eingereichte Unterlagen	3
1.1	Geprüfte Unterlagen	3
1.2	Zugehörige Unterlagen	5
2	Prüfgrundlagen	6
3	Einführung	7
4	Beschreibung der Windenergieanlage	7
4.1	Konfiguration	7
4.2	Temperaturvarianten	8
4.3	Betriebsführungs- und Sicherheitssystem	8
4.4	Mechanische Bremse	9
5	Durchgeführte Prüfung	9
5.1	Prüfmethodik	9
5.2	Anmerkungen	10
5.3	Prüfergebnisse	10
5.3.1	Betriebsführungs- und Sicherheitssystem	10
5.3.2	Qualitätsmanagement	10
5.3.3	Performance Level	10
5.3.4	Handbücher	11
5.4	Schnittstellen	11
6	Auflagen und Hinweise	11
7	Schlussfolgerung	12

1 Eingereichte Unterlagen

1.1 Geprüfte Unterlagen

- [1.1.1] ENERCON GmbH
Technical Description
ENERCON Wind Energy Converter – E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0755385-4 / DA
Rev. 4, Datum: 26.08.2019
- [1.1.2] ENERCON GmbH
Technische Beschreibung
Elektrisches Blattverstellungssystem E-115 EP3 E3, E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0854579-0
Rev. 0, Datum: 29.08.2019
- [1.1.3] ENERCON GmbH
Technische Beschreibung
Fehlermodes Control System E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0848874-1
Rev. 1, Datum: 16.03.2020
- [1.1.4] ENERCON GmbH
Risikobeurteilung E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0743535-4-1Risikobeurteilung E-138 EP3 E2.xlsx
Rev. 4, Datum: 30.10.2019
- [1.1.5] ENERCON GmbH
E-138 EP3 E2 System Requirement Specification - Scoping
Dokument Nr.: D0764945-3
Rev. 3, Datum: 27.06.2019
- [1.1.6] ENERCON GmbH
Safety Concept /Safety Requirement Specification
E-138 EP3, E-138 EP3 E2 und E-115 EP3 E3
Dokument Nr.: D0830549-0a / DB
Rev. 0a, Datum: 02.08.2019
- [1.1.7] ENERCON GmbH
Technische Beschreibung
Bestimmung der Performance Level EP-SCS-02
Dokument Nr.: D0757007-0
Rev. 0, Datum: 17.05.2019

- [1.1.8] ENERCON GmbH
System FMEA E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0877158-0
Workshop 19, Datum: 04.11.2019

- [1.1.9] ENERCON GmbH
Parameterliste
Safety System E-138 EP3 E2, E-115 EP3 E3 -
Dokument Nr.: D0889041-2
Rev. 2, Datum: 15.11.2019

- [1.1.10] ENERCON GmbH
Betriebsanleitung
ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2 / 4200 kW
Dokument Nr.: D0866277-0 / DC
Rev. 0, Datum: 10.10.2019

- [1.1.11] ENERCON GmbH
Aufbauanleitung
Montage Stahlurm, Stahlsektion FBT und E-Modul
Dokument Nr.: TD-esc-08-de-de-16-015 Rev003b
Rev. 3b, Datum: 15.04.2019

- [1.1.12] ENERCON GmbH
Montageanleitung
Vormontage und Montage Gondel
Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: TD-esc-08-de-de-19-050 Rev000
Rev. 0, Datum: 30.08.2019

- [1.1.13] ENERCON GmbH
Arbeitsanleitung
Mechanische Inbetriebnahme und 300 h-Wartung
Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0859078-0
Rev. 0, Datum: 28.08.2019

- [1.1.14] ENERCON GmbH
Wartungsanleitung
Hauptwartung Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0859069-0
Rev. 0, Datum: 29.08.2019

- [1.1.15] ENERCON GmbH
Inbetriebnahmeanleitung (elektrisch)
Inbetriebnahme ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0858925-Rev000
Rev. 0, Datum: 23.08.2019

- [1.1.16] ENERCON GmbH
Verladehandbuch
E-115 E3/E-126/E-138 E1E2 EP3
Dokument Nr.: PLM-TES-DC032-VH_E-115E3_E-126_E-138E1E2_EP3-
Rev001de-de
Rev. 1, Datum: 25.10.2019

- [1.1.17] ENERCON GmbH
Prototypentestplan
E-138 EP3 E2 und E-115 EP3 E3
Dokument Nr.: D0838022-0
Rev. 0, Datum: 04.11.2019

- [1.1.18] ENERCON GmbH
Gesundheits-, Arbeits- und Umweltschutzvorschriften
Dokument-Nr.: BA_bl_1001-1_Gesundheits-, Arbeits- und
Umweltschutzvorschriften_WEA-Service_Rev001_de-de
Rev. 1, Datum: 12.12.2019

- [1.1.19] ENERCON GmbH
Stellungnahme des Betriebs in Abhängigkeit der Außentemperatur für NC u. CC
Dokument Nr.: D0942308-0 / DZ
Rev. 0, Datum: 25.03.2020

- [1.1.20] Max Bögl
Errichtungsanleitung / Assembly Manual
Dokument WEA ErrAnl E20
Datum: 16.03.2020

1.2 Zugehörige Unterlagen

- [1.2.1] ENERCON GmbH
Design Basis documentation
Konstruktionsbasis E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0765789-1a
Rev. 1a, Datum: 12.09.2019

- [1.2.2] ENERCON GmbH
Design Basis
Konstruktionsbasis Cold Climate Anlagen"
Document-ID: D0666243-3
Rev. 3, Datum: 30.07.2018
- [1.2.3] ENERCON GmbH
Safety Plan / Sicherheitsplan
Windenergieanlage E-138 EP3 E2/E-115 EP3 E3
Dokument Nr.: D0815639-2
Rev. 2, Datum: 18.10.2019
- [1.2.4] ENERCON GmbH
Enersafe Report
Dokument Nr.: Enersafe_Report_2019_08_09.pdf
Rev. 0, Datum: 09.08.2019
- [1.2.5] ENERCON GmbH
V&V-Plan
Windenergieanlage E-138 EP3 E2 / E-115 EP3 E3
Dokument-Nr.: D0870816-1 / DZ
Rev. 1, Datum 14.01.2020
- [1.2.6] ENERCON GmbH
WEA Systementwurf E-138 EP3 E2 (Draft)
Dokument Nr.: D0873562-0
Rev. 0, Datum: 08.10.2019
- [1.2.7] ENERCON GmbH
Stellungnahme Errichtungshandbücher
Dokument Nr.: D0828100-1 / DZ
Rev. 1, Datum: 06.11.2019
- [1.2.8] ENERCON GmbH
Überdrehzahlabschaltungen
Dokument Nr.: D0714684-0
Eingereicht: 15.06.2018

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik DIBt, Richtlinie für Windenergieanlagen, Fassung Oktober 2012
- [2.2] International Standard IEC 61400-1:
"Wind turbines - Part 1: Design requirements", 3rd edition, 2005-08

[2.3] International Standard IEC 61400-1:
 "Wind turbines - Part 1: Design requirements", 3rd edition, Amendment 1,
 2010-10

3 Einführung

Die Prüfung umfasst die eingereichten Unterlagen [1.1.1] – [1.1.20] und wurde auf Grundlage der in [2] genannten Richtlinien hinsichtlich des Konzepts des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems sowie der Handbücher durchgeführt. Die Unterlagen wurden auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Konfiguration

Die ENERCON E-138 EP3 E2 ist eine dreiblättrige Luvläufer-Windenergieanlage mit einer maximalen Nennleistung von 4200 kW. Die Windenergieanlagen arbeiten nach dem Prinzip variabler Leistung durch Einzelblattverstellung. Das Hauptbremssystem der ENERCON E-138 EP3 E2 Windenergieanlage ist die aerodynamische Bremse durch die axiale Drehung der Rotorblätter, die in einem Bereich zwischen 0° und 92° bewegt werden können.

Die Prüfung umfasst die folgenden Konfigurationen:

Typ	E-138 EP3 E2
Windklasse	IEC IIIA / DIBt WZ 2 GK2 / WZ S GK2
Nennleistung (max.)	4200 kW
Rotorblatt (Durchmesser)	E-138 EP3-RB-02 (138.25m)
Turm (Nabenhöhe)	ST (81 m, 96m, 111 m, 131 m) HT (149m, 160m)
Nenndrehzahl	10.8 min ⁻¹
Drehzahlgrenze Betriebsführung	12.8 min ⁻¹
Drehzahlgrenze Sicherheitssystem	13.9 min ⁻¹
Einschaltwindgeschwindigkeit	2 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	28 m/s (Sturmregelung ab 22 m/s)
Safety Controller / Hersteller	EP-SCS-02 / Bachmann MX220/CF
Controller Softwareversion	EP3-CS-02

Sicherheitssystemversion	V1.08 (checksum A: 0xA1F3812F B: 0xA66DBB79)
Netzfrequenz	50/60Hz
Design-Lebensdauer	25 Jahre
Pitchsystem	elektrische Antriebe (DC) für jedes der drei Rotorblätter, Kondensatoren für die Notstromversorgung

4.1: Konfiguration

4.2 Temperaturvarianten

Die Windenergieanlage E-138 EP3 E2 wurde für den unbegrenzten Betrieb in mitteleuropäischem Klima entwickelt, d. H. für einen Temperaturbereich von -15°C bis mindestens $+30^{\circ}\text{C}$. Bei höheren Umgebungstemperaturen und gleichzeitig starkem Wind kann das Betriebsführungssystem die Windenergieanlage, abhängig von den aktuellen Standortbedingungen, mit reduzierter Leistung betreiben.

Im Temperaturbereich von -15°C bis -25°C wird die Leistung der Windenergieanlage von der Steuerung linear auf bis zu 25% der Nennleistung reduziert. Zwischen -25°C und -40°C bleibt die Anlage mit maximal 25% der Nennleistung weiter in Betrieb. Wenn die Temperatur unter -40°C fällt, stoppt die Windenergieanlage. Ein Neustart ist ab einer Temperatur von -35°C wieder möglich.

Für Standorte mit kaltem Klima reicht der unbegrenzte Betriebsbereich von -30°C bis $+30^{\circ}\text{C}$. Unterhalb dieser Temperatur wird die Leistung linear auf 25% reduziert, bis eine Temperatur von -40°C erreicht ist. Ab dieser Temperatur wird der Betrieb gestoppt. Ein Neustart ist ab einer Temperatur von -35°C wieder möglich.

Bei Überschreitung der Beschleunigungsgrenzen, die durch einen vereisten Rotor mit Unwucht verursacht werden, wird die Windenergieanlage abgeschaltet. Darüber hinaus ist die E-138 EP3 E2 mit einem Eiserkennungssystem ausgestattet.

4.3 Betriebsführungs- und Sicherheitssystem

Das Sicherheitssystem ist unabhängig vom Betriebsführungssystem und diesem logisch übergeordnet. Das Sicherheitssystem löst bei Überschreitung von kritischen Grenzwerten eine Notbremsung aus. Die Überwachung durch das Sicherheitssystem umfasst die folgenden Funktionen:

- Not-Halt-Taster
- Rotordrehzahl
- Gondelschwingung
- Überwachung des Kontrollsystems
- Überwachung der Kabelverdrillung

Nach Auslösen des Sicherheitssystems ist ein automatischer Neustart der Anlage nicht möglich.

Der Ausfall von einer der drei Blattverstellungen führt nicht zu einem unsicheren Zustand, sondern löst sofort eine Abschaltung der Windenergieanlage aus (2oo3 Redundanz).

Die Azimutantriebe werden bei Betätigung des Not-Halt-Tasters in der Gondel oder einem Fehler im Azimutsystem ausgeschaltet. Im Wartungsmodus sind die Azimutantriebe ebenfalls deaktiviert.

Detaillierte Informationen sind in [1.1.1], [1.1.6] und [1.2.4] enthalten.

4.4 Mechanische Bremse

Die mechanische / hydraulische Scheibenbremse sorgt für einen vollständigen Stillstand des Rotors bei Betätigung des Not-Halt-Tasters in der Gondel sowie im manuellen Servicebetrieb. Sie dient nicht als Betriebsbremse, sondern zum provisorischen Festhalten des bereits angehaltenen Rotors, um diesen zu arretieren. Zusätzlich wird die Rotorbremse nach dem Auslösen eines Notstopps als Zusatzbremse verwendet.

5 Durchgeführte Prüfung

5.1 Prüfmethodik

Die Bewertung erfolgte durch Überprüfung der zugehörigen Dokumentation in Bezug auf die Anforderungen in den angewandten Standards [2].

Das Design der unabhängigen Bremssysteme sowie die unabhängige und übergeordnete Funktion des Sicherheitssystems wurde überprüft.

Mit Hilfe der Fehleranalyse [1.1.8] wurde das Sicherheitssystem auf seine Fähigkeit, die Windenergieanlage bei Ausfall der Steuerung in einem sicheren Zustand zu halten überprüft. Mit [1.1.7] wurden die Performance Level der Schutzfunktionen gemäß den Anforderungen der EN ISO 13849-1 überprüft.

Die lastrelevanten Parameter, z.B. Drehzahlgrenzen, Windgeschwindigkeiten oder Pitchgeschwindigkeiten, sowie die Betriebs- und Wartungsbedingungen wurden auf Übereinstimmung mit den Annahmen aus der Lastrechnung überprüft.

Es wurde überprüft, ob die in [2.1] bzw. [2.2] geforderten Informationen in den jeweiligen Handbüchern enthalten sind.

Die Überprüfung aller angegebenen Parameter und Software-Validierung sowie eine vollständige Überprüfung aller Spezifikationen, z.B. Schraubenmomente, Schmierstoffe, Gewichte und Abmessungen, elektrische Eigenschaften etc. sind nicht Bestandteil dieses Prüfberichts.

5.2 Anmerkungen

Wesentliche Änderungen an der geprüften Dokumentation bzw. am Betriebsführungs- und Sicherheitssystem sowie an den Handbüchern machen diesen Prüfbericht ungültig. Diese müssen TÜV NORD zur erneuten Bewertung vorgelegt werden.

5.3 Prüfergebnisse

5.3.1 Betriebsführungs- und Sicherheitssystem

Das Konzept des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems ist geeignet, den sicheren Betrieb der ENERCON E-138 EP3 E2 Windenergieanlage zu gewährleisten. Der sichere Zustand der Windenergieanlage ist in jedem Modus durch redundante und unabhängige Bremssysteme gewährleistet.

5.3.2 Qualitätsmanagement

Der Qualitätssicherungsprozess enthält ausreichende Maßnahmen, um das Risiko von Fehlfunktionen im Design der ENERCON E-138 EP3 E2 zu vermeiden. Der Prozess beinhaltet eine systematische Risikobewertung mittels Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) und einen Sicherheitsplan. Spezifische Maßnahmen zur Vermeidung systematischer Fehler wurden berücksichtigt.

5.3.3 Performance Level

Für die sicherheitskritischen Schutzfunktionen

- Schutz vor Überdrehzahl / aerodynamische Bremse,
- Not Stop,
- Kabelverdrillung,
- Übermäßige Vibration/ Erschütterung,

wurde eine quantitative Risikoanalyse durchgeführt. Die erforderlichen Performance Level für jede Schutzfunktion wurden in der Risikobewertung festgelegt. Der Nachweis aller Performance Level wurde auf der Basis von [1.1.7] erreicht. Die Schutzfunktionen erfüllen die Anforderungen der EN ISO 13849-1.

Nach einer Betriebszeit von 20 Jahren müssen die elektrischen Komponenten des Sicherheitssystems für die verbleibende Lebensdauer der WEA (bis zu 25 Jahre) ertüchtigt werden. Die Komponenten müssen entweder ausgetauscht oder einer Prüfung unterzogen werden (siehe EN ISO 13849-1: 2015). Für den Austausch der elektrischen Komponenten der Sicherheitseinrichtungen dürfen nur neue oder gleichwertige (so gut wie neue) Teile verwendet werden.

5.3.4 Handbücher

Für die Tätigkeiten Transport, Installation, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung stehen Handbücher, Checklisten und Protokolle zur Verfügung. Sicherheitsanweisungen wurden für vorhersehbare Gefahren gegeben. Die entsprechenden Protokolle werden über das Technical Service Info-System (TSI-Datenbank) verwaltet, das die aktuellen Protokolle bereitstellt und die Einträge speichert.

Die Handbücher enthalten die erforderlichen Informationen in geeigneter Weise, mit Ausnahme der folgenden Punkte:

Das Handbuch zur Turmmontage [1.1.11] enthält noch nicht die E-138 EP3 E2 und nicht alle Nabenhöhen (siehe Kap. 6 Auflagen und Hinweise, Nummer 6.1). Mit Dokument [1.2.7] erklärte ENERCON die Gültigkeit des Handbuchs auch für die E-138 EP3 E2 mit Stahlurm 81m, 96m, 111m und 131m. Mit demselben Dokument erklärte ENERCON die Gültigkeit auch für die E-138 EP3 E2 mit Hybridurm 149m.

5.4 Schnittstellen

Die lastrelevanten Parameter, wie z.B. Rotordrehzahlgrenzen, Windgeschwindigkeitsgrenzen, Bremsprogramme sowie Betriebs- und Wartungsbedingungen wurden auf Übereinstimmung mit den Annahmen für die Lastberechnungen überprüft.

Der Ausschluss des Lastfalls 2.1 (Überdrehzahl n_4) wurde anhand einer Analyse der auftretenden Häufigkeit vergleichbarer Anlagen bewertet [1.2.8]. Das Ereignis wurde als „abnormal“ bewertet, da die Ausfallrate weniger als einmal in der Lebensdauer (25 Jahre) beträgt. Der Lastfall 2.2 (Überdrehzahl n_A) ist aufgrund des gleichen Sicherheitsfaktors und der höheren Schwelle für Überdrehzahl abdeckend. Diese Annahme wird anhand der in Jahresberichten dokumentierten Häufigkeiten validiert.

6 Auflagen und Hinweise

- 6.1 Das Handbuch für die Turmmontage ist mit den entsprechenden Angaben für die fehlenden Nabenhöhen zu ergänzen und vor der Errichtung dieser Typen zur Bewertung einzureichen.
- 6.2 Jede Windenergieanlage dieses Typs muss mindestens entsprechend den Inbetriebnahmeanleitungen getestet werden. Der ordnungsgemäße Zustand ist vom Hersteller zu bestätigen. Der Inbetriebnahmebericht ist dem Betreiber jeweils zusammen mit den Handbüchern und Wartungs- und Instandhaltungsanweisungen zu übergeben. Die Wartungs- und Instandhaltungsanweisungen sind zu befolgen und die durchgeführten Arbeiten in den entsprechenden Berichten zu protokollieren.

6.3 Alle sicherheitsrelevanten Bauteile und Funktionen sind in Abständen von höchstens zwei Jahren durch einen anerkannten Sachverständigen zu prüfen. Dieses Prüfintervall kann auf vier Jahre verlängert werden, wenn durch von ENERCON autorisierte Sachkundige eine laufende (mind. jährliche) Überwachung und Wartung der Windenergieanlage durchgeführt wird. Das Ergebnis der wiederkehrenden Prüfung ist in einem Bericht festzuhalten, der mindestens die folgenden Informationen enthalten muss:

- Prüfender Sachverständiger und Anwesende bei der Prüfung
- Hersteller, Typ und Seriennummer der WEA und deren Hauptbestandteile (Rotorblätter, Getriebe, Generator, Turm)
- Standort und Betreiber der WEA
- Gesamtbetriebsstunden
- Windgeschwindigkeit und Temperatur am Tag der Prüfung
- Beschreibung des Prüfumfanges
- Prüfergebnis und ggf. Auflagen

Diese Dokumentation ist vom Betreiber über die gesamte Nutzungsdauer der Windenergieanlage aufzubewahren.

7 Schlussfolgerung

Der Aufbau des Betriebsführungs- und Sicherheitssystem mit den redundanten Schutzfunktionen ist geeignet, die ENERCON E-138 EP3 E2 Windenergieanlage in einem sicheren Zustand zu halten.

Das fehlersichere Verhalten der Windenergieanlagen wurde in Form einer FMEA dargelegt. Die nach EN ISO 13849-1 erforderlichen Performance Level wurden für alle Sicherheitsfunktionen erreicht.

Die Anforderungen der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen (Ausgabe 2012) und der DIN EN 61400-1:2005 an das Konzept des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems sowie die Handbücher der in Tabelle 4.1 spezifizierten Windenergieanlage werden erfüllt. Die Auflagen und Hinweise in Kap. 6 sind zu berücksichtigen.

erstellt:



Dipl.-Ing. O. Raupach

freigegeben:



Dipl.-Ing. L. Klüppel

An der Prüfung beteiligt:

Dipl.-Ing. G. Ewald

Gutachtliche Stellungnahme

ENERCON E-138 EP3 E2

– Elektrische Komponenten und Blitzschutz –

TÜV NORD Report Nr.:	8117 142 915 - 5 D Rev. 1
Prüfobjekt:	Elektrische Komponenten und Blitzschutz der Windenergieanlage ENERCON E-138 EP3 E2
Prüfumfang:	<ul style="list-style-type: none">- DIBt 2012- IEC 61400-1 ed. 3
Hersteller:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 34 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Experte
0	27.11.2019	Erste Fassung	H. Grafe
1	07.04.2020	Umrichtertestberichte hinzugefügt Technische Beschreibung Cold Climate aufgelistet Alternative Transformatoren aufgeführt Aktualisierte Konstruktionsbasis hinzugefügt EMV Dokumente aufgeführt Weitere Turmhöhe 149 m aufgelistet Geänderte Seiten: 5, 6, 7, 15, 17, 18, 19, 21, 26, 27, 29, 33	H. Grafe

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	4
1.1	Geprüfte Dokumente	4
2	Prüfgrundlagen.....	19
3	Einleitung	21
4	Beschreibung der Windenergieanlage	21
4.1	Beschreibung der WEA Konfigurationen.....	21
4.2	Klimatische Bedingungen.....	21
4.3	Eigenschaften Elektrische Komponenten.....	22
5	Durchgeführte Prüfungen.....	28
5.1	Prüfmethode.....	28
5.2	Anmerkungen.....	28
5.3	Prüfbemerkungen.....	29
5.3.1	Allgemeine Anforderungen an das elektrische System	29
5.3.2	Back-up Spannungsversorgungssystem	31
5.3.3	Elektrische Leiter.....	31
5.3.4	Schutz- und Trenneinrichtungen	31
5.3.5	Blitzschutz- und Erdungssystem	32
5.3.6	Selbsterregung.....	33
5.3.7	Netzverträglichkeit und elektromagnetische Verträglichkeit	33
5.3.8	Kalt-Wetter-Ausführung.....	33
5.4	Schnittstellen.....	33
6	Auflagen	34
7	Schlussfolgerung.....	34

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

ENERCON E-138 EP3 E2

[1.1.1] ENERCON
EG/EU-Konformitätserklärung
Dokumenten-Nr.: D0376121-12
Rev. Entwurf, Datum: 25.01.2019 (empfangen)

Generator

[1.1.2] ENERCON
Kurzbeschreibung Generator E-138 EP3 E2-GE-01
Dokumenten-Nr.: D0882532-0a
Rev. 0a, Datum: 24.10.2019

[1.1.3] ENERCON
Zeichnung Nameplate
Dokumenten-Nr.: D0882535-0
Rev. 0, Datum: 30.10.2019 (empfangen)

[1.1.4] ENERCON
E-138 EP3 E2-GE-01 Thermisches Verhalten und Prüfung nach DIN 60034
Dokumenten-Nr.: D0882534-1
Rev. 1, Datum: 30.10.2019

[1.1.5] ENERCON
Herstellereklärung, Drehzahlauslegung des Generator-Rotors vom Typ
E-138 EP3 E2-GE-01
Dokumenten-Nr.: D0882531-0
Rev. 0, Datum: 30.10.2019

[1.1.6] Arbeitsgemeinschaft Generatorfertigung
Fertigungs- und Prüfprotokoll Scheibenrotor E-138 EP3-E2-GE-01
Dokumenten-Nr.: FPP_1049_E-138 EP3-E2-GE.01_de-de_Rev000_Schei-
benrotor
Rev. 0, Datum: 15.10.2019

[1.1.7] Arbeitsgemeinschaft Generatorfertigung
Fertigungs- und Prüfprotokoll Scheibenrotor E-138 EP3-E2-GE-01
Dokumenten-Nr.: FPP_1048_E-138_EP3-E2-GE-01_de-de_Rev000_Stator-
ring
Rev. 0, Datum: 23.09.2019

Umrichter

- [1.1.8] ENERCON
Datenblatt PC B2B-Umrichter (Artikel-Nr. 676555)
Dokumenten-Nr.: D0835803-2
Rev. 2, Datum: 27.11.2019 (empfangen)

- [1.1.9] ENERCON
Technische Beschreibung Umrichter B2B V2 SAP 676555
Dokumenten-Nr.: D0849519-1
Rev. 0, Datum: 17.07.2019

- [1.1.10] ENERCON
Technische Information Kühlung Leistungsschrank B2B PC17034
Dokumenten-Nr.: D0852253-0
Rev. 0, Datum: 26.07.2019

- [1.1.11] ENERCON
Zeichnung Power cabinet B2B V2 VAR – assembly view
Dokumenten-Nr.: D0836954-0
Rev. 0, Datum: 05.07.2019

- [1.1.12] ENERCON
Schaltplan power cabinet
Dokumenten-Nr.: D0876520-0b
Rev. 0b, Datum: 21.10.2019

- [1.1.13] ENERCON
Name plate cabinet power – B2B V2 STD
Dokumenten-Nr.: D0887687
Rev. -, Datum: 18.11.2019 (empfangen)

- [1.1.14] ENERCON
Erklärung zur Überspannungskategorie III des B2B-Umrichters
Dokumenten-Nr.: D0883451-1
Rev. 0, Datum: 16.10.2019

- [1.1.15] ENERCON
Messbericht PC17034 Erwärmungslauf TRL6
Dokumenten-Nr.: D0817165-0
Rev. 0, Datum: 17.04.2019

- [1.1.16] ENERCON
Prüfprotokoll – Leistungsschrank B2B (Leistungstest)
Seriennummer: 15-10
Rev. 0, Datum: 26.07.2018

- [1.1.17] ENERCON
Versuchsprotokoll B2B Chopper eingebaut im Versuchsträger
Dokumenten-Nr.: D0435031xxxxxx-0/DD
Rev. 0, Datum: 01.02.2016

- [1.1.18] ENERCON
Versuchsprotokoll Kurzschluss DC-seitig – Version Thyristor
Dokumenten-Nr.: D0435031xxxxxx-0/DD
Rev. 0, Datum: 01.02.2016

- [1.1.19] ENERCON
Prüfbericht Schwingprüfung B2B V1 EN62477-1
Dokumenten-Nr.: D0904865-0
Rev. 0, Datum: 13.02.2020

- [1.1.20] ENERCON
Prüfbericht Prüfung Hydrostatischer Druck B2B V1 EN62477-1
Dokumenten-Nr.: D0918347-0
Rev. 0, Datum: 18.02.2020

- [1.1.21] ENERCON
Prüfbericht, Prüfung der Vollständigkeit des Schutzgehäuses B2B V1
Dokumenten-Nr.: D0850230-0
Rev. 0, Datum: 17.02.2020

- [1.1.22] ENERCON
Prüfbericht, Prüfung Kondensatorentladung B2B V1
Dokumenten-Nr.: D0850716-0
Rev. 0, Datum: 17.02.2020

- [1.1.23] ENERCON
Prüfbericht, Prüfung Messung des Berührungsstromes B2B V1
Dokumenten-Nr.: D0850970-0
Rev. 0, Datum: 17.02.2020

- [1.1.24] ENERCON
Prüfbericht, Prüfung Erwärmungsprüfung B2B V1
Dokumenten-Nr.: D0896794-0
Rev. 0, Datum: 18.02.2020

- [1.1.25] ENERCON
Prüfbericht, Wechsel- oder Gleichspannungsprüfung B2B V1
Dokumenten-Nr.: D0927995-0
Rev. 0, Datum: 17.02.2020

- [1.1.26] ENERCON
Prüfbericht, Trockene Wärme Prüfung B2B V1
Dokumenten-Nr.: D0928000-0
Rev. 0, Datum: 18.02.2020
- [1.1.27] AIT
Prüfbericht, ENERCON_EN62447-1 B2B-Umrichter 365kVA
Dokumenten-Nr.: SGP-15893_01R1
Rev. R1, Datum: 17.01.2020

Blitzschutz

- [1.1.28] ENERCON
Technische Beschreibung Blitzschutz
ENERCON Windenergieanlagen EP1, EP2, EP3
Dokumenten-Nr.: D0260891-11
Rev. 11, Datum: 28.10.2019
- [1.1.29] ENERCON
Zeichnung Leerrohr- und Blitzschutzplan, Flachgründung mit Teilauftrieb
Dokumenten-Nr.: D0872882-0
Rev. 0, Datum: 23.09.2019
- [1.1.30] ENERCON
Zeichnung Leerrohr- und Blitzschutzplan, Tiefgründung mit Teilauftrieb
Dokumenten-Nr.: D0872883-0
Rev. 0, Datum: 24.09.2019
- [1.1.31] ENERCON
Technische Beschreibung
Blitzschutzsystem des Rotorblattes E-138 EP3-RB-02
Dokumenten-Nr.: D0812489-0
Rev. 0, Datum: 15.05.2019
- [1.1.32] TÜV Süd
Gutachtliche Stellungnahme, Isoliertes Multi-Rezeptor Blitzschutzsystem
Prüfnummer: 2632058-31-d
Rev. 0, Datum: 30.08.2017
- [1.1.33] ENERCON
Zeichnung Blitzschutzsystem Montage Blitzschutzkabel
Dokumenten-Nr.: R1382.190.10001
Rev. 0, Datum: 15.04.2019
- [1.1.34] ENERCON
Zeichnung Blitzschutzsystem Montage Anbauteile
Dokumenten-Nr.: R1382.190.10000
Rev. 0, Datum: 15.04.2019

- [1.1.35] ENERCON
Zeichnung Blitzschutzsystem Zusammenbau
Dokumenten-Nr.: R.1382.190.10002
Rev. 0, Datum: 15.04.2019
- [1.1.36] ENERCON
Zeichnung Blitzschutzsystem Ableitring
Dokumenten-Nr.: R1265.190.10003
Rev. 1, Datum: 06.03.2019
- [1.1.37] ENERCON
Zeichnung Rotorblatt Einbau Verschlussstopfen
Dokumenten-Nr.: R01.230.10075
Rev. 0, Datum: 17.07.2019
- [1.1.38] ENERCON
Zeichnung Stopfen Verschlussstopfen
Dokumenten-Nr.: R01.230.10074
Rev. 1, Datum: 23.07.2019
- [1.1.39] ENERCON
Technische Information Messung des Erdungswiderstands
Dokumenten-Nr.: PLM-EWES-DC008-Messung des Erdungswiderstands-
Rev006de-de
Rev. 6, Datum: 30.08.2016

Schleifringübertrager

- [1.1.40] ENERCON
Spezifikation Schleifringübertrager EP3-003-BH1-ENC=-FORJ1
Dokumenten-Nr.: D0866477-0
Rev. 0, Datum: 11.09.2019
- [1.1.41] ENERCON
Schaltplan Schleifringübertrager
Dokumenten-Nr.: D0840907-0
Rev. 0, Datum: 01.07.2019

Elektrischer Antrieb Azimut

- [1.1.42] ENERCON
Spezifikation dezentrale Azimutantriebe 3,3 kW
Dokumenten-Nr.: D0632905-8
Rev. 8, Datum: 08.10.2019

- [1.1.43] Getriebebau NORD
Motordatenblatt Motortyp 112MH/4 BRE60 PT1000
Dateiname: Motordatenblatt_ENERCON-Azimuthmotor_NC
Rev. -, Datum: 24.10.2019

- [1.1.44] Drivesystem NORD
Motoren Betriebs- und Montageanleitung
Dokumenten-Nr.: B 1091 de-2319
Rev.B 1091, Datum: 06.2019

- [1.1.45] Getriebebau NORD
Bild Typenschild
Dateiname: Motor-TS_Enercon Azimut NC
Rev. -, Datum: 25.10.2019 (empfangen)

- [1.1.46] Drivesystem NORD
Auszug vom Handbuch für Frequenzumrichter
Dokumenten-Nr.: BU 0200 de-3118
Rev. -, Datum: 25.10.2019 (empfangen)

- [1.1.47] Drivesystem NORD
Bild Typenschild
Dateiname: Typenschild-SK200E
Rev., Datum: 25.10.2019 (empfangen)

- Elektrischer Antrieb Pitch

- [1.1.48] ENERCON
Technische Beschreibung Elektrisches Blattverstellsystem
ENERCON Windenergieanlage E-115 EP3 E3, E-138 EP3 E2
Dokumenten-Nr.: D0854579-0
Rev. 0, Datum: 29.08.2019

- [1.1.49] ENERCON
Spezifikation Blattverstellmotor DC-8.8kW-38x58-FF265-85
Dokumenten-Nr.: D0765312-1
Rev. 1, Datum: 29.08.2019

- [1.1.50] ENERCON
Zeichnung pitch motor DC-8.8W-38x58-FF265-85
Dokumenten-Nr.: EP3.01.130-0
Rev. 0, Datum: 21.08.2019

- [1.1.51] Emod Motoren
Datenblatt DC Pitchmotor ENERCON E-138 EP3 E2 und E115 EP3 E3
Dokumenten-Nr.: D0873507-0
Rev. 1, Datum: 19.09.2019

[1.1.52] Emod Motoren
Massblatt für Motor
Dokumenten-Nr.: B0616.20.116549-00; ENERCON Dokumenten-Nr.:
D0896099-0
Rev. 0, Datum: 07.11.2019

[1.1.53] ENERCON
Messbericht Blattverstellmotor Emod E-138EP3E2
Dokumenten-Nr.: D0847529-0
Rev. 0, Datum: 07.11.2019

[1.1.54] ENERCON
Messbericht IB BVS E-138 EP3 E2
Dokumenten-Nr.: D0861403-0
Rev. 0, Datum: 18.11.2019 (empfangen)

Back-up System, Ladegeräte, Energiespeicher

[1.1.55] LS Mtron Ltd.
Product Specification LSUC 002R7C 3000F EA LT02 EN
Dokumenten-Nr.: V7_20180501
Rev. -, Datum: 20.11.2019 (empfangen)

Kabel und sonstige elektrische Ausrüstung

[1.1.56] ENERCON
Auslegung Turmkabelanlage E-115 EP3 E3 und E-138 EP3 E2
Dokumenten-Nr.: D0854039-1
Rev. -, Datum: 01.08.2019 (empfangen)

[1.1.57] Prysmian
Data sheet PROTOTHEN-X (N)A2XSY
ENERCON Dokumenten-Nr.: D0629505-0
Rev. -, Datum: 31.07.2017

[1.1.58] Prysmian
Data sheet WINDFLEX GLOBAL EMC S-3GDSHOEU
ENERCON Dokumenten-Nr.: D0630109-0
Rev. -, Datum: 04.09.2017

[1.1.59] ENERCON
Technical Description ENERCON Wind Energy Converter Steady-State
Short-Circuit Calculations
Dokumenten-Nr.: D0138322-11
Rev. 11, Datum: 30.08.2019

Schaltpläne

- [1.1.60] ENERCON
Übersichtsschaltplan E-138 EP3 E2 / E-115 EP3 E3
Dokumenten-Nr.: D0842364-0
Rev. 0, Datum: 18.07.2019

- [1.1.61] ENERCON
Blattsicherheitsschrank
Dokumenten-Nr.: D0845302-0
Rev. 0, Datum: 01.07.2019

- [1.1.62] ENERCON
Kondensatoreinheit Rotor
Dokumenten-Nr.: D0844192-0
Rev. 0, Datum: 04.07.2019

- [1.1.63] ENERCON
Rotorunterverteilung
Dokumenten-Nr.: D0840424-0
Rev. 0, Datum: 02.07.2019

- [1.1.64] ENERCON
Unterverteilung Rotorsensorik
Dokumenten-Nr.: D0840182-0
Rev. 0, Datum: 24.06.2019

- [1.1.65] ENERCON
Trafo Rotor
Dokumenten-Nr.: D0808281-0
Rev. 0, Datum: 07.06.2019

- [1.1.66] ENERCON
Überdrehzahlschalterbox
Dokumenten-Nr.: D0787934-1
Rev. 1, Datum: 03.07.2019

- [1.1.67] ENERCON
Blattregelschrank
Dokumenten-Nr.: D08765436-0
Rev. 0, Datum: 01.07.2019

- [1.1.68] ENERCON
Blattrelaisschrank
Dokumenten-Nr.: D0763164-0
Rev. 0, Datum: 02.11.2018

- [1.1.69] ENERCON
Überspannungsschutz Rotor
Dokumenten-Nr.: D0717699-0a
Rev. 0a, Datum: 19.06.2019

- [1.1.70] ENERCON
Lastregelschrank
Dokumenten-Nr.: D0609510-1
Rev. 1, Datum: 29.06.2018

- [1.1.71] ENERCON
Unterverteilung Statortemperaturfühler
Dokumenten-Nr.: D0845466-0
Rev. 0, Datum: 09.07.2019

- [1.1.72] ENERCON
Unterverteilung Statortemperaturfühler
Dokumenten-Nr.: D0842996-0
Rev. 0, Datum: 08.07.2019

- [1.1.73] ENERCON
Statorunterverteilung
Dokumenten-Nr.: D0843187-0
Rev. 0, Datum: 12.07.2019

- [1.1.74] ENERCON
Schaltschrank el. Grundversorgung Gondel
Dokumenten-Nr.: D0829101-0
Rev. 0, Datum: 24.05.2019

- [1.1.75] ENERCON
Gondelsteuerschrank
Dokumenten-Nr.: D0820846-0
Rev. 0, Datum: 19.06.2019

- [1.1.76] ENERCON
Hauptverteilung Gondel
Dokumenten-Nr.: D0804950-0
Rev. 0, Datum: 05.07.2019

- [1.1.77] ENERCON
Erregersteller
Dokumenten-Nr.: D0791859-0
Rev. 0, Datum: 08.02.2019

- [1.1.78] ENERCON
Unterverteilung
Dokumenten-Nr.: D0753082-0
Rev. 0, Datum: 15.11.2018

- [1.1.79] ENERCON
Fehlerstromüberwachung Generator
Dokumenten-Nr.: D0743703-2a
Rev. 2a, Datum: 05.07.2019

- [1.1.80] ENERCON
Freischaltbox Blattheizung
Dokumenten-Nr.: D0722985-1
Rev. 0, Datum: 06.12.2018

- [1.1.81] ENERCON
Unterverteilung Dachmodul
Dokumenten-Nr.: D0665663-1
Rev. 0, Datum: 06.09.2018

- [1.1.82] ENERCON
Akkuschrank
Dokumenten-Nr.: D0665360-0
Rev. 0, Datum: 23.01.2018

- [1.1.83] ENERCON
Stromschiene
Dokumenten-Nr.: D0849265-0
Rev. 0, Datum: 17.07.2019

- [1.1.84] ENERCON
Elektrische Ausrüstung
Dokumenten-Nr.: D0840479-0
Rev. 0, Datum: 24.06.2019

- [1.1.85] ENERCON
Schaltschrank el. Grundversorgung WEA
Dokumenten-Nr.: D0840350-0
Rev. 0, Datum: 24.06.2019

- [1.1.86] ENERCON
USV Anlagensteuerung
Dokumenten-Nr.: D0833460-0
Rev. 0, Datum: 13.06.2019

- [1.1.87] ENERCON
Netzfilterschrank
Dokumenten-Nr.: D0825801-0
Rev. 0, Datum: 16.05.2019

- [1.1.88] ENERCON
Hauptverteilung WEA
Dokumenten-Nr.: D0770900-1
Rev. 1, Datum: 17.06.2019

- [1.1.89] ENERCON
Steuerschrank Transformator
Dokumenten-Nr.: D0757359-1
Rev. 1, Datum: 04.02.2019

- [1.1.90] ENERCON
Zählerschrank
Dokumenten-Nr.: D0736809-0
Rev. 0, Datum: 12.04.2019

- [1.1.91] ENERCON
Versorgung Steuerschrank Transformator
Dokumenten-Nr.: D0686326-1
Rev. 1, Datum: 14.08.2018

- [1.1.92] ENERCON
DC Ladeeinheit
Dokumenten-Nr.: D0686074-1
Rev. 1, Datum: 01.04.2019

- [1.1.93] ENERCON
Übersichtsschaltplan Erdung E-138 EP3 E2 / E115 EP3 E3
Dokumenten-Nr.: D0845846-0a
Rev. 0a, Datum: 02.07.2019

Transformator

- [1.1.94] ENERCON
Specification Transformer 4,6MVA 630V KW M
Dokumenten-Nr.: D0726692-4
Rev. -, Datum: 20.06.2019

- [1.1.95] ENERCON
Specification Transformer 5,0MVA 630V KW M
Dokumenten-Nr.: D0747721-5
Rev. -, Datum: 19.07.2019

- [1.1.96] ENERCON
Type certification of distribution transformers
Dokumenten-Nr.: PM-EW-AA012-Typenprüfung WEA Trafos-Rev001 ger-
eng
Rev. 1, Datum: 17.02.2014

- [1.1.97] J. Schneider Elektrotechnik
Technical data sheet HPNW 5000A
Dokumenten-Nr.: BNW 5000A-D0001 – 190719
ENERCON Dokumenten-Nr.: D0850658-1
Rev. -, Datum: 19.07.2019

- [1.1.98] J. Schneider Elektrotechnik
Technical data sheet HPNW 5000A
Dokumenten-Nr.: BNW 5000A-D0001 – 190719
ENERCON Dokumenten-Nr.: D0850655-1
Rev. -, Datum: 19.07.2019

- [1.1.99] Siemens AG Österreich
Technical data sheet – ENERCON SAP XXXXX
ENERCON Dokumenten-Nr.: D0850158-1
Rev. 00, Datum: 18.07.2019

- [1.1.100] SBG
Technical specification VEY17265
ENERCON Dokumenten-Nr.: D0848970-1
Rev. -, Datum: 27.02.2019

- [1.1.101] SBG
Technical specification VEY17266
ENERCON Dokumenten-Nr.: D0848966-1
Rev. -, Datum: 27.02.2019

- [1.1.102] Siemens AG Österreich
Technical data sheet – ENERCON SAP XXXXX
ENERCON Dokumenten-Nr.: D0927913-0
Rev. 00, Datum: 05.02.2020

- [1.1.103] SBG
Technical specification VEY17391
ENERCON Dokumenten-Nr.: D0927915-0
Rev. -, Datum: 04.02.2020

- [1.1.104] J. Schneider Elektrotechnik
Technisches Datenblatt HBNW 5000A
Dokumenten-Nr.: BNW 5000A-D0001 – 190709
ENERCON Dokumenten-Nr.: D0917413-0
Rev. -, Datum: 09.07.2019

Mittelspannungsschaltanlage

- [1.1.105] ENERCON
Spezifikation ENERCON Mittelspannungsschaltanlage für den Einsatz im E-Modul
Dokumenten-Nr.: PLM-EWES-SP026 MS-Schaltanlage Kurzversion-Rev000de_de
Rev. 0, Datum: 07.11.2017
- [1.1.106] Driescher
Technical Data MINEX ABS® zero 12-24 kV
Dokumenten-Nr.: E6697-A14Z ABS12-24; ENERCON Dokumenten-Nr.: D0708078-0
Rev. -, Datum: 15.06.2016
- [1.1.107] Driescher
Konformitätserklärung MINEX ABSzero®24 kV K-L
ENERCON Dokumenten-Nr.: D0751294-0
Rev. -, Datum: 19.09.2018
- [1.1.108] Driescher
Technical description ABS® zero
ENERCON Dokumenten-Nr.: D0708521-0
Rev. -, Datum: 19.09.2019 (empfangen)
- [1.1.109] Driescher
Schaltplan MINEX-24KV A-L
Dokumenten-Nr.: ES0178874
ENERCON Dokumenten-Nr.: D0753508-0
Rev. -, Datum: 05.09.2018
- [1.1.110] Driescher
Typprüfung SF₆-isolierte Mittelspannungs-Schaltanlage 36 kV/630 A
Typ MINEX® ABSzero®
Dokumenten-Nr.: A14Z SF6-Anlage ABS zero mit LS und Messfeld 36-630
Typprüfung deutsch 11-19
Rev. -, Datum: 18.11.2019 (empfangen)
- [1.1.111] Driescher
Typprüfung SF₆-isolierte Mittelspannungs-Schaltanlage 12-24 kV/630 A
Typ MINEX® ABSzero®
Dokumenten-Nr.: A14Z SF6-Anlage 12-24-630 MINEX ABSzero Typprüfung deutsch 11-19
Rev. -, Datum: 18.11.2019 (empfangen)

- [1.1.112] Driescher
Bestätigung MINEX® ABSzero® (12-24 kV)
Dokumenten-Nr.: Bestätigung MINEX ABS zero Typprüfung 07-15
Rev. -, Datum: 07.11.2019
- [1.1.113] Driescher
Bestätigung MINEX® ABSzero® (36 kV)
Dokumenten-Nr.: Bestätigung MINEX ABS zero Typprüfung 07-15
Rev. -, Datum: 07.11.2019

EMV

- [1.1.114] ENERCON
Prüfanforderungen EMV Erforderliche Prüfungen
Dokumenten-Nr.: D0652486-4
Rev. 4, Datum: 05.08.2019
- [1.1.115] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Rotorunterverteilung
Dokumenten-Nr.: D0894800-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019
- [1.1.116] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Lastregelschrank
Dokumenten-Nr.: D0870494-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019
- [1.1.117] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Gondelsteuerschrank
Dokumenten-Nr.: D0869469-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019
- [1.1.118] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Steuerschrank
Dokumenten-Nr.: D0869004-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019
- [1.1.119] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Montageplatte
Dokumenten-Nr.: D0866196-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019
- [1.1.120] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Einschubrahmen
Optoverteiler VAR
Dokumenten-Nr.: D0866195-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.121] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Einschubrahmen
IE Client VAR
Dokumenten-Nr.: D0866192-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.122] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Einschubrahmen
Versorgung intern VAR
Dokumenten-Nr.: D0866191-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.123] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Einschubrahmen
Einspeisung 230V/400V VAR
Dokumenten-Nr.: D0866190-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.124] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Leistungsschrank
Dokumenten-Nr.: D0855915-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.125] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Blattregelschrank
Dokumenten-Nr.: D0853523-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.126] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Schleifringübertrager
Dokumenten-Nr.: D0853027-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.127] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Eisansatzerkennung
Dokumenten-Nr.: D0851886-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.128] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Netzfilterschrank
Dokumenten-Nr.: D0849903-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

- [1.1.129] ENERCON
Risikobeurteilung nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU Blattrelaisschrank
Dokumenten-Nr.: D0848587-0
Rev. 3, Datum: 04.07.2019

1.2 Zugehörige Dokumente

- [1.2.1] ENERCON
Konstruktionsbasis E-138 EP3 E2
Dokumenten-Nr.: D0765798-1a
Rev. 1a, Datum: 12.09.2019
- [1.2.2] ENERCON
Konstruktionsbasis Cold Climate Anlagen
Dokumenten-Nr.: D0666243-3
Rev. 3, Datum: 30.08.2018
- [1.2.3] ENERCON
Safety Concept / Safety Requirement Specification
ENERCON Windenergieanlagen E-138 EP3, E-138 EP3 E2 und E-115 EP3 E3
Dokumenten-Nr.: D0830549-0a
Rev. 0a, Datum: 02.08.2019
- [1.2.4] TÜV NORD CERT GmbH
Evaluation Report ENERCON E-138 EP3 E2
Electrical Equipment and Lightning Protection
Report No.: 8117 142 915 – 5 E, Rev. 1, Datum: 23.03.2020
- [1.2.5] ENERCON
Technische Beschreibung - ENERCON Windenergieanlagen
Option Cold Climate
Dokumenten-Nr.: D0160496-3
Rev. 3, Datum: 2014-04-23
- [1.2.6] ENERCON
Stellungnahme – Offene Punkte Elektrik
Dokumenten-Nr.: D0933870-0
Rev. 0, Datum: 2020-03-04

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windkraftanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Fassung Oktober 2012
- [2.2] IEC 61400 22:2010 (DIN EN 61400-22:2011)
Windenergieanlagen, Teil 22: Konformitätsprüfungen und Zertifizierung
- [2.3] IEC 61400 1 (DIN EN 61400-1:2011)
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
Dritte Ausgabe 2005-08 mit Änderungen A1 2010-07

- [2.4] IEC 60034-1:2010 (DIN EN 60034-1:2011)
Drehende elektrische Maschinen
Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten
- [2.5] IEC 60204-1:2016 (DIN EN 60204-1:2007)
Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen -
Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- [2.6] IEC 61400-24:2010 (DIN EN 61400-24:2011)
Windenergieanlagen, Teil 24: Blitzschutz
- [2.7] IEC 62305:2010 Serie (DIN EN 62305:2011)
Blitzschutz
- [2.8] IEC 60076-1:2011 (DIN EN 60076:2012)
Leistungstransformatoren, Teil 1: Allgemeines
- [2.9] IEC 62271-1:2007 (DIN EN 62271-1:2007)
Hochspannungs-Schaltgeräte und –Schaltanlagen
Teil 1: Gemeinsame Bestimmungen
- [2.10] DIN EN 62477-1:2013-04
Sicherheitsanforderungen an Leistungshalbleiter-Umrichtersysteme und -be-
triebsmittel, Teile 1: Allgemein
- [2.11] EN 61000-6-4:2006 + A1:2010
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-4: Fachgrundnormen - Stör-
aussendung für Industriebereiche
- [2.12] EN 61000-6-2:2005
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-2: Fachgrundnormen - Stör-
festigkeit für Industriebereiche
- [2.13] Verordnung (EU) Nr. 548/2014 zur Umsetzung der Richtlinie 2009/125/EG des
Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich Kleinleistungs-, Mittel-leis-
tungs- und Großleistungstransformatoren
- [2.14] DIN 50522:2010
Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselfspannungen über 1 kV
- [2.15] DIN 18014:2014
Fundamenterder – Allgemeine Planungsgrundlagen

3 Einleitung

In der DIBt-Richtlinie werden keine direkten Anforderungen an die elektrotechnischen Komponenten und den Blitzschutz gestellt. Deshalb wurden für diese Gutachtliche Stellungnahme die Anforderungen der IEC 61400-22 / DIN EN 61400-22 und der IEC 61400-1 / DIN EN 61400-1 als Prüfgrundlage definiert. Die Windenergieanlagen (WEA) ENERCON E-138 EP3 E2 wurde bereits im Rahmen der Typzertifizierung auf Erfüllung der Anforderungen der IEC 61400-22 und IEC 61400-1 überprüft [1.2.4].

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Beschreibung der WEA Konfigurationen

Die Prüfung des elektrischen Systems und des Blitzschutzes berücksichtigt die folgenden WEA Konfigurationen:

WEA Variante Nr.	WEA Bezeichnung	Frequenz	Max. Nennleistung	Turm / Hubhöhe	Rotordurchmesser / Blatt	Klimabedingung
1	E-138 EP3 E2	50/60 Hz	4.2 MW	Stahl oder Hybrid / 81, 111, 131, 149 oder 160 m	138.25 m / E-138 EP3-RB-02	STW / CCV ¹

Table 4-1: WEA Konfiguration

Die IEC 61400-1 führt eine Standardluftdichte von 1,255 kg/m³ auf, die bei der Evaluierung der Komponenten zu beachten ist. Die angegebene Luftdichte gibt den durchschnittlichen Wert bei 1000 m über NN Installationshöhe an. Dieser Wert wurde für die vorliegenden Prüfungen herangezogen.

4.2 Klimatische Bedingungen

Die WEA Konfigurationen in Tabelle 4.1 sind für die folgenden Temperaturbedingungen ausgelegt:

Temperaturversion:	Betriebstemperatur:	Auslegungstemperatur:
Standard Weather Edition (STW)	-10 °C bis 40 °C	-20 °C bis 50 °C
Cold Climate Version (CCV)	-40 °C bis 50 °C ²	-40 °C bis 50 °C

Table 4-2: Temperaturversionen

¹ STW: Standard Weather Edition, CCV: Cold Climate Version

² Leistungsreduktion für Temperaturen unter -30 °C.

4.3 Eigenschaften Elektrische Komponenten

- **Generator**

Hersteller:	ENERCON
Typ:	synchron
Bezeichnung:	E-138 EP3 E2-GE-01
WEA Variante:	1
Scheinleistungsbereich:	0 – 5500 kVA
Nennleistung:	4675 kW
Spannung:	4 x 2Y x 780 V AC
Strom:	600 A
Drehzahl:	0 – 11,7 min ⁻¹ (10,5 min ⁻¹)
Frequenz:	0 – 11,1 Hz (11,1 Hz)
Isolationsklasse:	F
Anzahl Pole:	57
Schutzart:	IP23
Kühlungsart:	IC3A6
Betriebstemperaturbereich:	-40 °C bis 20 °C ³

- **Umrichter**

Hersteller:	ENERCON
Bezeichnung:	Leistungsschrank - B2B V2
Artikelnummer:	676555 (716670, 737832)
WEA Variante:	1
Leistung (netzseitig):	365 kVA
Nennspannung (netzseitig):	630 V AC
Nennstrom (netzseitig):	335 A
Nennspannung (maschinenseitig):	740 V AC
Nennstrom (maschinenseitig):	335 A

³ Steigt die Umgebungstemperatur über 20 °C, greift ggf. die thermische Regelung des Generators. Dabei wird der Generator temperaturgeregt weiterbetrieben, was zu einer Leistungsreduktion führen kann.

Überspannungskategorie:	III
Frequenz:	50/60 Hz \pm 7 Hz
Schutzart:	IP01 (IP21 installiert)
Betriebstemperaturbereich:	-20 °C bis 50 °C ⁴

- **Pitchsystem**
Motor

Hersteller:	Emod
Typ:	Gleichstrommotor
Bezeichnung:	GKFB160L/4-220
WEA Variante:	1
Nennleistung:	8,8 kW (Nebenschluss)
Ankerspannung:	150 V DC
Nennspannung Erregung:	110 - 130 V DC
Nennstrom:	65 A
Erregerstrom:	2,1 A
Drehzahl:	1830 min ⁻¹
Isolationsklasse:	F
Schutzart:	IP55
Betriebstemperaturbereich:	-40 °C bis 60 °C

Energiespeicher:

Typ:	Ultrakondensatoren
Hersteller:	LS Mtron
Bezeichnung:	LSUC 002R7C 3000F EA LT02 EN
WEA Variante:	1
Anzahl / Blatt:	4 Module ⁵

⁴ Betrieb bis -40 °C mit reduzierter Leistung.

⁵ Die Ultrakondensatoren werden vom Hersteller in Modulen installiert (Modul 94 F, 75 V).

Nennspannung (DC): 2,7 V (Kondensator) / 75 V (Modulspannung)

Betriebstemperaturbereich: -40 °C bis 65 °C

Azimut Motor:

Hersteller: Getriebebau NORD

Typ: 3~ A.C. Bremsmotor

Bezeichnung: SK112MH/4 BRE60 PT1000

WEA Variante: 1

Nennleistung: 4,0 kW

Nennspannung: 400/690 V

Nennstrom: 8,02/4,63 A

Drehzahl: 1440 min⁻¹

Frequenz: 50 Hz⁶

Isolationsklasse: F

Schutzart: IP66

Einbauart: B5

Max. Installationshöhe: 1000 m

Betriebstemperaturbereich: -25 °C bis 50 °C

Azimutumrichter:

Hersteller: Getriebebau NORD
(Drivesystem NORD)

Bezeichnung: SK 200E-551-340-A-C

WEA Variante: 1

Nennleistung (Ausgang): 5,5 kW

Nennspannung (Eingang): 3~ 380 – 500 V AC

Nennspannung (Ausgang): 0 – Eingangsspannung
0 – 400 Hz

Nennstrom (Eingang): 11,7 A

⁶ Der Motor wird über einen Frequenzumrichter betrieben. Deshalb kann der Motor auch für die 60 Hz Variante eingesetzt werden.

Nennstrom (Ausgang): 12,5 A
 Frequenz (Eingang): 47 – 63 Hz
 Betriebstemperaturbereich: -25 °C bis 40 °C

• **Schleifring**

Hersteller: ENERCON
 Bezeichnung: EP3-003-BH1-ENC0-FORJ1
 WEA Variante: 1
 Anzahl Schleifringe: 22 + FORJ
 Drehzahl: 10,8 min⁻¹
 Schutzart: IP53
 Betriebstemperaturbereich: -30 °C bis 70 °C

• **Transformator**

Hersteller:	J. Schneider Elektrotechnik	SBG	SBG
Bezeichnung:	HPNW 4500A- 1802T10001	DST 5000 H/20	DST 5000 H/30
WEA Variante:	1	1	1
Typ:		ölfüllt	
Frequenz:	50 Hz ⁷	50 Hz ⁷	50 Hz ⁷
Nennleistung:	4500 kVA	5000 kVA	5000 kVA
Nennspannung (HV):	20000 V	20000 V	30000 V
Nennspannung (LV):	400 V	630 V	630 V
Schaltgruppe:	Dyn5	Dyn5	Dyn5
Anzapfungen:	+2,5/5/7,5/10 %	+4x2.5 %	+4x2.5 %
Kühlung:	KFAF	KFWF	KFWF
Schutzart:	IP00	IP54	IP54

⁷ Der Transformator muss projektspezifisch angepasst werden. Wir haben keine Einwände, die aufgeführten Transformatoren in 60 Hz Varianten zu installieren.

Betriebstemperaturbereich:	-25 °C bis 50 °C	-25 °C bis 50 °C	-25 °C bis 50 °C
Weitere Transformatoren			
Hersteller:	Siemens	J. Schneider Elektrotechnik	J. Schneider Elektrotechnik
Bezeichnung:	TDU- 503A02W5N-99	HPNW 5000A-	HPNW 5000A-
WEA Variante:	1	1	1
Typ:		ölgefüllt	
Frequenz:	50 Hz ⁷	50 Hz ⁷	50 Hz ⁷
Nennleistung:	5000 kVA	5000 kVA	5000 kVA
Nennspannung (HV):	20000 V	20000 V	30000 V
Nennspannung (LV):	630 V	630 V	630 V
Schaltgruppe:	Dyn5	Dyn5	Dyn5
Anzapfungen:	+4x2,5 %	+4x2,5 %	+4x2,5 %
Kühlung:	KFWF	KFWF	KFWF
Schutzart:		IP00	IP00
Betriebstemperaturbereich:	-20 °C bis 50 °C	-20 °C bis 50 °C	-20 °C bis 50 °C
Weitere Transformatoren			
Hersteller:	SBG	J. Schneider Elektrotechnik	Siemens
Bezeichnung:	DST 4600 H/30	HBNW 5000A	TDU- 503A02W5H- TU
WEA Variante:	1	1	1
Typ:		ölgefüllt	
Frequenz:	50 Hz	60 Hz ⁸	50 Hz ⁷
Nennleistung:	4600 kVA	5000 kVA	4600 kVA

⁸ Der Transformator muss projektspezifisch angepasst werden. Wir haben keine Einwände, die aufgeführten Transformatoren in 50 Hz Varianten zu installieren.

Nennspannung (HV):	34500 V	34500 V	34500 V
Nennspannung (LV):	630 V	630 V	630 V
Schaltgruppe:	Dyn5	Dyn5	Dyn5
Anzapfungen:	±2x5 %	±2x2,5 %	±2x5 %
Kühlung:	KFWF	KFWF	KFWF
Schutzart:	IP00 ⁹	-	IP00
Betriebstemperaturbereich:	-25 °C bis 50 °C	-40 °C bis 50 °C	-20 °C bis 50 °C
Max. Installationshöhe:	2000 m	1000 m	2000 m

• **Mittelspannungsschaltanlage**

Hersteller:	Driescher
Bezeichnung:	Minex ABS® zero 12-24 kV
WEA Variante:	1
Frequenz:	50/60 Hz
Nennspannung:	12 kV 17,5 kV 24 kV
Nennstrom (Kabelabgang):	630 A
Nennstrom (Leistungsschalter):	630 A
Schutzart:	Tank IP67 ¹⁰
Isolationsmedium:	SF ₆
Störlichtbogenklassifikation:	IAC AFLR 20kA 1s
Betriebstemperaturbereich:	-25 °C bis 60 °C

• **Blitzschutz**

Gefährdungspegel:	LPL I
-------------------	-------

⁹ Schutzart der Durchführungen

¹⁰ Schaltgehäuse IP67, Frontabdeckung IP2X, Kabelfeld IP3X

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die eingereichten Dokumente wurden auf Vollständigkeit, Plausibilität und Erfüllung der spezifizierten Anforderungen der relevanten Normen überprüft. Diese Anforderungen resultieren insbesondere aus dem Kapitel 10 der IEC 61400-1.

5.2 Anmerkungen

- 5.2.1 Während der Inbetriebnahme und des ersten Starts der WEA sollten einige Tests durchgeführt werden. Unter anderem sollten die installierten Kabel auf Druckstellen geprüft werden. Des Weiteren sollten die Kabelbezeichnungen mindestens stichprobenartig überprüft werden. Diese Tests sind nur zwei Beispiele für Prüfungen, die durchgeführt werden sollten, bevor die WEA in den normalen Betrieb geht.
- 5.2.2 Es ist zu beachten, dass die Blitzableitung durchgängig und korrekt mit dem Erdungssystem verbunden ist. Zusätzliche Komponenten, welche nicht Teil der vorliegenden Prüfungen sind, wie z.B. Flugbefeuern oder Eissensoren, sind korrekt in das bestehende Blitzschutzsystem zu integrieren.
- 5.2.3 Die Konformität der Erdungsanlage des Fundamentes mit den einschlägigen Standards (DIN EN 50522, bzw. DIN 18014 für das Erdungssystem einer Hochspannungsanlage) und die Berücksichtigung der lokalen Vorschriften und Bedingungen vor Ort sind durch einen Fachmann zu bestätigen.
- 5.2.4 Wenn die Wahrscheinlichkeit besteht, dass Kabel von Nagetieren oder anderen Tieren beschädigt werden können, so müssen bewehrte Kabel oder Schutzrohre verwendet werden. ENERCON hat den Betreiber auf diese Tatsache hinzuweisen.
- 5.2.5 Die Erfüllung der Anforderungen der lokalen Netzbetreiber und die Einhaltung der Netzanschlusskriterien sind vom Hersteller vor der WEA-Installation zu überprüfen und nachzuweisen. Diese Nachweise sind nicht Teil der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme, sondern sind separat im Rahmen der Netzanschlussbegutachtung der Windenergieanlagen und der Windparks zu erbringen.
- 5.2.6 Die Konformitätsbescheinigung für die E-138 EP3 E2 [1.1.1] liegt nur im Entwurf vor.
- 5.2.7 Bei Installationen der E-138 EP3 E2 über 1000 m ü. NN ist zu prüfen, ob die elektrischen Komponenten die geänderten Anforderungen erfüllen.

5.3 Prüfbemerkungen

5.3.1 Allgemeine Anforderungen an das elektrische System

- Generator

Die E-138 EP3 E2 wird mit dem Generator E-138 EP3 E2-GE-01 des Herstellers ENERCON ausgerüstet. Alle relevanten Daten zum Design werden in den Unterlagen [1.1.2] - [1.1.7] korrekt aufgeführt. Bei der Generatorfertigung werden schon einige Prüfungen durchgeführt. Die Messung des thermischen Verhaltens wird in der Prototyp WEA durchgeführt. Die E-138 EP3 E2 wurde noch nicht errichtet. Dementsprechend konnten die Prüfungen noch nicht durchgeführt werden. Bei ähnlichen Generatortypen lag die thermische Stabilität bei den Prüfungen des Generators deutlich unter den maximalen Auslegungstemperaturen [1.2.6]. Aufgrund der großen Erfahrung von ENERCON mit ähnlichen Generatortypen haben wir keine Einwände gegen den fehlenden Generatortest. Die abschließenden Prüfergebnisse der Generatorprüfungen sind noch einzureichen [6.1].

Der Generator E-138 EP3 E2-GE-01 ist entsprechend den Anforderungen der IEC 60034-1 [2.4] geplant.

- Umrichter

DIE WEA E-138 EP3 E2 ist mit 14 4-Q-Umrichtern, Bezeichnung Leistungsschrank - B2B V2 [1.1.8] - [1.1.14], ausgerüstet. Der Umrichter wird von ENERCON gemäß den Anforderungen der IEC 62477-1 entwickelt und konstruiert. ENERCON hat den Leistungsschrank zunächst nach den Anforderungen vom DNVGL-ST-0076 getestet. Dieser Standard umfasst auch die wichtigsten Prüfungen der IEC 62477-1. Allerdings sind die Prüfungen der IEC 62477-1 nicht komplett im DNVGL-ST-0076 erfasst. Deshalb sind die fehlenden Prüfungen der IEC 62477-1 noch durchzuführen. Der Typentest des B2B V2 wurde noch nicht durchgeführt. Der B2B V2 ist eine Weiterentwicklung des Vorgängermodells B2B V1 mit einer ähnlichen Konstruktion. Für den B2B V1 wurden die Tests erfolgreich durchgeführt [1.1.15] - [1.1.27]. ENERCON erwartet, dass sich das thermische und elektrische Verhalten der beiden Umrichter nicht wesentlich unterscheidet. Eine Prüfung zum Nachweis der Erfüllung der EMV-Anforderungen wurde noch nicht durchgeführt. Allerdings hat ENERCON eine EMV-Risikoanalyse durchgeführt. Wir haben keine Einwände gegen die fehlenden Testberichte. Diese sind nach Durchführung der Prüfungen der Zertifizierungsstelle vorzulegen [6.2].

- Pitch System

Jedes Rotorblatt ist mit einem DC Motor ausgerüstet. Der Motor wird über einen DC-Umrichter gesteuert. In besonderen Fällen kann der Motor direkt über die Notstromversorgung der Ultrakondensatoren versorgt werden. Der im Kapitel 4 aufgeführte Motor wird entsprechend der IEC 60034-1 konstruiert und getestet [1.1.48] - [1.1.54].

- Azimutantrieb

Die E-138 EP3 E2 ist mit 12 Azimutantrieben, bestehend aus Motor und Getriebe, ausgerüstet [1.1.42]. Es werden Drei-Phasen-Asynchron-Motoren eingesetzt. Die im Kapitel 4 aufgeführten Motoren sind entsprechend den Anforderungen der IEC 60034-1 ausgeführt und getestet. Eine Bremse und ein Temperatursfühler sind am Motor montiert [1.1.43] - [1.1.47].

- Schleifring

Die WEA E-138 EP3 E2 wird mit einem ENERCON eigenen Schleifringssystem, Bezeichnung EP3-003-BH1-ENC0-FORJ1 [1.1.40], [1.1.41], ausgerüstet. Der im Kapitel 4 aufgeführte Schleifring wird von ENERCON entsprechend den Umgebungsbedingungen im Hub ausgelegt.

- Transformator

Der Transformator ist in dem E-Modul im Turmfuß installiert. In den WEA E-138 EP3 E2 werden flüssigkeitsgefüllte (synthetisches Ester) Transformatoren eingesetzt. Die Anforderungen, wie Schutz gegen Kurzschluss, Temperatur, Drucküberwachung oder Füllstandsüberwachung werden in den ENERCON eigenen Spezifikationen [1.1.94] und [1.1.95] gefordert. Des Weiteren sind in [1.1.96] die erforderlichen Prüfungen und Test beschrieben.

Die Transformatoren werden abhängig von den projektspezifischen Netzbedingungen ausgewählt, angepasst und installiert. Durch diese projektspezifischen Anpassungen der Transformatoren werden im Rahmen der vorliegenden Prüfung nur jeweils exemplarisch und stellvertretend ein Transformator je Hersteller geprüft und aufgeführt. Die Transformatoren müssen wie oben beschrieben die ENERCON Anforderungen erfüllen aber auch die relevanten Teile der IEC 60076.

Für die in Kapitel 4.3 aufgeführten Transformatoren fehlen noch einige technische Daten. Des Weiteren fehlen noch einige Unterlagen und verschiedene Dokumente sind nur als Entwurf eingereicht worden. ENERCON sollte die fehlenden Unterlagen von den Transformatorherstellern einreichen.

Es ist von ENERCON eine Liste der eingesetzten Transformatoren zu übermitteln.

- Mittelspannungsschaltanlage

Die Mittelspannungsschaltanlage ist in dem E-Modul im Turmfuß installiert. Die Schaltanlage wird, wie schon oben bei den Transformatoren beschrieben, abhängig von den projektspezifischen Netzbedingungen ausgewählt, angepasst und installiert. Durch diese projektspezifische Anpassung der Schaltanlage wird im Rahmen der vorliegenden Prüfung nur jeweils eine Schaltanlage je Hersteller exemplarisch und stellvertretend geprüft und aufgeführt. Die Schaltanlage muss zum einen die unter [1.1.105] aufgeführten Anforderungen von ENERCON sowie zum anderen die relevanten Teile der IEC 62271 erfüllen.

Es ist von ENERCON eine Liste der eingesetzten Mittelspannungsschaltanlagen zu übermitteln.

- Schaltpläne

Die Schaltpläne [1.1.60] - [1.1.93] und zugehörigen Stücklisten wurden von uns stichprobenartig überprüft. Diese Überprüfung unter Berücksichtigung der Forderungen der IEC 60364 ergab keine Auffälligkeiten. So entsprechen z. B. die Dimensionierungen der Sicherungen den normativen Forderungen. Gegen die Installationen der Schutz- und Trenneinrichtungen gemäß den vorgelegten Schaltplänen haben wir keine Einwände.

Zusammenfassend erfüllen das elektrische System wie auch die elektrischen Komponenten die Anforderungen der IEC 61400-1.

Die Konformitätserklärung (CE) [1.1.1] für die E-138 EP3 E2 umfasst alle von ENERCON entwickelten und hergestellten elektrischen Komponenten.

5.3.2 Back-up Spannungsversorgungssystem

Jedes Blatt ist mit einem Back-up Spannungsversorgungssystem ausgerüstet. Diese Systeme bestehen jeweils aus vier in Serie geschalteten Kondensatormodulen (75 V, 94 F).

Die Kapazitätsberechnungen für den Anforderungsfall sind in [1.1.48] ausreichend aufgeführt. Die Spannung der Kondensatoren wird permanent überwacht. Die Ladung der Module erfolgt durch das im Blattregelschrank installierte „capacitor-charging module“. Dieses Modul wird von ENERCON entwickelt.

Das Back-up Spannungsversorgungssystem erfüllt die Anforderungen der IEC 61400-1.

5.3.3 Elektrische Leiter

Die E-138 EP3 E2 wird mit 14 Umrichtern ausgerüstet. Daher werden zwischen Generator und Umrichter 14*3 Leistungskabel installiert. Im Bereich Kabelloop werden Kupferkabel, z. B. WINDFLEX GLOBAL EMC (S-3GDShOEu) von Prysmian [1.1.58] mit einem Querschnitt von 1x240 mm², und im Turm Aluminiumkabel, z. B. PROTOTHEN-X (N)A2XSY von Prysmian [1.1.57] mit einem Querschnitt von 1x240 mm², verwendet. Die Berechnung der Stromtragfähigkeit ist ausreichend in [1.1.56] dargestellt.

Die Kabeldurchmesser und vorliegenden Kalkulationen sind nachvollziehbar und entsprechen den Anforderungen der IEC 61400-1.

5.3.4 Schutz- und Trenneinrichtungen

Die WEA ist mit Schutzgeräten zum Schutz der elektrischen Komponenten ausgestattet. Diese schützen die Turbine selbst sowie die externen elektrischen Systeme im Falle einer

Fehlfunktion. Die WEA kann vom elektrischen Netz getrennt werden. Diese Netztrennung kann automatisch durchgeführt werden, z. B. bei einem Fehler, oder manuell, z. B. zu Wartungszwecken. Außerdem ist das elektrische System der WEA mit Überspannungsschutzgeräten ausgerüstet.

Bei der stichprobenhaften Prüfung der eingereichten Schaltpläne haben wir auch die Schutzgeräte geprüft. Die Prüfung hat keine Abweichungen von der IEC 60364 in Bezug auf die Schutz- und Trenneinrichtungen gezeigt.

5.3.5 Blitzschutz- und Erdungssystem

In der IEC 61400-1 sind der Blitzschutz und das Erdungssystem in getrennten Kapiteln aufgeführt. In dieser Stellungnahme fassen wir beide Punkte zusammen, weil zum einen die Anforderungen auf den gleichen Normen basieren und zum anderen der Schutz gegen Blitzeinschläge und der Effekt der Blitzeinschläge als ein gemeinsames Problem zu betrachten sind.

Die IEC 61400-1 fordert ein Blitzschutzsystem entsprechend der IEC 62305. Außerdem ist für WEA die IEC 61400-24 zu beachten.

Das Blitzschutzsystem der ENERCON WEA E-138 EP3 E2 ist für den Gefährdungspegel LPL I ausgelegt [1.1.28]. Dies ist das höchstmögliche Schutzlevel. Die Festlegung der verschiedenen Blitzschutzzonen sowie auch der Potentialausgleich sind ebenfalls in diesem Dokument beschrieben.

Die Erdungsanlage der E-138 EP3 E2 ist in [1.1.93] aufgezeigt. Die notwendigen Messungen des Erdungswiderstandes sind in [1.1.39] beschrieben und ein generisches Erdungssystem ist in den Zeichnungen [1.1.29] und [1.1.30] dargestellt. Zur Erfüllung der Anforderungen der Erdungsanlagen sind insbesondere im Rahmen der DIBt neben den IEC Anforderungen auch die Forderungen der DIN 50522 sowie DIN 18014 zur Planung und Ausführung von Erdungsanlagen zu berücksichtigen [5.2.3]. Die Erdungsanlage kann projektspezifisch auf die vorhandenen Erdungsbedingungen angepasst werden.

Die E-138 EP3 E2 wird mit E-138 EP3-RB-02 Rotorblättern des Herstellers ENERCON ausgerüstet. Das Design des Blattes sowie auch des Blitzschutzsystems ist ähnlich dem Blatt E-103 EP2-RB-01 [1.1.31]. Die Wirksamkeit des Blitzschutzsystems des Blattes E-103 EP2-RB-01 wurde entsprechenden den Anforderungen der IEC 61400-24 bereits durch den TÜV Süd geprüft [1.1.32]. ENERCON definiert eine erhöhte Anforderung LPL I+ (Spitzenstrom 300 kA, Ladung der Kurzentladung bis 150 C) für das Blitzschutzsystem der Rotorblätter. Diese Anforderung wurde ebenfalls vom TÜV Süd für das Rotorblatt E-103 EP2-RB-01 bestätigt. Die Betrachtung zur Ähnlichkeit der beiden vorgenannten Blätter beschreibt auch die Übertragbarkeit der Ergebnisse zum Blitzschutzsystem vom Blatt E-103 EP2-RB-01 auf das Blatt E-138 EP3-RB-02. Des Weiteren ist das Blitzschutzsystem des Blattes E-138 EP3-RB-02 in den Zeichnungen [1.1.33] - [1.1.38] dargestellt.

Die Anforderungen der IEC 61400-1 werden vom Blitzschutzsystem der WEA E-138 EP3 E2 erfüllt.

5.3.6 Selbsterregung

Die E-138 EP3 E2 ist mit einem direkt gekoppelten Synchrongenerator ausgestattet. Der Generator wird elektrisch erregt, wodurch er sich nicht selbsterregen kann. Des Weiteren ist die WEA mit einem Vollumrichtersystem ausgestattet. Dieses ermöglicht die Trennung der Generatorverbindung. Daher sind die diesbezüglichen Anforderungen der Norm 61400-1 als erfüllt anzusehen.

5.3.7 Netzverträglichkeit und elektromagnetische Verträglichkeit

Die Anforderungen an die WEA hinsichtlich der Emission von leitungsgebundenen Störungen und ihrer Immunität dagegen werden durch ein vorhandenes Erdungs- und Blitzschutzsystem und die Erfüllung der Anforderungen der IEC 62305 abgedeckt.

Die IEC 61400-1 fordert die Vermessung der Netzverträglichkeit der WEA gemäß den Forderungen der IEC 61400-21. Die Validierung der entsprechenden Ergebnisse ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht möglich, da der Prototyp der Anlagen noch nicht final errichtet ist.

Messungen zu Netzverträglichkeit entsprechend der IEC 61400-21 und den relevanten EMV-Standards werden am Prototyp der E-138 EP3 E2 durchgeführt.

Die Prüfprotokolle der EMV-Messungen sind dem TÜV NORD nach erfolgter Messung zu übersenden.

Die durchzuführenden EMV-Messungen sind im Dokument [1.1.114] aufgeführt. Diese Prüfungen sind noch nicht erfolgt. ENERCON hat Risikobeurteilungen nach EMV-Richtlinie 2014/30/EU für die relevanten Komponenten durchgeführt [1.1.115] - [1.1.129]. Aufgrund der Risikobeurteilungen haben wir keine Einwände gegen die fehlenden EMV-Messberichte.

5.3.8 Kalt-Wetter-Ausführung

Die E-138 EP3 E2 kann auch als Kalt-Wetter-Ausführung (CCV) ausgerüstet werden. Die Anpassungen für diese Variante sind in [1.2.2] beschrieben. Einige Komponenten sind nicht für den gesamten Kalt-Wetter-Temperaturbereich ausgelegt. Die Aufheizstrategie ist im Dokument [1.2.5] beschrieben.

5.4 Schnittstellen

Die Sicherheitskette ist in Dokument [1.2.3] beschrieben. Die Sensoren und Aktoren der Sicherheitskette sind in den WEA Schaltplänen korrekt dargestellt.

6 Auflagen

- 6.1 Die Prüfberichte für den Generator E-138 EP3 E2-GE-01 sind der Zertifizierungsstelle vorzulegen.
- 6.2 Die Testberichte für den Leistungsschrank - B2B V2 sind der Zertifizierungsstelle zu übermitteln. Weiterhin sollte ein Nachweis der Erfüllung der EMV-Anforderungen für den Leistungsschrank eingereicht werden.

7 Schlussfolgerung

Das elektrische System der E-138 EP3 E2 - die zugehörigen Anlagen sind im Detail unter Kapitel 4.1 aufgelistet - erfüllt die Anforderungen der DIN EN 61400-1 und somit auch die Anforderungen der DIBt.

Durch Modifikationen am elektrischen System, die nicht angezeigt werden, verliert diese Stellungnahme ihre Gültigkeit. Damit diese Stellungnahme gültig bleibt, sollten Änderungen der Zertifizierungsstelle Windenergie mitgeteilt und zur Prüfung vorgelegt werden.

Sachverständiger:



M. Sc. Holger Grafe

Freigabe:



Dr. Ralf Kotte

Gutachtliche Stellungnahme

für die Typenprüfung der Windenergieanlage E-138 EP3 E2
unterschiedliche Konfigurationen und Nabenhöhen

- Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 -

TÜV NORD Bericht-Nr.:	8117 142 915 - 3 D, Rev. 1
Gegenstand der Prüfung:	Konstruktion und statischer Blatttest für das Rotorblatt E-138 EP3-RB-02. Mit Lasten nach DIBt (2012)
Anlagenhersteller:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Dokumentation:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Hinweis:	Die Lasten der Konfigurationen 1 und 5 sind aktuell nicht geprüft!

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 12 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	26.11.2019	Erste Revision	Dipl.-Ing. M. Passow
1	16.12.2019	Anlagenkonfiguration 8 hinzugefügt, Dokumente hinzugefügt: [1.2.3], [1.2.4]; Dokument aktualisiert: [1.2.2]; Kapitel aktualisiert: 3, 4.2, 4.3 und 5.3	Dipl.-Ing. M. Passow

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	4
2	Prüfgrundlagen	6
3	Einleitung	6
4	Beschreibung der Komponente	7
4.1	Klimatische Bedingungen.....	7
4.2	Beschreibung der Komponentenparameter.....	7
4.3	Designlasten	8
4.4	Materialien.....	9
5	Durchgeführte Prüfung.....	9
5.1	Prüfmethode.....	9
5.2	Anmerkungen.....	10
5.3	Ergebnisse	10
5.4	Schnittstellen.....	10
6	Auflagen.....	10
7	Schlussfolgerung	12

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

- [1.1.1] "Nachweis zur Zertifizierung, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 der Windenergieanlage E-138 EP3 E2 Statischer Nachweis und Betriebsfestigkeit, für Lasten nach: IEC 3: WK IIIa, WK S, DiBt 2012: WZ 2, GK II"
Dokument-Nr.: D0846761-0, Rev. 0, Datum: 09.08.2019
- [1.1.2] "Nachweis Rotorblatt, Anhang: Sicherheitsparameter & Berechnungsformeln"
Dokument-Nr.: D0169858-1a, Rev. 1a, Datum: 20.12.2017
- [1.1.3] "Nachweis zur Zertifizierung, Verbindung Blattanschluss E-138 EP3-RB-02 der Windenergieanlage E-138 EP3 E2 Statischer Nachweis und Betriebsfestigkeit, für Lasten nach: IEC 3: WK IIIa, WK S, DiBt 2012: WZ 2, GK II"
Dokument-Nr.: D0846528-0, Rev. 0, Datum: 22.08.2019

Zeichnungen

- [1.1.4] "Rotorblatt, Maßblatt"
Zeichnungs-Nr.: R1382.110.10000, Rev. 00, Datum: 01.07.2019
- [1.1.5] Hauptzeichnung, "Rotorblatt, Zusammenbau"
Zeichnungs-Nr.: R1382.110.10001, Rev. 00, Datum: 22.07.2019
- [1.1.6] "Blattanschluss, Zusammenbau"
Zeichnungs-Nr.: R1382.180.10001, Rev. 04, Datum: 29.05.2019
- [1.1.7] "Blattanschluss, Dehnbolzen DIN976 M42-6g 503x35"
Zeichnungs-Nr.: R1382.180.10002, Rev. 00, Datum: 25.04.2019
- [1.1.8] "Vortexgenerator, Variante A R02.01"
Zeichnungs-Nr.: R92.230.027, Rev. 01, Datum: 08.07.2016
- [1.1.9] "Hinterkantenkamm, Zusammenbau"
Zeichnungs-Nr.: R1381.230.10003, Rev. 00, Datum: 05.04.2018
- [1.1.10] "Blattspitze, Zusätzliche Befestigung"
Zeichnungs-Nr.: R1381.230.10000, Rev. 1, Datum: 27.05.2019

Liste eingereichter Unterlagen

- [1.1.11] "Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 Unterlagen zur Zertifizierung"
Dokument-Nr.: D0852805-7, Rev. 7, übersendet: 15.11.2019

Materialtests und Spezifikationen

- [1.1.12] "Spezifikation, Materialkennwerte für die Rotorblattauslegung
E-138 EP3-RB-02"
Dokument-Nr.: D0815252-2, Rev. 2, Datum: 30.10.2019

Handbücher und Spezifikationen

- [1.1.13] "Spezifikation, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02"
Dokument-Nr.: D0838021-0a, Rev. 0a, Datum: 16.07.2019
- [1.1.14] "Spezifikation, über zulässige Fertigungstoleranzen und festigkeitsrelevante
Mindestwerte für Rotorblätter allgemein"
Dokument-Nr.: D0223764-3, Rev. 3, Datum: 06.05.2019
- [1.1.15] "Spezifikation, über zulässige Fertigungstoleranzen und festigkeitsrelevante
Mindestwerte für das Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 "
Dokument-Nr.: D0747740-0a, Rev. 0a, Datum: 21.05.2019
- [1.1.16] "Spezifikation, Aerodynamisch und aero-akustisch bedingte
Fertigungstoleranzen für Rotorblätter"
Dokument-Nr.: D0701822-1, Rev. 1, Datum: 19.03.2019
- [1.1.17] "Spezifikation, Aerodynamisch bedingte Fertigungstoleranzen für das Rotorblatt
E-138 EP3-RB-02"
Dokument-Nr.: D0812261-0, Rev. 0, Datum: 20.05.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Auslegungslasten

- [1.2.1] "Lastenbericht, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02, Abdeckende Lasten für das
Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 mit dem Maschinenbau E-138 EP3 E2 nach DIBt
und IEC"
Dokument-Nr.: D0834228-0b, Rev. 0b, Datum: 30.07.2019
- [1.2.2] TÜV NORD CERT GmbH:
"Gutachtliche Stellungnahme, Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138
EP3-RB-02, verschiedene NH, DIBt WZ 2 GK II - Lastannahmen für Rotorblatt
und Maschinenbau -"
TÜV NORD Bericht-Nr.: 8117142915-1 D VI, Rev. 1, Datum: 11.12.2019
- [1.2.3] Stellungnahme für den Vergleich der Turmeigenfrequenzen zwischen E-138 EP3
E2-HT-149-ES-C-01 und E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02, "Stellungnahme
Abteilung Lastensimulation, Frequenzvergleich "
Dokument-Nr.: D0871819-1a, Rev. 1a, Datum: 07.11.2019

- [1.2.4] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Turmlasten E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01 und
E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02, "Gutachtliche Stellungnahme
Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-RB-02, NH 149 m
(E-138 E2-HT-149-ES-C-01 und E- 138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02), DIBt WZ 2,
GK II - Lastannahmen für Turm und Fundament - "
TÜV NORD Bericht-Nr.: 8117142915-1 D II, Rev. 1, Datum: 11.12.2019

Design Basis

- [1.2.5] "Konstruktionsbasis E-138 EP3 E2"
Dokument-Nr.: D0765798-1a, Rev. 1a, Datum: 12.09.2019
- [1.2.6] TÜV NORD CERT GmbH:
"Evaluation Report, Wind Turbine Platform ENERCON E-138 EP3 E2, IECRE
OD 501, IEC 61400-22 - Design Basis -"
TÜV NORD Bericht-Nr.: 8117142915-0 E, Rev.0, Datum: 12.09.2019

Statischer Rotorblatttest

- [1.2.7] "Spezifikation statische und dynamische Rotorblatttests E-138 EP3-RB-02"
Dokument-Nr.: D0842787-2, Rev. 2, Datum: 15.11.2019
- [1.2.8] "Auswertung - Statische Rotorblatttests E-138 EP3-RB-02"
Dokument-Nr.: D0889232-0, Rev. 0, Datum: 15.11.2019
- [1.2.9] TÜV NORD CERT GmbH:
"Evaluation Report Full-scale rotor blade tests -Rotor Blade E-138 EP3-RB-02-"
TÜV NORD Bericht-Nr.: 8117142915-3t E, Rev. 0, Datum: 25.11.2019

Zeichnungen

- [1.2.10] IMO GmbH & Co. Kg:
Blattlagerzeichnung, "12874 Rollen-DV, 3-reihig"
Zeichnungs-Nr.: 32-362998/4-12874, Rev. A, Datum: 18.09.2019
Enercon-Dokument-Nr.: D0733727-4, Rev. 4, Datum: 18.09.2019
- [1.2.11] Liebherr Components Biberach GmbH:
Blattlagerzeichnung, "Rollendrehverbindung"
Zeichnungs-Nr.: ROD02994-032DJ18-001-000, Rev. 3.2, Datum: 22.07.2019
Enercon-Dokument-Nr.: D0812815-3, Rev. 3, Datum: 22.07.2019

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt:
"Richtlinie für Windkraftanlagen Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise
für Turm und Gründung",
Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015

Anerkannte Regelwerke

- [2.2] International Standard IEC 61400-22:
"Wind turbines - Part 22: Conformity testing and certification"
Edition 1.0, 2010-05
- [2.3] International Standard IEC 61400-1:
"Wind turbines - Part 1: Design requirements"
3rd Edition, 2005-08
- [2.4] International Standard IEC 61400-1:
"Wind turbines - Part 1: Design requirements"
3rd edition, Amendment 1, 2010-10
- [2.5] International Standard IEC 61400-23:
"Wind turbines - Part 23: Full-scale structural testing of rotor blades"
Edition 1.0, 2014-04
- [2.6] Germanischer Lloyd:
"Rules and Guidelines, IV - Industrial Services, Part 1 -Guideline for the
Certification of Wind Turbines"
Edition 2010

3 Einleitung

Dieses Dokument beschreibt die Prozedur und die Ergebnisse der Nachweisführung des Rotorblattes E-138 EP3-RB-02 für die Windenergieanlage E-138 EP3 E2 nach DIBt 2012 Standard mit Anlehnung an IEC 61400-22 in Kombination mit IEC 61400-1 (ed.3, 2005 und Amendment 2010).

In der aktuell vorliegenden Revision 8 der Gutachtlichen Stellungnahme wurde die Anlagenkonfiguration 8 hinzugefügt.

4 Beschreibung der Komponente

4.1 Klimatische Bedingungen

Das Rotorblatt ist für die klimatischen Bedingungen nach [2.1] ausgelegt und geprüft worden.

4.2 Beschreibung der Komponentenparameter

Das Rotorblatt besteht aus glasfaserverstärktem Epoxy Kunststoff, der als Sandwich Konstruktion realisiert wird. Der Holmgurt besteht aus glasfaserverstärktem Epoxidmaterial. Für das Kernmaterial wird Balsaholz und PET-Schaum verwendet. Zusätzlich verfügt das Rotorblatt über zwei Hauptstege, die zusammen mit den UD Glasfaser-Gurten der oberen und unteren Schale einen Kastenträger ergeben. Das Rotorblatt wird mit Hilfe des Vakuum-Infusionsverfahren produziert. Für die Herstellung der Preformteile der Blattwurzel sind die beiden verschiedenen Varianten, gewickelt oder gelegt, abgedeckt.

Die Verbindung vom Rotorblattfuß zum Rotorblatfflansch erfolgt über 59 T-Bolzen. Jeder T-Bolzen ist mit einem M42-Dehnbolzen vorgespannt.

Die folgenden Varianten des Rotorblattes E-138 EP3-RB-02 wurden bewertet. Die Ausstattung der verschiedenen Varianten ist nachfolgend dargestellt:

RB Nr.	Vortexgenerator (VGs)	Hinterkantenkamm (Serration)	Blattspitze	Blattbolzen
1	[1.1.8]	[1.1.9]	[1.1.10]	[1.1.7]

Tabelle 4-1: Geprüfte Rotorblattvarianten

Nach [1.1.1] und [1.1.15] hat das Rotorblatt die folgenden Eigenschaften:

1. Eigenfrequenz in Schlagrichtung:	0,509 Hz
1. Eigenfrequenz in Schwenkrichtung:	0,793 Hz
Blattlänge:	67,5 m
Blattmasse: (inkl. Bolzen, ohne Heizung)	20010 kg ± 3,5%
(inkl. Bolzen, mit Heizung)	20280 kg ± 3,5%
Schwerpunkt: (Nabenmitte, ohne Heizung)	20,98 m
(Nabenmitte, mit Heizung)	20,78 m
Statisches Moment: (Nabenmitte, ohne Heizung)	419 710 kgm ±3.5%
(Nabenmitte, mit Heizung)	421 420 kgm ±3.5%

Das Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 ist für den Betrieb an verschiedenen Konfigurationen vorgesehen:

Nr.	WEA	Geprüfte Blattvariante	Windklasse	Gelände-klasse	Geprüft mit
1	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	1	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	Struktur-nachweis [1.1.1] und [1.1.3]
2	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	1	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	
3	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	1	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	
4	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	1	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	
5	E-138 EP3 E2-HT-131-ES-C-01	1	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	
6	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01	1	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	
7	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	1	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	
8	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	1	DIBt (2012): 2	DIBt (2012): 2	[1.2.3]

Table 4-2: Abgedeckte Konfigurationen

4.3 Designlasten

Das Rotorblatt wurde ursprünglich mit Designlasten [1.2.1] bemessen. Dieses Dokument beinhaltet lasteinhüllende Extrem- und Ermüdungslasten. Markov Matrizen wurden separat eingereicht.

Die Lastannahmen sind in nach der folgenden Tabelle spezifiziert:

Nr.	WEA	Frequenz	Nennleistung	Nabhöhe	Spezifiziert in	Geprüft in
1	E-138 EP3 E2-ST-81-FB-C-01	50 / 60 Hz	4,2 MW	81 m	[1.2.1]	Nicht geprüft
2	E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01	50 / 60 Hz	4,2 MW	111 m		[1.2.2]
3	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01	50 / 60 Hz	4,2 MW	131 m		
4	E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02	50 / 60 Hz	4,2 MW	131 m		Nicht geprüft
5	E-138 EP3 E2-HT-131-ES-C-01	50 / 60 Hz	4,2 MW	131 m		
6	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01	50 / 60 Hz	4,2 MW	149 m		[1.2.2]
7	E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01	50 / 60 Hz	4,2 MW	160 m		
8	E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02	50 / 60 Hz	4,2 MW	149 m	[1.2.3]	[1.2.4]

Table 4-3: Lastannahmen

In den Lastannahmen wurden die folgenden Eigenschaften angenommen:

- 1. Eigenfrequenz in Schlagrichtung: 0,511 Hz
- 1. Eigenfrequenz in Schwenkrichtung: 0,817 Hz
- Blattmasse: 20257 kg (inkl. Schrauben)
- Schwerpunkt (Blattwurzel): 19,32 m
- Statisches Moment (Blattwurzel): 391410 kgm

Die Betriebslasten basieren auf einer angenommenen Auslegungszeit von 25 Jahren. Die speziellen Annahmen für die Lastberechnung für die verschiedenen Konfigurationen können den entsprechenden Prüfberichten entnommen werden.

Sonderereignisse, verursacht durch den Transport, Montage und Errichtung, sind nicht berücksichtigt worden.

4.4 Materialien

Das Rotorblatt wurde mit Materialannahmen für das Laminat, den Kernwerkstoff und den Kleber nach [1.1.12] nachgewiesen. Die metallischen Komponenten der Blattfußverbindung sind in [1.1.3] definiert.

5 Durchgeführte Prüfung

5.1 Prüfmethode

Die Design Basis [1.2.3] wurde in [1.2.4] nach IEC 61400-22 [2.1] geprüft.

Der Nachweis beinhaltet die strukturelle Bewertung des Rotorblattes und des Rotorblattanschlusses (inkl. Verschraubung zum Blattlager). Darüber hinaus wurden die Eigenfrequenzen, die Masse und der Schwerpunkt des Blattes abgeprüft. Die Dokumente [1.1.1] bis [1.1.17] wurden auf Vollständigkeit und Plausibilität auf Basis der Anforderungen gemäß [2.1] und [2.2] geprüft.

Die Restsicherheitsfaktoren werden nicht bestätigt.

Für die Bewertung des Rotorblattes wurde ein eigenständiges Finite-Elemente-Modell aufbauend auf den Zeichnungen und Materialdaten, gemäß [1.1.4] und [1.1.5] sowie den in [1.1.11] referenzierten Dokumenten, erstellt, mit dessen Hilfe die Festigkeit des Rotorblattes nachgewiesen wurde.

Für den Nachweis des Blattanschlusses wurde ein separates Finite-Elemente-Modell erzeugt, basierend auf der Zeichnung [1.1.6]. Die Annahmen zum Blattlager können [1.2.8] und [1.2.9] entnommen werden.

Die Rotorblattschale inklusive Verschraubung zum Blattlager wurden ursprünglich mit Auslegungslasten nach [1.2.1] nachgewiesen. Die Nachweise wurden für die maßgebenden Lastfälle geführt.

Die Auswertung umfasst die strukturelle Analyse des Hinterkantenkammes und der Vortexgeneratoren nach [1.1.1].

Das Rotorblattheizsystem (siehe [1.1.11]) wurde auf Plausibilität geprüft.

Um die Ergebnisse der Festigkeitsrechnung abzugleichen wurde ein statischer Blatttest, entsprechend [1.2.5] und [1.2.6], durchgeführt.

Der Turmfreigang ist nicht Teil dieser Prüfung, ist aber im Bericht zu den Lastannahmen geprüft worden. Das Blitzschutzsystem ist nicht Teil dieser Prüfung.

5.2 Anmerkungen

Der extreme Temperaturbereich nach Kapitel 4.1 wurde für die Bewertung der Materialeigenschaften [1.1.12] herangezogen.

Gemäß der Gutachtlichen Stellungnahme Lasten [1.2.2] umfassen die Lastannahmen aerodynamische Anbauten wie Vortexgeneratoren, Hinterkantenkamm und Blattspitze.

Von den in [1.1.11] aufgeführten Dokumenten wurden nur die strukturelevanten Dokumente geprüft und somit nur deren Gültigkeit bestätigt.

5.3 Ergebnisse

Die geprüften Strukturnachweise sind vollständig und in Hinblick auf die Tragfähigkeit des Rotorblattes (inkl. Schraubverbindung zum Blattlager) korrekt. Der Abgleich der Eigenfrequenzen, Rotorblattmasse und Massenschwerpunkt zeigt gute Ergebnisse.

Der statische Blatttest nach [1.2.5], geprüft in [1.2.7] nach IEC 61400-23 [2.5], erfüllt somit auch die Anforderungen nach GL 2010 [2.6].

Alle Nachweise und Ergebnisse entsprechen den Anforderungen nach [2.1].

Revision 1

Auf Grund der Stellungnahme [1.2.3], geprüft in [1.2.4], sind keine weiteren Betrachtungen für das Rotorblatt durchzuführen. Somit behalten alle getroffenen Aussagen ihre Gültigkeit auch für die Anlagenkonfiguration 8.

5.4 Schnittstellen

Die folgenden Schnittstellen sollen betrachtet werden:

Für den Maschinenbau und die Betriebshandbücher:

[5.4.1] Eine Vorspannung von Minimum 658,3 kN und Maximum 790 kN für die Schraubverbindung zum Blattlager muss beachtet werden.

6 Auflagen

6.1 Die ersten Eigenfrequenzen des nicht-rotierenden Blattes in Schwenk- und Schlagrichtung dürfen nicht mehr als 5% von den in Abschnitt 4.2 angegebenen Werten abweichen.

- 6.2 Die Materialdaten aus [1.1.12] sind durch Materialprüfungen oder Zulassungen zu bewerten. Der angesetzte Temperaturbereich muss bei der Prüfung berücksichtigt werden. Materialwerte (z.B. E-Module) dürfen nicht niedriger sein oder mehr als 10% von den angegebenen Werten abweichen. Für die Herstellung der Laminat sind die aufgeführten Rohmaterialien und Laminierverfahren zu verwenden. Die Rohmaterialien müssen den Anforderungen der GL-Richtlinie [2.6] entsprechen.
- 6.3 Das Rotorblatt muss in einem Werk gefertigt werden, welches die Anforderungen nach [2.6] erfüllt.
- 6.4 Um die Kriechverformung des GFK-Anteils in der vorgespannten Verbindung an der Blattwurzel zu berücksichtigen, muss die Vorspannung der Bolzenverbindung nach 4 Wochen bzw. 300 Betriebsstunden (der kürzere der beiden Zeiträume ist maßgebend) überprüft werden.
- 6.5 Nach höchstens zwei Jahren müssen die Rotorblätter durch einen unabhängigen Sachverständigen für Rotorblätter überprüft werden. Dies kann auf höchstens vier Jahre verlängert werden, wenn durch einen vom Hersteller autorisierten Sachkundigen eine laufende (mindestens jährliche) Überwachung und Wartung durchgeführt wird. Falls erforderlich müssen vorhandene Risse oder andere Beschädigungen in der Laminatstruktur bewertet und Reparaturmaßnahmen definiert werden.
- 6.6 Für die laufenden Überwachungen und Wartungen durch den Sachkundigen des Herstellers sind die Prüfungen und deren Umfang im Wartungsprotokoll zu dokumentieren. Es sind mindestens die Blattoberfläche, der Bereich der Flanschverbindung zum Blattlager und die Vorspannung der Bolzen zu überprüfen. Schäden, welche die Integrität der Struktur der Rotorblätter betreffen, müssen der TÜV NORD CERT GmbH gemeldet werden.

7 Schlussfolgerung

Vorausgesetzt die zuvor genannten Prüfbemerkungen und Auflagen werden berücksichtigt, erfüllen die unter Abschnitt 1.1 aufgeführten Unterlagen die Prüfgrundlagen gemäß Kapitel 2.

Es bestehen keine Bedenken das Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 an der Windenergieanlage E-138 EP3 E2 mit den in Kapitel 4.3 aufgeführten Konfigurationen zu betreiben.

Strukturelle Änderungen am Rotorblatt müssen von der Zertifizierungsstelle geprüft und genehmigt werden. Andernfalls verliert dieser Prüfbericht seine Gültigkeit.

Sachverständige(r):



Dipl.-Ing. M. Passow

Freigegeben:



Dipl.-Ing. M. Polster

Gutachtliche Stellungnahme

für die Typenprüfung der Windenergieanlagen
ENERCON E-138 EP3 E2

- Maschinenbauliche Komponenten -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8117 142 915-4 D Rev. 1

Anlagenspezifikation: Bezeichnung: ENERCON E-138 EP3 E2
Varianten: siehe Tab. 4.2
Anlagenparameter: siehe Tab. 4.2

Standortspezifikation: Windzone: siehe Tab. 4.2
Geländekategorie: siehe Tab. 4.2

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Prüfumfang: Auslegungsanforderungen für maschinenbauliche
Komponenten gem. DIN EN 61400-1:2011
inkl. deren Verwendung in Windenergieanlagen

Auslegungslasten: Geprüfte Lastannahmen

Dieser Prüfbericht umfasst 20 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständige
0	25.11.2019	- Erstausgabe	F. Rodriguez
1	12.12.2019	- Anlagevariante 6 hinzugefügt	F. Rodriguez

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	4
1.1	Geprüfte Dokumente	4
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	8
1.3	Lastannahmen	10
1.4	Zugehörige Prüfberichte.....	11
1.5	Hauptzeichnungen	11
2	Prüfgrundlagen	11
3	Einleitung	11
4	Beschreibung der Windenergieanlage	12
4.1	Anlagenkonzept	12
4.2	Umgebungsbedingungen	12
4.3	Geprüfte mechanische Komponenten und Strukturen	12
4.3.1	Blattlager	12
4.3.2	Blattverstellgetriebe.....	13
4.3.3	Blattarretierung	13
4.3.4	Rotornabe	13
4.3.5	Hauptlagerung	14
4.3.6	Rotorträger.....	14
4.3.7	Achszapfen	15
4.3.8	Achsdeckel.....	15
4.3.9	Rotorarretierung.....	15
4.3.10	Rotorbremse	15
4.3.11	Maschinenträger	16
4.3.12	Generatorstator	16
4.3.13	Generatorrotor	16
4.3.14	Azimetgetriebe	16
4.3.15	Azimetlager	17
4.3.16	Hydrauliksystem.....	17
4.4	Verwendung in Windenergieanlagen.....	17
5	Durchgeführte Prüfungen.....	18
5.1	Prüfmethoden.....	18
5.2	Mechanische Komponenten und Antriebe.....	18
5.3	Haupttragende Strukturen und Schraubenverbindungen	19

5.4	Hinweise und Annahmen	19
5.5	Prüfergebnis	19
5.6	Schnittstellen zum Rotorblatt und Turm	19
6	Bedingungen.....	20
7	Schlussfolgerungen	20

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

Blattlager

[1.1.1] Liebherr Components Biberach GmbH:
Prüfunterlagen Blatt Drehverbindung 12889944
Dokument Nr.: p02994-032DJ18-001_Enercon_PiB_E138EP3E2_
Rev. -, vom 04.07.2019

[1.1.2] IMO GmbH & Co. KG:
Slewing Ring Calculation report - 32-36 2998/4-12874
Dokument Nr.: 10000430851
Rev. 08, vom 26.08.2019

Blattverstellgetriebe

[1.1.3] Liebherr Components Biberach GmbH:
Calculation pitch gearbox
Dokument Nr.: 2019 / 011-3
Rev. 3, vom 14.11.2019

[1.1.4] Enercon GmbH:
Nachweis Blattverstellmotor und -bremse E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0732327-2
Rev. 2, vom 30.08.2019

Blattarretierung

[1.1.5] ENERCON GmbH:
Zertifizierungsunterlagen, Arretierung Rotorblatt für Wartungsfälle, ENERCON
Windenergieanlage EP3, Statik
Dokument Nr.: D0870591-0b
Rev. 0b, vom 11.11.2019

Rotornabe

[1.1.6] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Rotornabe, Statik und Betriebsfestigkeit
Dokument Nr.: D0845131-0
Rev. 0, vom 08.07.2019

Hauptlagerung

- [1.1.7] PSL, a. s. (ThyssenKrupp):
Technical Report - Enercon E-138 EP3 E2, Mainshaft Bearing
Dokument Nr.: 19/12
Rev. 00, vom 18.07.2019
- [1.1.8] SKF GmbH:
Rechnerischer Nachweis zur Zertifizierung Nabenlagerung - Windenergieanlage
Enercon E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: Enercon / E-138 EP3 E2
Rev. R00, vom 22.07.2019
- [1.1.9] Schaeffler Technologies AG & Co. KG:
Technische Dokumentation - Hauptlagerung - Windenergieanlage E138 EP3
Dokument Nr.: TD_Enercon_E138 E2_2019-08-02_AC
Rev. AC, vom 02.08.2019

Rotorträger

- [1.1.10] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Rotorträger, Statik und Betriebsfestigkeit
Dokument Nr.: D0826964-0a
Rev. 0a, vom 22.10.2019

Achszapfen

- [1.1.11] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Achszapfen, Statik und Betriebsfestigkeit
Dokument Nr.: D0826967-1
Rev. 1, vom 23.10.2019

Achsdeckel

- [1.1.12] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Achsdeckel und Schraubverbindung Achsdeckel - Achszapfen, Statik und
Betriebsfestigkeit
Dokument Nr.: D0860857-0
Rev. 0, vom 20.08.2019

Rotorarretierung

- [1.1.13] ENERCON GmbH:
Nachweis Rotorarretierung E-126 EP3, E-138 EP3 und E-115 EP3 E3
Dokument Nr.: D0705527
Rev. 4, vom 15.07.2019

Rotorbremse

- [1.1.14] ENERCON GmbH:
Nachweis Rotorbremse E-126 EP3, E-138 EP3 und E-115 EP3 E3
Dokument Nr.: D0669913
Rev. 4, vom 15.07.2019

Maschinenträger

- [1.1.15] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Maschinenträger, Statik und Betriebsfestigkeit
Dokument Nr.: D0852277-0
Rev. 0, vom 25.07.2019

Generatorstator

- [1.1.16] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Stator, Statik und Betriebsfestigkeit
Dokument Nr.: D0853267-1
Rev. 1, vom 08.10.2019

Generatorrotor

- [1.1.17] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Generatorrotor, Statik und Betriebsfestigkeit
Dokument Nr.: D0849695-0
Rev. 0, vom 15.08.2019

Azimutgetriebe

- [1.1.18] Liebherr Components Biberach GmbH:
Calculation Yaw gearbox DAT 400/3446-4000
Dokument Nr.: 2019 / 014 - 5
Rev. 6, vom 14.10.2019
- [1.1.19] Schaeffler:
Berechnung Abtriebslagerung
Dokument Nr.: 2019-10-16_Lagerberechnung_Enercon_E-126_AC12588010.vg2
Rev. -, vom 16.10.2019

Azimutlager

- [1.1.20] Thyssenkrupp Rothe Erde GmbH:
Technisches Datenblatt Azimutlager 36887260
Dokument Nr.: 18762_00
Rev. 00, vom 29.07.2019

Azimutarretierung

- [1.1.21] ENERCON GmbH:
Nachweis Azimutmotor und -bremse E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0741886
Rev. 3, vom 14.11.2019

Anschlagpunkte

- [1.1.22] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-115 EP3 E3 / E-138 EP3 E2 Anschlagpunkte Rotornabe, Statik
Dokument Nr.: D0872445-0
Rev. 0, vom 28.08.2019
- [1.1.23] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-115 EP3 E3 Anschlagpunkte am Generatorrotor und Stator, Statik
Dokument Nr.: D0875520-0
Rev. 0, vom 19.09.2019

Schraubverbindungen

- [1.1.24] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2 Blattflanschlager Schraubverbindung Statik und Betriebsfestigkeit
Dokument Nr.: D0852887-0
Rev. 0, vom 02.08.2019
- [1.1.25] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2 Schraubverbindung Rotornabe – Rotorträger Statik und Betriebsfestigkeit
Dokument Nr.: D0826973-0
Rev. 0, vom 17.07.2019
- [1.1.26] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2 Schraubverbindung Achszapfen – Statortragstern, Statik und Betriebsfestigkeit
Dokument Nr.: D0826971-1
Rev. 1, vom 10.10.2019

[1.1.27] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Schraubverbindung Maschinenträger – Statortragstern Statik und
Betriebsfestigkeit
Dokument Nr.: D0850207-0
Rev. 0, vom 19.07.2019

[1.1.28] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2
Achsdeckel und Schraubverbindung Achsdeckel - Achszapfen, Statik und
Betriebsfestigkeit
Dokument Nr.: D0860857-0
Rev. 0, vom 20.08.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Blattlager

[1.2.1] ENERCON GmbH:

Spezifikation Blattflanschlager E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0732166-3
Rev. 3, vom 03.06.2019

Blattverstellgetriebe

[1.2.2] Enercon GmbH:

"Spezifikation Blattverstellgetriebe E-138 EP3 E2"
Dokument Nr.: D0742537-4
Rev. 4, vom 26.06.2019

[1.2.3] Enercon GmbH:

Spezifikation Blattverstellmotor DC-8.8kW-38x58-FF265-85
Dokument Nr.: D0765315-1
Rev. 1, vom 29.08.2019

Hauptlagerung

[1.2.4] ENERCON GmbH:

Spezifikation Hauptlagerung E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0743684-1
Rev. 1, vom 26.06.2019

Rotorbremse

[1.2.5] ENERCON GmbH:

Spezifikation Bremszange - WD4515-BD70-HY
Dokument Nr.: D0640707-1
Rev. 1, vom 18.09.2018

Azimutgetriebe

- [1.2.6] ENERCON GmbH:
Spezifikation Azimutgetriebe E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0743650-1
Rev. 1, vom 19.06.2019

Azimutlager

- [1.2.7] ENERCON GmbH:
Spezifikation - Azimutlager E-138 EP3 E2
Dokument Nr.: D0743664-1
Rev. 1, vom 17.06.2019

Hydrauliksystem

- [1.2.8] ENERCON GmbH:
Spezifikation - Hydraulikaggregat E-138 EP3
Dokument Nr.: D0748849-1
Rev. 1, vom 10.01.2019
- [1.2.9] HOERBIGER Automatisierungstechnik GmbH:
Technische Dokumentaton – Hydraulik-Kombiaggregat für Rotorbremse und
Rotorarretierung
Dokument Nr.: D0767891-0
Rev. -, vom -

Anschlagpunkte

- [1.2.10] ENERCON GmbH:
Bemessungsgrundlage für Anschlagpunkte zur Personensicherung, Statische
Nachweise
Dokument Nr.: D0448398-1
Rev. 1, vom 10.12.2016

Schraubverbindungen

- [1.2.11] ENERCON GmbH:
Datenbank, Schraubenangaben Zusammenstellung
Dokument Nr.: D0415273-2
Rev. 2, vom 28.03.2018
- [1.2.12] ENERCON GmbH:
MK 06 005 – 5: Montagevorgaben für Schraubverbindungen im
Maschinenbau
Dokument Nr.: D0204747-5
Rev. 5, vom 24.10.2018

- [1.2.13] Fraunhofer-Einrichtung für Großstrukturen in der Produktionstechnik, IGP:
Experimentelle Untersuchung zur Ermittlung der Haftreibungszahl in der
Trennfuge
Prüfbericht Nr.: P-FH-AGP-1803-014
Rev. 01, vom 16.08.2018

Konstruktionsbasis

- [1.2.14] ENERCON GmbH:
Konstruktionsbasis E-138 EP3 E2
Dokument-ID: D0765789-1a
Rev. 1a, vom 12.09.2019
- [1.2.15] ENERCON GmbH:
Konstruktionsbasis Cold Climate Anlagen
Dokument-ID: D0666243-3
Rev. 3, vom 30.07.2018

Spezifikation Sphärogussteile

- [1.2.16] ENERCON GmbH:
Spezifikation, MK 02 004 - Qualitätssicherung, Sphärogussteile
Dokument Nr.: D0246506-2
Rev. 2, vom 28.06.2017

Konzept Wöhlerlinien für Gusseisen

- [1.2.17] ENERCON GmbH:
Anhang C, Allgemeines zur Betriebsfestigkeitsrechnung für Bauteile aus
Gusseisen
Dokument Nr.: D0166018-3
Rev. 3, vom 05.01.2018

Stellungnahmen

- [1.2.18] ENERCON GmbH:
Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Flanschlasten
Dokument Nr.: D0867638-1
Rev. 1, vom 26.09.2019

1.3 Lastannahmen

- [1.3.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138 EP3-
RB-02, verschiedene NH, DIBt WZ 2 GK II - Lastannahmen für Rotorblatt und
Maschinenbau
Bericht Nr.: 8117 142 915-1 D VI
Rev. 1, vom 11.12.2019

1.4 Zugehörige Prüfberichte

- [1.4.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Evaluation Report Wind Turbine Platform ENERCON E-138 EP3 E2, IECRE
OD 501, IEC 61400-22 - Design Basis -
Bericht Nr.: 8117 142 915-0 E
Rev. 0, vom 12.09.2019
- [1.4.2] TÜV NORD CERT GmbH:
Evaluation Report – div. ENERCON Wind Turbines, IEC 61400-22 - Design
Basis for Cold Climate conditions -
Bericht Nr.: 8115 599 054-0 E
Rev. 0, vom 09.08.2018
- [1.4.3] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme für die Windenergieanlage E-138 EP3 und E-138
P3 E2 verschiedene Konfigurationen - Turmkopfflansch -
Bericht Nr.: 8115 022 604-11 D II
Rev. 1, vom 29.10.2019

1.5 Hauptzeichnungen

- [1.5.1] ENERCON GmbH:
Nacelle view E-138 EP3 E2
Zeichnung Nr.: EP3.00.148-0
Rev. -, vom 24.09.2018

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt):
Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 61400-1:2011
Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1:2005 + A1:2010)
Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010

3 Einleitung

Die in diesem Prüfbericht unter Abschnitt 4.3 gelisteten maschinenbaulichen Komponenten und Strukturen wurden hinsichtlich ihrer Anforderungen an Auslegung und Gebrauchstauglichkeit für die Verwendung in Windenergieanlagen geprüft.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Anlagenkonzept

Die technische Spezifikation der Windenergieanlage ist dem Dokument [1.2.14] zu entnehmen. Nachfolgend sind die wichtigsten Kenngrößen aufgeführt:

Antriebskonzept:	Direktantrieb
Auslegungslebensdauer für alle Komponenten:	25 Jahre
Blattarretierung:	Mechanisch, siehe [1.1.5]
Blattverstellungssystem:	Verstellgetriebe mit Motor
Windrichtungsnachführung:	Verstellgetriebe mit Motor
Arretierung der Windrichtungsnachführung:	Motorbremsen der Azimutantriebe
Generatortyp:	Synchron
Generatorbezeichnung:	E-138 EP3 E2-GE-01
Generatorhersteller:	Enercon GmbH

4.2 Umgebungsbedingungen

Die maschinenbaulichen Komponenten wurden für die in Tabelle 4.1 aufgeführten Umgebungstemperaturen geprüft.

Bedingung	Temperaturbereich Betrieb	Temperaturbereich Extrem
Windzone gem. DIBt	-10 °C < t < +40 °C	-20 °C < t < +50 °C

Tabelle 4.1: Temperaturbereiche

4.3 Geprüfte mechanische Komponenten und Strukturen

Für alle unten aufgeführten maschinenbaulichen Komponenten wurden Festigkeitsprüfungen oder Lastvergleiche auf der Grundlage der Auslegungslasten durchgeführt. Für den Nachweis der Komponenten wurden Spezifikationen, Auslegungsberechnungen, Datenblätter, Testberichte und Bauteilzeichnungen geprüft.

In der jeweiligen Komponentenspezifikation wird die zugehörige bauteilspezifische Hauptzeichnung zur Identifikation einer Komponente aufgeführt.

4.3.1 Blattlager

4.3.1.1 Komponentenspezifikation

Hersteller:	Liebherr Components Biberach GmbH
Typ:	Dreireihige Rollendrehverbindung
Handelsbezeichnung:	12889944
Material:	42CrMo4+QT
Hauptzeichnung Nr.:	ROD02994-032DJ18-001-000, Rev. 03.2, vom 22.07.2019
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.1.2 *Alternative Komponente*

Hersteller: IMO GmbH & Co. KG
Typ: Dreireihige Rollendrehverbindung
Handelsbezeichnung: 12874.00.0A.000000
Material: 42CrMo4+QT
Hauptzeichnung Nr.: 32.362998/4-12874, Rev. A, vom 18.09.2019
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.2 **Blattverstellgetriebe**

4.3.2.1 *Komponentenspezifikation*

Hersteller: Liebherr Components Biberach GmbH
Typ: Dreistufiges Planetengetriebe
Handelsbezeichnung: DAT 250/3457-3000 (1285 6338* / 1294 0474)
Übersetzung: 176,4
Hauptzeichnung Nr.*: 368 457 2000 99 0, Rev. 03, dated 2019-07-31
Schnittzeichnung Nr.*: 368 457 2000 00 0, Rev. 03, dated 2019-07-12
Hauptzeichnung Nr.: 368 457 2000 99 2, Rev. 00, dated 2019-08-26
Schnittzeichnung Nr.: 368 457 2000 00 2, Rev. 00, dated 2019-08-26
Ritzelwelle Zeichnung Nr.: 368 457 2000 10 0, Rev. 01, dated 2018-12-20
Anzahl der Antriebe je Blatt: 1
Motor: EMOD GKFB160L/4-220
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.3 **Blattarretierung**

4.3.3.1 *Komponentenspezifikation*

Auslegung: ENERCON GmbH
Typ: Mechanische Arretierung
Zeichnung Nr.: EP3.99.055-0, Rev. 0, vom 13.11.2019
Anzahl der Arretierungen: 1
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.4 **Rotornabe**

4.3.4.1 *Komponentenspezifikation*

Auslegung: ENERCON GmbH
Typ: Gussteil
Handelsbezeichnung: Rotornabe EP3-ROH-08
Material: EN-GJS-400-18-LT
Hauptzeichnung Nr.: EP3.01.104-1, Rev. 1, vom 03.07.2019
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.5 Hauptlagerung

4.3.5.1 Komponentenspezifikation

Hersteller: PSL, a.s. (ThyssenKrupp)
Typ: Kegelrollenlager in O-Anordnung
Nabenseitig
Handelsbezeichnung: PSL612-415
Hauptzeichnung Nr.: PSL612-415-PV_4, Rev. 4, vom 16.02.2018
Generatorseitig
Handelsbezeichnung: PSL612-416
Hauptzeichnung Nr.: PSL612-416-PV_5, Rev. 5, vom 16.02.2018
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.5.2 Alternative Komponente

Hersteller: SKF GmbH
Typ: Kegelrollenlager in O-Anordnung
Nabenseitig
Handelsbezeichnung: BT1-8212 A/VK443
Hauptzeichnung Nr.: BT1-8212 A/VK443, Rev. 1, vom 17.01.2019
Generatorseitig
Handelsbezeichnung: BT1-8213 A/VK443
Hauptzeichnung Nr.: BT1-8213 A/VK443, Rev. 1, vom 17.01.2019
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.5.3 Alternative Komponente

Hersteller: FAG Schaeffler Technologies AG & Co. KG
Typ: Kegelrollenlager in O-Anordnung
Nabenseitig
Handelsbezeichnung: F-627880.TR1-WPOS-H113
Hauptzeichnung Nr.: EDD F-627880.TR1-WPOS 000,
Rev. AB, vom 12.03.2018
Generatorseitig
Handelsbezeichnung: F-627881.TR1-WPOS-H113
Hauptzeichnung Nr.: EDD F-627881.TR1-WPOS 000,
Rev. AB, vom 12.03.2018
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.6 Rotorträger

4.3.6.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: ENERCON GmbH
Typ: Gussteil
Material: EN-GJS-400-18-LT
Hauptzeichnung Nr.: EP3.01.105-2, Rev. 2, vom 04.07.2019

Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.7 Achszapfen

4.3.7.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: ENERCON GmbH
Typ: Gussteil
Handelsbezeichnung: Achszapfen EP3-AP-03
Material: EN-GJS-400-18-LT
Hauptzeichnung Nr.: EP3.01.097-0, Rev. 0, vom 22.01.2019
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.8 Achsdeckel

4.3.8.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: ENERCON GmbH
Typ: Stahlteil
Material: C45 (DIN EN 10083)
Hauptzeichnung Nr.: EP3.01.059-3, Rev. 3, vom 15.05.2018
Hinweis: Inkl. Schraubverbindung Achsdeckel - Achszapfen
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.9 Rotorarretierung

4.3.9.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: ENERCON GmbH
Typ: Stahlbauteil
Material: X20Cr13 + QT800
Arretierbolzen Zeichnung Nr.: EP3.09-198-2, Rev. 2, vom 23.07.2018
Anzahl der Arretierungen: 3
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.10 Rotorbremse

4.3.10.1 Komponentenspezifikation

Hersteller: KTR Systems GmbH
Typ: Hydraulische Scheibenbremse
Handelsbezeichnung: KTR-STOP YAW L C-30
Hauptzeichnung Nr.: M 711257, Rev. 2, vom 05.03.2018
Anzahl der Bremsen: 3
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.11 Maschinenträger

4.3.11.1 Komponentenspezifikation

Auslegung:	ENERCON GmbH
Typ:	Gussteil
Handelsbezeichnung:	Maschinenträger EP3-MC-06
Material:	EN-GJS-400-18-LT
Hauptzeichnung Nr.:	EP3.03.880-0, Rev. 0, vom 24.06.2019
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.12 Generatorstator

4.3.12.1 Komponentenspezifikation

Auslegung:	ENERCON GmbH
Typ:	Guss- und Schweißteil
Material:	EN-GJS-400-18-LT / S355 J2+N
Zeichn.-Nr. Tragstern Hälfte:	EP3.02.829-1, Rev. 1, vom 25.01.2019
Zeichn.-Nr. Tragstern Hälfte:	EP3.02.830-1, Rev. 1, vom 25.01.2019
Zeichn.-Nr. Tragarm 12 Uhr:	EP3.02.962-1, Rev. 1, vom 02.08.2019
Zeichn.-Nr. Tragarm 2 Uhr:	EP3.02.963-1, Rev. 1, vom 02.08.2019
Zeichn.-Nr. Tragarm 4 Uhr:	EP3.02.964-1, Rev. 1, vom 02.08.2019
Zeichn.-Nr. Tragarm 6 Uhr:	EP3.02.965-1, Rev. 1, vom 02.08.2019
Zeichn.-Nr. Tragarm 8 Uhr:	EP3.02.966-1, Rev. 1, vom 02.08.2019
Zeichn.-Nr. Tragarm 10 Uhr:	EP3.02.967-1, Rev. 1, vom 02.08.2019
Zeichn.-Nr. Statorring P1:	EP3.02.942-1, Rev. 1, vom 16.08.2019
Zeichn.-Nr. Statorring P2:	EP3.02.943-1, Rev. 1, vom 16.08.2019
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.13 Generatorrotor

4.3.13.1 Komponentenspezifikation

Auslegung:	ENERCON GmbH
Typ:	Schweißteil
Handelsbezeichnung:	Rotor 730.7040
Material:	S355J2+N (1.0577) (DIN EN 10025)
Zeichn.-Nr. Rotor Mittelteil:	EP3.02.944-1, Rev. 1, vom 26.06.2019
Zeichn.-Nr. Rotor Seitenteil:	EP3.02.945-1, Rev. 1, vom 26.06.2019
Zeichn.-Nr. Rotor Seitenteil:	EP3.02.953-1, Rev. 1, vom 26.06.2019
Hinweis:	Inkl. Schraubverbindung Generatorrotor - Rotorträger
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.14 Azimutgetriebe

4.3.14.1 Komponentenspezifikation

Hersteller:	Liebherr Components Biberach GmbH
-------------	-----------------------------------

Typ: Vierstufiges Planetengetriebe
 Handelsbezeichnung: DAT 400/3446 (1258 8010* / 1287 9245)
 Übersetzung: 1237,5
 Hauptzeichnung Nr.*: 368 446 4000 99 0, Rev. 08, vom 23.10.2019
 Schnittzeichnung Nr.*: 368 446 4000 00 0, Rev. 08, vom 20.07.2019
 Hauptzeichnung Nr.: 368 446 4000 99 1, Rev. 02, vom 25.10.2019
 Schnittzeichnung Nr.: 368 446 4000 00 1, Rev. 02, vom 08.07.2019
 Ritzelwelle Zeichnung Nr.: 368 446 4000 10 0, Rev. 05, vom 27.09.2019
 Anzahl der Antriebe: 12
 Motoren: Nidec / 4P LS 112MG 4kW IFT/NIE V1 ID300-34119
 FFB 45N.m
 Getriebebau NORD / 112MH/4 BRE60 PT1000
 Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.15 Azimutlager

4.3.15.1 Komponentenspezifikation

Hersteller: Thyssenkrupp Rothe Erde GmbH
 Typ: Doppelreihige Kugeldrehverbindung
 Handelsbezeichnung: 36887260
 Material: 42CrMo4 V/Q+T
 Hauptzeichnung Nr.: 091.70.3202.011.48.150D, Rev. A, vom 19.06.2018
 Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.16 Hydrauliksystem

4.3.16.1 Komponentenspezifikation

Hersteller: HOERBIGER Automatisierungstechnik GmbH
 Handelsbezeichnung: HB14122-601A
 Hauptzeichnung Nr.: HB14122-100A, Rev. -, vom 27.08.2018
 Schaltplan Nr.: HB14122-601A, Rev. -, vom 23.05.2018
 Verwendung: WEA Variante Nr. 1-6 (siehe Tabelle 4.2)

4.4 Verwendung in Windenergieanlagen

Die Eignung der maschinenbaulichen Komponenten wurde für die in Tabelle 4.2 gelisteten Windenergieanlagen geprüft. Hierfür wurden die vom Hersteller ENERCON GmbH eingereichten Prüfunterlagen zugrunde gelegt. Für die dort aufgeführten Anlagenkonfigurationen liegen geprüfte Lastannahmen vor, die im Detail dem Dokument unter Punkt 1.3 zu entnehmen sind.

Variante Nr.	WEA Bezeichnung	Nennleistung	Rotorblatt	Nabenhöhe	DIBt Windzone	Gelände-kategorie
1	E-138 EP3 E2	≤ 4.2 MW	E-138 EP3-RB-02	111 m (E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01)	WZ 2	GK II
2	E-138 EP3 E2	≤ 4.2 MW	E-138 EP3-RB-02	149 m (E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01)	WZ 2	GK II

3	E-138 EP3 E2	≤ 4.2 MW	E-138 EP3-RB-02	131 m (E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-01)	WZ 2	GK II
4	E-138 EP3 E2	≤ 4.2 MW	E-138 EP3-RB-02	131 m (E-138 EP3 E2-ST-131-FB-C-02)	WZ 2	GK II
5	E-138 EP3 E2	≤ 4.2 MW	E-138 EP3-RB-02	160 m (E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01)	WZ 2	GK II
6	E-138 EP3 E2	≤ 4.2 MW	E-138 EP3-RB-02	149 m (E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02)	WZ 2	GK II

Tabelle 4.2: Anlagenvarianten

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethoden

Die eingereichten Unterlagen wurden auf Vollständigkeit und Inhalt geprüft und bezüglich der Nachweismethoden und der Berechnungsgrundlagen bewertet. Dabei wurden die erforderlichen Sicherheiten und Spannungsreserven berücksichtigt. Die Prüfung erfolgte anhand von Spezifikationen, Berechnungsunterlagen und Zeichnungen, sowie zugehörigen Prüfberichten.

Die Beurteilung der statischen und betriebsfesten Auslegung der maschinenbaulichen Komponenten und Strukturen basiert auf den Anforderungen der Prüfgrundlagen. Die vorgelegten Prüfunterlagen wurden auf der Grundlage von Plausibilitätsprüfungen oder Vergleichsrechnungen unter Anwendung von analytischen oder numerischen Berechnungsmethoden bewertet.

5.2 Mechanische Komponenten und Antriebe

Die Tragfähigkeit der Kugeldrehverbindungen wurde auf der Grundlage von Hertz'schen Pressungen geprüft. Die maximalen Kontaktspannungen unter den Lastkombinationen von Axiallast, Radiallast und Kippmoment wurden mit den zulässigen Werten verglichen.

Die Lebensdauerberechnungen für die in den Antrieben verwendeten Wälzlager berücksichtigen die erforderlichen Eingangsparameter und vorhandenen Betriebsbedingungen und entsprechen dem internationalen Standard ISO 281 bzw. ISO/TS 16281.

Die Tragfähigkeit von Verzahnungen wurde unter Berücksichtigung der erforderlichen Mindestsicherheiten gegen Grübchenbildung und Zahnfußbruch nach dem internationalen Standard ISO 6336 geprüft.

Die statische und betriebsfeste Auslegung der Wellen wurde in Anlehnung an DIN 743, unter Beachtung festigkeitsrelevanter Einflüsse, wie Kerbwirkungen geprüft.

Alle weiteren lastübertragenden mechanischen Komponenten wurden hinsichtlich ihrer statischen und betriebsfesten Auslegung auf der Grundlage der Zertifizierungsanforderungen und dem Stand der Technik geprüft.

5.3 Haupttragende Strukturen und Schraubenverbindungen

Die Bewertung der haupttragenden Strukturen bezieht sich auf Auslegungsnachweise wie Rotornabe, Maschinenträger, Achszapfen, Rotorträger, Generatorrotor und Generatorstator inkl. der Schraubverbindungen zu den Anschlusskonstruktionen.

Bei Finite-Elemente-Berechnungen wurden Geometrie, Vernetzung, Elementauswahl und Randbedingungen geprüft. Die Bewertung der FE-Ergebnisse erfolgte über Vergleichsrechnungen oder Plausibilitätsprüfungen.

Schädigungsrechnungen erfolgten auf der Grundlage synthetischer Wöhlerkurven. Der Mittelspannungseinfluss und abmindernde Einflüsse auf die Schwingfestigkeit wurden berücksichtigt.

Die Festigkeit hochbeanspruchter Schraubenverbindungen wurde mit analytischen Methoden in Anlehnung an VDI 2230 Blatt 1 (2015) geprüft. Die Vergleichsrechnungen berücksichtigen dabei die auslegungsrelevanten Berechnungsgrößen wie Montagevorspannkraft, Krafteinleitung und Anziehungsfaktor.

Die Festigkeit einiger hochbeanspruchter Schraubenverbindungen wurden auf der Grundlage von FEM Analysen anhand detaillierter FE Modelle geprüft. Die Vorspannung der Schrauben sowie der Einfluss der Anschlusskonstruktionen wurden dabei in ausreichender Weise berücksichtigt.

5.4 Hinweise und Annahmen

Grundlage für Vergleichsrechnungen und Plausibilitätsprüfungen sind im Allgemeinen die Angaben des Herstellers und Zulieferers. Daher wird vorausgesetzt, dass die angegebenen Spezifikationen für maschinenbauliche Komponenten und Strukturen eingehalten sowie Fertigungstoleranzen und Werkstoffqualitäten erreicht werden.

Die Prüfung erfolgte im Wesentlichen durch Vergleichsrechnung. Soweit die Abweichungen keinen Einfluss auf die Konstruktion haben, wurden sie in der geprüften Unterlage nicht korrigiert. Schreib-, Übertragungs- und unbedeutende Fehler ohne Einfluss auf die Auslegung wurden in der geprüften Unterlage nicht korrigiert.

5.5 Prüfergebnis

Vergleichsrechnungen und Plausibilitätsprüfungen der Festigkeitsnachweise haben ergeben, dass ausreichende Sicherheiten und Spannungsreserven bei Extrem- und Betriebslasten vorhanden sind.

5.6 Schnittstellen zum Rotorblatt und Turm

Schraubverbindung Blattlager/ Rotorblatt:	Nicht Bestandteil der maschinenbaulichen Prüfung
Schraubverbindung Azimutlager/ Turmkopfflansch:	Geprüft mit Turmkopfflansch, siehe [1.4.3]

Turmkopfflansch:

Nicht Bestandteil der
maschinenbaulichen Prüfung

6 Bedingungen

6.1 Um einen ordnungsgemäßen Betrieb der Komponenten sicherzustellen, sind die Anweisungen der Komponentenhersteller hinsichtlich Montage und Instandhaltung zu beachten.

7 Schlussfolgerungen

Die im Rahmen dieses Gutachtens geprüften maschinenbaulichen Komponenten und Strukturen erfüllen die Anforderungen der Prüfgrundlagen in Bezug auf Tragfähigkeit und Auslegung für die zugrunde gelegten Annahmen, unter Beachtung der geforderten Lebensdauer von 25 Jahren.

Alle für die Prüfung erforderlichen Unterlagen sind vollständig, es gibt keine ausstehenden Nachweise.

Die unter Punkt 5.4 aufgeführten Hinweise und Annahmen sind zu beachten.

Unter Einhaltung der unter Punkt 6 genannten Bedingungen bestehen gegen die Auslegung und den Betrieb der Komponenten, sowie deren Verwendung in Windenergieanlagen gem. Tabelle 4.2, keine Bedenken.

Änderungen in der Konstruktion müssen von der Zertifizierungsstelle Windenergie zugelassen werden. Anderenfalls verliert diese Gutachtliche Stellungnahme ihre Gültigkeit.

Der Sachverständige:



Eng. Mecânico F. Rodriguez

Freigegeben:



Dr.-Ing. W. Aldenhoff

Gutachtliche Stellungnahme

für die Typenprüfung der Windenergieanlage
ENERCON E-115 EP3 E3 und E-138 EP3 E2

- Verkleidungen & Strukturen -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8116 503 696 - 12 D Rev. 1

Anlagenspezifikation: Bezeichnung: E-115 EP3 E3
E-138 EP3 E2

Standortspezifikation: Windzone: Siehe Tab. 4.2
Geländekategorie: Siehe Tab. 4.2

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Prüfumfang: Auslegungsanforderungen für Verkleidungen und
Strukturen gem. DIN EN 61400-1:2011

Dieser Prüfbericht umfasst 12 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständige/r
0	19.11.2019	Erstausgabe	Dr.-Ing. Y. Ou
1	20.03.2020	- Generator Stator Verkleidung hinzugefügt - Lastbericht aktualisiert	C. Burges

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	4
1.3	Lastannahmen	5
1.4	Zugehörige Prüfberichte.....	5
2	Prüfgrundlagen	6
3	Einleitung	6
4	Beschreibung der Windenergieanlagen	6
4.1	Anlagenkonzept	6
4.2	Umgebungsbedingungen	7
4.3	Geprüfte Verkleidungen und Strukturen	7
4.3.1	Maschinenhausverkleidung.....	7
4.3.2	Generatorverkleidung.....	8
4.3.3	Gondelbühne	8
4.3.4	Dachmodul.....	9
4.4	Verwendung in Windenergieanlagen.....	9
5	Durchgeführte Prüfungen.....	10
5.1	Prüfmethoden.....	10
5.2	Verkleidungen, Strukturen und Schraubenverbindungen.....	10
5.3	Hinweise und Annahmen	11
5.4	Prüfergebnis.....	11
6	Bedingungen.....	11
7	Schlussfolgerungen	11

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

Maschinenhausverkleidung

[1.1.1] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-115 EP3 E3 und E-138 EP3 E2, Maschinenhausverkleidung, Statischer Nachweis

Dokument Nr.: D0860931-0

Rev. 0, vom 04.09.2018

Generatorverkleidung

[1.1.2] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-115 EP3 E3, Generatorverkleidung, Statischer Nachweis

Dokument Nr.: D0872400-0

Rev. 0, vom 18.09.2019

[1.1.3] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2, Generatorverkleidung, Statischer Nachweis

Dokument Nr.: D0852098-0

Rev. 0, vom 25.07.2019

[1.1.4] ENERCON GmbH:

"Nachweis zur Zertifizierung ENERCON Windenergieanlage E-115 EP3 E3 Generatorverkleidung Containerfähig - Statischer Nachweis"

Dokument Nr.: D0902975-0b

Rev. 0b, vom 16.03.2020

Gondelbühne

[1.1.5] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-115 EP3 E3, Gondelbühne, Statik

Dokument Nr.: D0856173-0

Rev. 0, vom 23.08.2019

Dachmodul

[1.1.6] ENERCON GmbH:

Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON EP3 Plattform (E-115 EP3 E3, E-126 EP3, E-138 EP3 & E-138 EP3 E2), Dachmodul, Statik

Dokument Nr.: D0850499-0

Rev. 0, vom 22.08.2019

Anschlagpunkte

- [1.1.7] ENERCON GmbH:
Nachweis zur Zertifizierung, ENERCON Windenergieanlage E-115 EP3 E3,
Anschlagpunkte Gondelbühne, Statik
Dokument Nr.: D0862347-0
Rev. 0, vom 23.08.2019

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

- [1.2.1] ENERCON GmbH:
Design Basis
"Konstruktionsbasis E-115 EP3 E3"
Dokument Nr.: D0832892-1
Rev. 1, vom 04.11.2019
- [1.2.2] ENERCON GmbH:
Design Basis
"Konstruktionsbasis E-138 EP3 E2"
Dokument Nr.: D0765798-1a
Rev. 1a, vom 12.09 2019
- [1.2.3] ENERCON GmbH:
Design Basis
"Konstruktionsbasis Cold Climate Anlagen"
Dokument Nr.: D0666243-3
Rev. 3, dated 2018-07-30

Materialspezifikationen

- [1.2.4] ENERCON GmbH:
Spezifikation Materialdaten für GFK Verkleidungskomponenten
Dokument Nr.: D0689349-3
Rev. 3, vom 15.08.2019
- [1.2.5] ENERCON GmbH:
Spezifikation für glasfaserverstärkte Verkleidungen von ENERCON WEA
Dokument Nr.: D0687898-3
Rev. 3, vom 05.08.2019

Anschlagpunkte

- [1.2.6] ENERCON GmbH:
Bemessungsgrundlage für Anschlagpunkte zur Personensicherung, Statischer
Nachweis
Dokument Nr.: D0448398-1
Rev. 1, vom 10.12.2016

Stellungnahmen

- [1.2.7] ENERCON GmbH:
Stellungnahme Abteilung Lastensimulation - Frequenzvergleich
Dokument Nr.: D0871819-1a
Rev. 1a, vom 07.11.2019
- [1.2.8] ENERCON GmbH:
Frequenzvergleich; E-138 EP3 E2 HT-149-ES-C-01 mit E138 EP3 E2 HT-149-
ES-C-02
Dokument Nr.: D0871492
Rev. 0, vom 17.09.2019

1.3 Lastannahmen

- [1.3.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme – Windenergieanlage E-115 EP3 E3, RB E-115
EP3-RB-03, verschiedene NH, DIBt verschiedene WZ mit GK I&II
- Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau -
Bericht Nr.: 8116503696-1 D III
Rev. 0, dated 19.11.2019
- [1.3.2] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme – Windenergieanlage E-138 EP3 E2, RB E-138
EP3-RB-02, verschiedene NH, DIBt WZ 2 GK II
- Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau -
Bericht Nr.: 8117142915-1 D VI
Rev. 1, vom 11.12.2019

1.4 Zugehörige Prüfberichte

- [1.4.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Evaluation Report – Wind Turbines ENERCON E-115 EP3 E3, IEC 61400-22 -
Design Basis -
Bericht Nr.: 8116503696-0 E
Rev. 0, vom 04.11.2019
- [1.4.2] TÜV NORD CERT GmbH:
Evaluation Report – Wind Turbines ENERCON E-138 EP3 E2, IECRE OD 501,
IEC 61400-22 - Design Basis -
Bericht Nr.: 8117142915-0 E
Rev. 0, vom 12.09.2019
- [1.4.3] TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG:
Evaluation Report – div. ENERCON Wind Turbines,
IEC 61400-22 - Design Basis for Cold Climate conditions -
Bericht Nr.: 8115 599 054-0 E
Rev. 0, vom 09.08.2018

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt):
Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 61400-1:2011
Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1:2005 + A1:2010)
Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010
- [2.3] DIN EN 61400-22:2011
Windenergieanlagen - Teil 22:
Konformitätsprüfung und Zertifizierung (IEC 61400-22:2010)
Deutsche Fassung EN 61400-22:2011
- [2.4] Germanischer Lloyd:
Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen
IV – Teil 1, Ausgabe 2010
- [2.5] DIN Deutsches Institut für Normung e. V.:
Windenergieanlagen - Schutzmaßnahmen - Anforderungen für Konstruktion,
Betrieb und Wartung
Deutsche Fassung EN 50308:2004 + DIN EN 50308 Berichtigung 1:2008
alt. VDE 0127-100 + VDE 0127-100 Berichtigung:2011

3 Einleitung

Die in diesem Prüfbericht unter Abschnitt 4.3 gelisteten Verkleidungen und Strukturen wurden hinsichtlich ihrer Anforderungen an Auslegung und Gebrauchstauglichkeit für die Verwendung in Windenergieanlagen geprüft.

4 Beschreibung der Windenergieanlagen

4.1 Anlagenkonzept

Die technischen Spezifikationen der Windenergieanlagen sind den Dokumenten [1.2.1] - [1.2.3] zu entnehmen. Prüfergebnisse und Anmerkungen zur Spezifikation sind in den Berichten [1.4.1] - [1.4.3] dokumentiert.

4.2 Umgebungsbedingungen

Die Verkleidungen und Strukturen wurden für die in Tabelle 4.1 aufgeführten Umgebungstemperaturen geprüft.

Bedingung	Temperaturbereich Betrieb	Temperaturbereich Extrem
Normales und kaltes Klima	-40 °C < t < +40 °C	-40 °C < t < +50 °C

Tabelle 4.1: Temperaturbereiche

4.3 Geprüfte Verkleidungen und Strukturen

Für alle unten aufgeführten Verkleidungen und Strukturen wurden Festigkeitsprüfungen auf der Grundlage der Auslegungslasten durchgeführt. Für den Nachweis der Komponenten wurden Spezifikationen, Auslegungsberechnungen, Datenblätter, Testberichte und Bauteilzeichnungen geprüft.

In der jeweiligen Komponentenspezifikation wird die zugehörige bauteilspezifische Hauptzeichnung zur Identifikation einer Komponente aufgeführt.

4.3.1 Maschinenhausverkleidung

4.3.1.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: ENERCON GmbH
 Typ: GFK-Struktur
 Material: siehe Spezifikation [1.2.4]
 Zeichnungsübersicht: Dok.-Nr. D0860520-0, Rev. 0, vom 24.10.2019
 Revisionsstände der Einzelteilzeichnungen siehe [1.1.1]
 Auslegungswindgeschwin. V_{e50} : 70 m/s (diese entspricht $V_{ref}=50$ m/s)
 Verwendung: WEA Variante Nr. 1-2 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.1.2 Komponentenspezifikation

Auslegung: ENERCON GmbH
 Typ: GFK-Struktur
 Material: siehe Spezifikation [1.2.4]
 Zeichnungsübersicht: Dok.-Nr. D0858989-1, Rev. 1, vom 07.11.2019
 Revisionsstände der Einzelteilzeichnungen siehe [1.1.1]
 Auslegungswindgeschwin. V_{e50} : 70 m/s (diese entspricht $V_{ref}=50$ m/s)
 Verwendung: WEA Variante Nr. 3-8 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.2 Generatorverkleidung

4.3.2.1 Komponentenspezifikation (Rotor & Stator Verkleidung)

Auslegung: ENERCON GmbH
 Typ: GFK-Struktur
 Material: siehe Spezifikation [1.2.4]
 Zeichnungsübersicht: Dok.-Nr. D0860520-0, Rev. 0, vom 24.10.2019
 Revisionsstände der Einzelteilzeichnungen siehe [1.1.2]
 Auslegungswindgeschwin. V_{e50} : 70 m/s (diese entspricht $V_{ref}=50$ m/s)
 Verwendung: WEA Variante Nr. 1-2 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.2.2 Komponentenspezifikation (Rotor & Stator Verkleidung)

Auslegung: ENERCON GmbH
 Typ: GFK-Struktur
 Material: siehe Spezifikation [1.2.4]
 Hauptzeichnung Nr.: D0858989-1, Rev. 1, vom 07.11.2019
 Revisionsstände der Einzelteilzeichnungen siehe [1.1.3]
 Auslegungswindgeschwin. V_{e50} : 54.54 m/s (diese entspricht $V_{ref}=38.96$ m/s)
 Verwendung: WEA Variante Nr. 3-8 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.2.3 Komponentenspezifikation (Stator Verkleidung)

Auslegung: ENERCON GmbH
 Typ: GFK-Struktur
 Material: siehe Spezifikation [1.2.4]
 Zeichnungsübersicht: Dok.-Nr. D0938784-0, Rev. 0, vom 17.03.2020
 Revisionsstände der Einzelteilzeichnungen siehe [1.1.4]
 Auslegungswindgeschwin. V_{e50} : 70 m/s (diese entspricht $V_{ref}=50$ m/s)
 Verwendung: WEA Variante Nr. 1-2 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.3 Gondelbühne

4.3.3.1 Komponentenspezifikation E-115 EP3 E3

Auslegung: ENERCON GmbH
 Typ: Stahlstruktur
 Material: S235JR / S355JR
 Zeichnungsübersicht: Dok.-Nr. D0860518-0, Rev. 0, vom 20.08.2019
 Revisionsstände der Einzelteilzeichnungen siehe [1.1.5]
 Hinweis: Berücksichtigung der von Maschinenhausverkleidung
 übertragenden 50-Jahres-Extremwindgeschwindigkeit
 $V_{e50}=70$ m/s in Nabhöhe
 Verwendung: WEA Variante Nr. 1-2 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.3.2 Komponentenspezifikation

Auslegung:	ENERCON GmbH
Typ:	Stahlstruktur
Material:	S235JR / S355JR
Zeichnungsübersicht:	Dok.-Nr. D0858516-0, Rev. 0, vom 28.08.2019 Revisionsstände der Einzelteilzeichnungen siehe [1.1.5]
Hinweis:	Berücksichtigung der von Maschinenhausverkleidung übertragenden 50-Jahres-Extremwindgeschwindigkeit $V_{e50}=70$ m/s in Nabenhöhe
Verwendung:	WEA Variante Nr. 3-8 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.4 Dachmodul

4.3.4.1 Komponentenspezifikation

Auslegung:	ENERCON GmbH
Typ:	Stahlstruktur
Material:	S355J2
Hauptzeichnung Nr.:	EP3.03.862-2, Rev. 2, vom 14.08.2019
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-8 (siehe Tabelle 4.2)

4.4 Verwendung in Windenergieanlagen

Die Eignung der Verkleidungen und Strukturen wurde für die in Tabelle 4.2 gelisteten Windenergieanlagen geprüft. Hierfür wurden die vom Hersteller ENERCON GmbH eingereichten Prüfunterlagen zugrunde gelegt. Für die dort aufgeführten Anlagenkonfigurationen liegen geprüfte Lastannahmen vor, die im Detail den Dokumenten unter Punkt 1.3 zu entnehmen sind.

Variante Nr.	WEA Bezeichnung	Max. Nennleistung	Rotorblatt	Nabenhöhe (Turm)	DIBt 2012	V_{ref}^*	Lastbericht
1	E-115 EP3 E3	4.2 MW	E-115 EP3-RB-03	92 m (E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01)	WZ 4, GK I&II	45.13 m/s	[1.3.1]
2	E-115 EP3 E3	4.2 MW	E-115 EP3-RB-03	135 m (E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-PA)	WZ 4, GK I&II	43.33 m/s	[1.3.1]
3	E-138 EP3 E2	4.2 MW	E-138 EP3-RB-02	111 m (E-138 EP3 E2-ST-111-FB-C-01)	WZ S, GK II	36.69 m/s	[1.3.2]
4	E-138 EP3 E2	4.2 MW	E-138 EP3-RB-02	149 m (E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-01)	WZ 2, GK II	38.52 m/s	[1.3.2]
5	E-138 EP3 E2	4.2 MW	E-138 EP3-RB-02	149 m (E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02)	WZ 2, GK II	38.52 m/s	-

6	E-138 EP3 E2	4.2 MW	E-138 EP3-RB-02	131 m (E-138 EP3 E2- ST-131-FB-C-01)	WZ S, GK II	37.69 m/s	[1.3.2]
7	E-138 EP3 E2	4.2 MW	E-138 EP3-RB-02	131 m (E-138 EP3 E2- ST-131-FB-C-02)	WZ S, GK II	37.69 m/s	[1.3.2]
8	E-138 EP3 E2	4.2 MW	E-138 EP3-RB-02	160 m (E-138 EP3 E2- HT-160-ES-C-01)	WZ 2, GK II	38.96 m/s	[1.3.2]

* V_{ref} – Bezugswindgeschwindigkeit

Tabelle 4.2: Anlagenvarianten

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethoden

Die eingereichten Unterlagen wurden auf Vollständigkeit und Inhalt geprüft und bezüglich der Nachweismethoden und der Berechnungsgrundlagen bewertet. Dabei wurden die erforderlichen Sicherheiten und Spannungsreserven berücksichtigt. Die Prüfung erfolgte anhand von Spezifikationen, Berechnungsunterlagen und Zeichnungen, sowie zugehörigen Prüfberichten.

Die Beurteilung der statischen Auslegung der Verkleidungen und Strukturen basiert auf den Anforderungen der Prüfgrundlagen. Die vorgelegten Prüfunterlagen wurden auf der Grundlage von Plausibilitätsprüfungen oder Vergleichsrechnungen unter Anwendung von analytischen oder numerischen Berechnungsmethoden bewertet.

5.2 Verkleidungen, Strukturen und Schraubenverbindungen

Bei Finite-Elemente-Berechnungen wurden Geometrie, Vernetzung, Elementauswahl und Randbedingungen geprüft. Die Bewertung der FE-Ergebnisse erfolgte über Vergleichsrechnungen oder Plausibilitätsprüfungen.

Die Festigkeit der Schraubenverbindungen wurde auf Grundlage von Eurocode 3 (EN 1993-1-8:2005) geprüft. Dabei wurden die unterschiedlichen Versagensarten für die maßgeblichen Verbindungen gemäß Tabelle 3.4 berücksichtigt. Die Lasten der maßgeblichen Verbindungen bestimmten sich dabei aus den zugehörigen Finite-Elemente-Analysen.

Die Tragfähigkeit der Maschinenhaus- und Generatorverkleidung wurde auf der Grundlage der GL-Richtlinie für Windenergieanlagen, Ausgabe 2010, geprüft. Hierbei wurden die Einwirkungen auf die Struktur sowie die Materialkennwerte für faserverstärkte Kunststoffe (FVK) berücksichtigt.

Die Lastannahmen für die Strukturnachweise von Maschinenhaus- und Generatorverkleidung wurden für ständige und veränderliche Einwirkung gemäß den geltenden Richtlinien überprüft. Die speziellen Materialeigenschaften für glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK) wurden dabei gesondert berücksichtigt. Der Prüfumfang beinhaltet zudem alle relevanten Befestigungen zu den primären Strukturbauteilen sowie zu Anbauten und Anschlagpunkten.

5.3 Hinweise und Annahmen

Grundlage für Vergleichsrechnungen und Plausibilitätsprüfungen sind im Allgemeinen die Angaben des Herstellers und Zulieferers. Daher wird vorausgesetzt, dass die angegebenen Spezifikationen für Verkleidungen und Strukturen eingehalten sowie Fertigungstoleranzen und Werkstoffqualitäten erreicht werden.

Die Prüfung erfolgte im Wesentlichen durch Vergleichsrechnung. Soweit die Abweichungen keinen Einfluss auf die Konstruktion haben, wurden sie in der geprüften Unterlage nicht korrigiert. Schreib-, Übertragungs- und unbedeutende Fehler ohne Einfluss auf die Auslegung wurden in der geprüften Unterlage nicht korrigiert.

5.4 Prüfergebnis

Vergleichsrechnungen und Plausibilitätsprüfungen der Festigkeitsnachweise haben ergeben, dass ausreichende Sicherheiten und Spannungsreserven bei den aufgebrauchten Einwirkungen vorhanden sind.

6 Bedingungen

- 6.1 Um einen ordnungsgemäßen Betrieb der Komponenten sicherzustellen, sind die Anweisungen der Komponentenhersteller hinsichtlich Montage und Instandhaltung zu beachten.
- 6.2 Für jede Art von Hebezeugen und integrierten Kränen gelten die nationalen Anforderungen der jeweiligen Maschinenrichtlinie unter Berücksichtigung der Unfallverhütungsvorschrift (DGUV).

7 Schlussfolgerungen

Die im Rahmen dieses Gutachtens geprüften Verkleidungen und Strukturen erfüllen die Anforderungen der Prüfgrundlagen in Bezug auf Tragfähigkeit und Auslegung für die zugrunde gelegten Annahmen.

Alle für die Prüfung erforderlichen Unterlagen sind vollständig, es gibt keine ausstehenden Nachweise.

Die unter Punkt 5.3 aufgeführten Hinweise und Annahmen sind zu beachten.

Unter Einhaltung der unter Punkt 6 genannten Bedingungen bestehen gegen die Auslegung und den Einsatz der Komponenten, sowie deren Verwendung in Windenergieanlagen gem. Tabelle 4.2, keine Bedenken.

Änderungen in der Konstruktion müssen von der Zertifizierungsstelle Windenergie zugelassen werden. Anderenfalls verliert diese Gutachtliche Stellungnahme ihre Gültigkeit.

Die Sachverständige:



M.Eng. C. Burges

Freigegeben:



Dr.-Ing. W. Aldenhoff

An der Prüfung beteiligte Sachverständige:

Dr.-Ing. Y. Ou

13.2 Vorprüfung nach § 34 BNatSchG - Allgemeine Angaben

1. Allgemeine Angaben

1.1. Bezeichnung des Vorhabens:
 Repowering von vier Windkraftanlagen des Typs ENERCON E-66 hin zu einer Windkraftanlage des Typs ENERCON E-138

1.2. Lage des Vorhabens?

- außerhalb von Natura 2000-Gebieten
- innerhalb eines oder mehrerer Natura 2000-Gebiete
- Rohrleitung innerhalb der Gebiete oder diese querend
- Freileitung innerhalb der Gebiete oder diese querend

1.3. Möglicherweise vom Vorhaben betroffene Natura 2000-Gebiete:

	Gebietsnummer	Gebietsname	Melddatum	Erhaltungsziele	Entfernung zum Vorhaben
1.3.1.	573	Kreuzbruch	26.10.2017	Mopsfledermaus, Biber, Fischotter, etc.	ca. 4.000 m
1.3.2.	7017	Obere Havelniederung	01.02.2013	Seeadler, Schreiadler, Wanderfalke etc.	ca. 500 m

Füllen Sie bitte für jedes Gebiet das Formular 13.3 aus.

13.5 Sonstiges

Anlagen:

- LBP_Klosterfelde_210429.pdf
- Nachweis über Ersatzzahlungen.pdf
- FFH_Kf_240306.pdf
- Klosterfelde Brutvögel 2021 neu geschwärzt.pdf
- Raumnutzung Großvögel Klosterfelde neu.pdf
- Deltabetrachtung BNatschG geschwärzt.pdf

LANDSCHAFTSPFLEGERISCHER BEGLEITPLAN

Stand: 28.04.2021

für

Rückbau von 4 WEA und Errichtung und Betrieb einer WEA im Windpark Klosterfelde (Landkreis Barnim, Gemeinde Wandlitz)

Auftraggeber:
umweltplan projekt GmbH
An der Plansche 4
16321 Bernau

Ronneburg, 28.04.2021



INHALT

Inhalt
Tabellen
Anlagen

Inhalt

1	Einleitung	3
1.1	AUSGANGSSITUATION / AUFGABENSTELLUNG	3
1.2	RECHTLICHE GRUNDLAGEN	3
1.3	BEARBEITUNGSMETHODIK, DATENGRUNDLAGEN, UNTERSUCHUNGSUMFÄNGE	5
2	Vorhabenbeschreibung.....	6
3	Bestandserfassung und -bewertung der Schutzgüter des UVPG	6
3.1	VORBEMERKUNGEN	6
4	Darstellung und Bewertung der vorhabensbedingt zu erwartenden Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft.....	7
4.1	ANGABEN ZUR KONFLIKTANALYSE	7
5	Anwendung der Eingriffsregelung nach Naturschutzrecht.....	8
5.1	GRUNDSÄTZLICHES VORGEHEN	8
5.2	MAßNAHMEN ZUR VERMEIDUNG UND MINIMIERUNG VON EINGRIFFSFOLGEN	8
5.3	GEGENÜBERSTELLUNG DER FLÄCHENINANSPRUCHNAHME/FLÄCHENRÜCKGABE	9
6	Quellen	11

Tabellen

Tabelle 1:	Übersicht der anlagebedingten Biotopinanspruchnahme im Bereich der geplanten WEA.....	8
Tabelle 2:	Gegenüberstellung Flächeninanspruchnahme und Flächenrückgabe	10

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation / Aufgabenstellung

Die **umweltplan projekt GmbH** plant den Rückbau von 4 WEA und die Errichtung einer neuen WEA im Windpark Klosterfelde. Der Windpark besteht gegenwärtig aus insgesamt 10 WEA. Zur Genehmigung dieses Vorhabens ist ein Genehmigungsverfahren nach § 19 BImSchG durchzuführen.

Die Errichtung von WEA stellt gemäß des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) grundsätzlich ein eingriffsrelevantes Vorhaben dar. Entsprechend ist es erforderlich, die für die naturschutzrechtliche Prüfung des Vorhabens notwendigen Informationen in einem den Genehmigungsunterlagen beizufügenden Landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP) zu dokumentieren. Dieser wird hiermit vorgelegt.

Gemäß § 11 UVPG (kumulierende Vorhaben) sowie Nr. 1.6.2 der Anlage 1 zum UVPG ist für WEA, die Teil einer Windfarm mit 6 bis weniger als 20 WEA sind, zu Beginn des Genehmigungsverfahrens eine allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls durchzuführen (UVP-VP). Im Rahmen dieser Vorprüfung wird durch die zuständigen Behörden, anhand der in der Anlage 3 zum UVPG aufgeführten Kriterien, überschlägig geprüft, ob das Vorhaben erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen haben kann und damit die Erforderlichkeit einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) im Genehmigungsverfahren besteht.

Die für das geplante Vorhaben bereits erarbeiteten Unterlagen zur UVP-Vorprüfung (HOHMUTH 2021) sind detailliert und umfangreich. Entsprechend besteht die Möglichkeit, dass der LBP auf den bereits vorliegenden Unterlagen aufbaut, um Doppelungen zu vermeiden. Dies erfolgt derart, dass keine wiederholende Darstellung gemeinsamer Inhalte im LBP erfolgt. So wird in den Kap. 2 (Vorhabenbeschreibung), 3 (Bestandserfassung und Bewertung der Schutzgüter des UVPG) und 4 (Darstellung und Bewertung der vorhabenbedingt zu erwartenden Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft) lediglich auf die adäquaten Kapitel der Unterlagen zur UVP-Vorprüfung verwiesen. Daran anknüpfend beinhaltet der vorliegende LBP die Darstellung der Abarbeitung der einzelnen Schritte der Eingriffsregelung, insbesondere die Planung von Maßnahmen zur Eingriffsvermeidung und -minimierung.

1.2 Rechtliche Grundlagen

Mit dem am 01.03.2010 in Kraft getretenen Gesetz zur Neuregelung des Naturschutzes und der Landschaftspflege vom 29. Juli 2009 (n.F. v. 13.05.2019) hat der Bund auf Grundlage der konkurrierenden Gesetzgebungsbefugnis nach Art. 72 Abs. 1 und 3 GG eine umfassende direkt in den Ländern geltende Regelung vorgelegt. Das Landesrecht wird im Zuge der bundesrechtlichen Neuregelung in Teilen verdrängt. Im Übrigen gelten landesrechtliche

Vorschriften dann neben oder vorrangig gegenüber Bundesrecht, wenn sie über Abweichungsgesetzgebung in Kraft gesetzt werden.

Die Art und Weise der aktuell geltenden gesetzlichen Änderungen werden in der folgenden Abhandlung dargestellt.

Die geplante Errichtung einer Windenergieanlage (WEA) ist als genehmigungspflichtiger Eingriff in Natur und Landschaft im Sinne des § 14 BNatSchG¹ zu werten.

Die Eingriffsdefinition gemäß § 14 Abs. 1 BNatSchG lautet:

„Eingriffe in Natur und Landschaft sind Veränderungen der Gestalt oder der Nutzung von Grundflächen oder Veränderungen des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegels, die die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können.“

Nach § 17 BNatSchG bedürfen Eingriffe einer Genehmigung. Ein Eingriff darf gemäß § 15 Abs. 5 BNatSchG nicht zugelassen oder durchgeführt werden, wenn

1. die Beeinträchtigungen nicht zu vermeiden oder nicht in angemessener Frist auszugleichen oder zu ersetzen sind und
2. die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege bei der Abwägung aller Anforderungen an Natur und Landschaft anderen Belangen im Range vorgehen.

Unvermeidbare Beeinträchtigungen sind nach § 15 Abs. 2 BNatSchG vorrangig auszugleichen oder in sonstiger Weise zu kompensieren:

„Der Verursacher ist verpflichtet, unvermeidbare Beeinträchtigungen durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege auszugleichen (Ausgleichsmaßnahmen) oder zu ersetzen (Ersatzmaßnahmen). Ausgeglichen ist eine Beeinträchtigung, wenn und sobald die beeinträchtigten Funktionen des Naturhaushalts in gleichartiger Weise wiederhergestellt sind und das Landschaftsbild landschaftsgerecht wiederhergestellt oder neu gestaltet ist. Ersetzt ist eine Beeinträchtigung, wenn und sobald die beeinträchtigten Funktionen des Naturhaushalts in dem betroffenen Naturraum in gleichwertiger Weise hergestellt sind und das Landschaftsbild landschaftsgerecht neu gestaltet ist. ...“

Sofern ein Ausgleich oder eine Kompensation von Beeinträchtigungen nicht oder nicht vollständig möglich ist, eröffnet § 15 Abs. 6 BNatSchG die Möglichkeit einer Ersatzzahlung (Ersatz in Geld):

¹ Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) vom 29.07.2009, in Kraft getreten am 1. März 2010.

§ 15 Abs. 6 BNatSchG: „Wird ein Eingriff nach Absatz 5 zugelassen oder durchgeführt, obwohl die Beeinträchtigungen nicht zu vermeiden oder nicht in angemessener Frist auszugleichen oder zu ersetzen sind, hat der Verursacher Ersatz in Geld zu leisten. ...“

Zu den als Grundlage für die Eingriffsgenehmigung vorzulegenden Unterlagen finden sich Regelungen in § 17 Abs. 4 BNatSchG:

Vom Verursacher eines Eingriffs sind zur Vorbereitung der Entscheidungen und Maßnahmen zur Durchführung des § 15 in einem nach Art und Umfang des Eingriffs angemessenen Umfang die für die Beurteilung des Eingriffs erforderlichen Angaben zu machen, insbesondere über

1. Ort, Art, Umfang und zeitlichen Ablauf des Eingriffs sowie
2. die vorgesehenen Maßnahmen zur Vermeidung, zum Ausgleich und zum Ersatz der Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft einschließlich Angaben zur tatsächlichen und rechtlichen Verfügbarkeit der für Ausgleich und Ersatz benötigten Flächen.

Die zuständige Behörde kann die Vorlage von Gutachten verlangen, soweit dies zur Beurteilung der Auswirkungen des Eingriffs und der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen erforderlich ist. Bei einem Eingriff, der auf Grund eines nach öffentlichem Recht vorgesehenen Fachplans vorgenommen werden soll, hat der Planungsträger die erforderlichen Angaben nach Satz 1 im Fachplan oder in einem landschaftspflegerischen Begleitplan in Text und Karte darzustellen. ...“

Der gemäß § 17 Abs. 4 BNatSchG geforderte Landschaftspflegerische Begleitplan wird hiermit vorgelegt. Seine fachlichen Inhalte werden in Kap. 1.3 erläutert.

1.3 Bearbeitungsmethodik, Datengrundlagen, Untersuchungsumfänge

Die Erstellung des LBP erfolgt in den Arbeitsschritten:

- Bestandserfassung und -bewertung der Schutzgüter,
- Konfliktanalyse,
- Planung von Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen und
- Ermittlung des Kompensationsbedarfs, Planung geeigneter Kompensationsmaßnahmen sowie Bilanzierung von Eingriff und Ausgleich.

Bestandserfassung und -bewertung der Schutzgüter / Konfliktanalyse

Eine ausführliche Darstellung der räumlichen und inhaltlichen Umfänge der Bestandsaufnahme und der Konfliktanalyse, aller genutzten Datenquellen sowie der angewandten Untersuchungs- und Bewertungsmethoden enthält das Kap. 2 bzw. die Kap. zu den einzelnen Schutzgütern in den Unterlagen zur UVP-Vorprüfung.

Planung von Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen

An die Konfliktdanalyse schließt sich eine Betrachtung von Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen an, die geeignet sind, das Ausmaß der Beeinträchtigungen der einzelnen Schutzgüter zu verringern.

Ermittlung des Kompensationsbedarfes / Planung von Kompensationsmaßnahmen / Bilanzierung von Eingriff und Ausgleich

Im Land Brandenburg sollten bei der Ermittlung des Kompensationsbedarfes und bei der Bilanzierung von Eingriff und Ausgleich grundsätzlich die Hinweise zum Vollzug der Eingriffsregelung (HVE) des MLUV (2009) berücksichtigt werden.

Die HVE beinhalten bez. der Ermittlung des flächenmäßigen Kompensationsbedarfes Anhaltswerte, die auf die vorhabensbedingte Biotopinanspruchnahme abstellen. Hierbei wird davon ausgegangen, dass bei den meisten Vorhabensarten über die Erfassung und Bewertung der in Anspruch zu nehmenden Biotoptypen neben den biotischen Schutzgütern Pflanzen und Tiere auch die abiotischen Schutzgüter Wasser, Luft, Boden sowie das Landschaftsbild hinreichend mit berücksichtigt werden.

Eine Ausnahme stellt die Bewertung von Windenergieprojekten dar. Konfliktschwerpunkte von Windenergieprojekten sind Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes sowie potenziell Beeinträchtigungen der Avifauna und der Fledermausfauna. Gleichzeitig bleibt die Biotopinanspruchnahme verhältnismäßig gering. Entsprechend ist ein ausschließlich biotoptypenbasierendes Bewertungsverfahren für die Eingriffsbewertung von Windenergieprojekten nur bedingt geeignet.

2 Vorhabenbeschreibung

Alle notwendigen lagebezogenen und technischen Angaben zum geplanten Vorhaben sind im Kap. 1 der Unterlagen zur UVP-Vorprüfung dargestellt.

3 Bestandserfassung und -bewertung der Schutzgüter des UVPG

3.1 Vorbemerkungen

Die Bestandsaufnahme und -bewertung für die im Rahmen des LBP zu betrachtenden Schutzgüter des Naturschutzrechts enthält Kap. 2 der Unterlagen zur UVP-Vorprüfung:

- Kap. 2.2.2 Schutzgut Fläche
- Kap. 2.2.3 Schutzgut Boden,
- Kap. 2.2.4 Schutzgut Wasser,
- Kap. 2.2.5 Schutzgut Klima/Luft,

- Kap. 2.2.6 Schutzgut Arten & Biotope,
- Kap. 2.2.7 Schutzgut Landschaftsbild und Erholungseignung,
- Kap. 2.3 Belastbarkeit der Schutzgüter

4 Darstellung und Bewertung der vorhabensbedingt zu erwartenden Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft

4.1 Angaben zur Konfliktanalyse

Grundsätzliches Ergebnis der im Zuge der Erarbeitung des UVP-Berichts durchgeführten Konfliktanalyse ist, dass sich mit Errichtung und Betrieb der geplanten WEA sowie dem gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA im Windpark Klosterfelde keine zusätzlichen erheblichen Beeinträchtigungen der Schutzgüter ergeben werden.

Alle Details der Auswirkungsprognose sind im Kap. 3 der Unterlagen zur UVP-Vorprüfung dargestellt.



Abbildung 1 Flächeninanspruchnahme durch Fundament (roter Punkt), Zuwegung und Kranstellfläche (rote Linien) an der geplanten WEA und Rückbauflächen (gelbe Linien).

Die Biotopinanspruchnahme zeigt die folgende Tabelle:

Tabelle 1: Übersicht der anlagebedingten Biotopinanspruchnahme im Bereich der geplanten WEA

Art der Fläche	Fläche [m ²]	betroffener Biotoptyp	Fläche [m ²]
Fundament	398	Intensiv genutzte Äcker (09130)	398
Kranstellfläche	1.280	Intensiv genutzte Äcker (09130)	1.280
Zuwegung	750	Intensiv genutzte Äcker (09130)	750
		Summe	2.428

5 Anwendung der Eingriffsregelung nach Naturschutzrecht

5.1 Grundsätzliches Vorgehen

Im Rahmen der Beurteilung der möglichen Auswirkungen wurde festgestellt, dass sich mit Errichtung und Betrieb der geplanten WEA keine erheblichen und/oder nachhaltigen Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes ergeben werden. Ausgehend von der Analyse des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes des Vorhabengebietes sowie der Darstellung der Auswirkungen werden im Folgenden trotzdem Maßnahmen zur Konfliktminimierung empfohlen (Kap. 5.2). Im Kap. 5.3 erfolgt eine Gegenüberstellung der Flächeninanspruchnahme/Flächenrückgabe des Repoweringvorhabens.

5.2 Maßnahmen zur Vermeidung und Minimierung von Eingriffsfolgen

Nach der gängigen naturschutzfachlichen Auffassung wird von Vermeidungsmaßnahmen gesprochen, wenn durch ihre Realisierung bestimmte Beeinträchtigungen der Schutzgüter unterbleiben, ohne dass das mit dem jeweiligen Vorhaben verfolgte Ziel gänzlich in Frage gestellt wird. „Beeinträchtigungen sind also vermeidbar, wenn das Vorhabensziel durch eine schonendere Vorhabensvariante oder Modifikation verwirklicht werden kann“ (KÖPPEL et al. 1998).

Die folgende Auflistung enthält die geplanten Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen (V1 bis V6):

- V1:** Zum Schutz von Fledermäusen vor einer Kollision plant der Vorhabensträger die Anwendung fledermausfreundlicher Betriebszeiten (Abschaltzeiten) zur Reduzierung des erhöhten Tötungsrisikos an der geplanten WEA nach den Parametern der TAK:
1. Pauschale Abschaltung der WEA vom 15. Juli bis 15. September,
 2. bei Windgeschwindigkeiten in Gondelhöhe < 5,0 m/s,
 3. bei einer Lufttemperatur ≥ 10 °C im Windpark und
 4. in der Zeit von 1 Stunde vor Sonnenuntergang bis 1 Stunde vor Sonnenaufgang,
 5. kein Niederschlag.

- V2:** Eine Rodung von Gehölzen darf nicht vom 1. März – 30. September (Brutzeit der Gehölzbrüter) erfolgen, sofern nicht aktuell nachgewiesen wird, dass keine Brutplätze/Lebensstätten vorhanden sind.
- V3:** Abschieben des Oberbodens im Bereich der Baufelder nicht in der Zeit vom 01.03. bis zum 31.08. Abweichend davon ist eine Baufeldberäumung auch im Zeitraum von März bis August artenschutzrechtlich unkritisch, wenn zuvor gutachterlich nachgewiesen wird, dass im Baufeld keine besetzten Nester von Bodenbrütern vorhanden sind.
- V4:** Im Rahmen einer ökologischen Baubegleitung werden alle erforderlichen naturschutzfachlichen Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit und fachgerechte Umsetzung überwacht.
- V5:** Verwendung einer Geotextil-Unterlage vor Auftrag von Schotter zur Verteilung des Bodendruckes auf nur baubedingt in Anspruch zu nehmenden Flächen (betrifft vor allem die Montageflächen neben den WEA). Nach Beendigung der Bauphase werden die Materialien (Schotter/Geotextil) vollständig entfernt.
- V6:** Regelmäßig sind Kontrollen durchzuführen, dass die eingesetzten Baumaschinen und Baufahrzeuge kein Öl oder Treibstoff verlieren. Gefahrenquellen, sind sofort zu beseitigen. Vor Ort benötigte Öle, sind entsprechend den gesetzlichen Vorgaben zu lagern und Ölbindemittel sind zur Vorsorge in ausreichender Menge bereit zu halten. Bautoiletten sind mit dichten Fäkalienbehältern auszustatten. Für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen gelten die Vorschriften der „Anlagenverordnung wassergefährdende Stoffe (VawS)

Daneben werden die folgenden allgemeinen Minimierungsmaßnahmen geplant:

- Wiederherstellung der nur temporär beanspruchten Lager- und Bauflächen nach Abschluss der Bauarbeiten,
- sachgerechter Umgang mit nicht substituierbaren boden- und wassergefährdenden Stoffen,
- wasserdurchlässige Befestigung (Schotter) der Zuwegungen und der Kranstellplätze,
- unterirdische Verlegung erforderlicher Leitungen mittels Kabelpflug,
- getrenntes Abschieben des Oberbodens von den Bauflächen und seine Wiederverwendung,
- Wiederverwendung von nutzbarem Mutterboden.

5.3 Gegenüberstellung der Flächeninanspruchnahme/Flächenrückgabe

Nachfolgend werden die Flächeninanspruchnahme sowie die Flächenrückgabe (Wiedernutzbarmachung) des Repoweringvorhabens im Windpark Klosterfelde gegenübergestellt.

Tabelle 2: Gegenüberstellung Flächeninanspruchnahme und Flächenrückgabe

Anlagebedingt betroffene Fläche	Biotoptyp (vor der Errichtung/nach dem Rückbau)	Errichtung einer WEA	Rückbau 4 WEA	Flächenbilanz
Fundamentflächen	Intensiv genutzte Äcker (09130)	398	844	-446
Kranstellflächen	Intensiv genutzte Äcker (09130)	1.280	4.936	-3.656
Zuwegungen	Intensiv genutzte Äcker (09130)	750	1.200	-450
Summe		2.428	6.980	-4.552

Der Vergleich der Flächeninanspruchnahme des Neubauvorhabens mit der Flächenrückgabe durch den geplanten Rückbau von 4 WEA zeigt, dass ca. 4.552 m² überbaute Bodenfläche renaturiert und wiedernutzbar gemacht wird. Der Eingriff des geplanten Neubauvorhabens einer WEA kann mit dem geplanten Rückbau von 4 WEA mit einer positiven Bilanz ausgeglichen werden.

Hinsichtlich der vorhabenspezifischen Beeinträchtigung des Landschaftsbildes ist mit dem geplanten WEA-Rückbau gemäß dem Kompensationserlass Windenergie (MLUL 2018) ebenfalls ein Ausgleich des damit verbundenen Eingriffes möglich. Im Detail stellt sich dieser wie folgt dar:

- Der geplanten Errichtung der WEA mit einer Gesamthöhe von 200 m steht der Rückbau von 4 WEA mit einer Gesamthöhe von je 133 m, in Summe 542 m gegenüber.
- Der geplante Rückbau von 4 WEA kann als Ausgleichsmaßnahme anerkannt werden, da für die Alt-Anlagen keine Rückbauverpflichtung besteht und für diese umfangreiche Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahmen (Anlage von insgesamt ca. 1.200 m Feldhecken) realisiert wurden.
- Die geplante WEA wird innerhalb des bestehenden Windparks so integriert, dass mit dem geplanten Rückbau von 4 WEA eine Reduzierung der Nord-Süd-Ausdehnung des Windparks um ca. 250 m erfolgt. Gleichzeitig reduziert sich dadurch die WEA-Dichte innerhalb des Windparks.
- Die Gesamthöhe der geplanten WEA von 200 m wird die bisherigen Größenverhältnisse von maximal 186 m (es verbleiben 2 WEA mit 133 m, 2 WEA mit 184 m, eine WEA mit 180 m und eine WEA mit 186 m) nur unwesentlich übersteigen.

Aufgrund der hohen Vorbelastungen durch den bestehenden Windpark Klosterfelde und des rückbaubedingten vollumfänglichen Ausgleichs der vorhabenspezifischen Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft durch die geplante WEA sind keine weiteren Kompensationsmaßnahmen erforderlich.

6 Quellen

BREUER, W. (2001): Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes – Vorschläge für Maßnahmen bei Errichtung von Windkraftanlagen, veröffentlicht in Naturschutz und Landschaftsplanung Heft 8/2001.

KÖPPEL, J. et al. (1998): Praxis der Eingriffsregelung. 1. Aufl., 397 S., Stuttgart: Ulmer.

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (MLUL 2018): Erlass des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft zur Kompensation von Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft durch Windenergieanlagen (Kompensationserlass Windenergie) vom 31.01.2018.

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG (MLUV, Hrsg., 2009): Hinweise zum Vollzug der Eingriffsregelung HVE.

Pläne



Landesumweltamt Brandenburg
Regionalabteilung Ost
Genehmigungsverfahrensstelle

Postfach 10 03 35 16 286 Schwedt/Oder

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG
Geschäftsführung
Zum Gerichtsberg 15

16359 Biesenthal

Dammweg 11
16303 Schwedt/Oder

Bearb.: Herr Kuschicke
Gesch.Z.: 0130201-ein/ro1-ku
Hausruf: (03332) 441 - 724
Fax: (03332) 441 - 777

Internet: www.brandenburg.de
dieter.kuschicke@afi-sdt.brandenburg.de

von DB Schwedt/Oder-Mitte und Bus ZOB
10 Minuten Fußweg

Schwedt/Oder, den 25.04.05

***Bußgeldverfahren nach § 62 Abs. 1 Nr. 3 Bundes-Immissionsschutzgesetz
(BImSchG) im Rahmen der Durchsetzung von Nebenbestimmungen des
Genehmigungsbescheids 20.013.02/01/0106.2 vom 07.11.01***

Anhörung vom 19.10.04

Ihr Schreiben mit Anlagen vom 27.10.04

Sehr geehrte Damen und Herren,

nach Kenntnisnahme Ihrer Einlassungen vom 27.10.04 in Verbindung mit der dazu ergänzend geführten Korrespondenz mit der fachlich zuständigen Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Barnim (UNB) ist festzustellen, dass Ihre Einlassungen im Wesentlichen von der UNB bestätigt werden und Ihnen nicht vorgeworfen werden kann, dass Sie fahrlässig oder gar vorsätzlich gegen Festlegungen in naturschutzrechtlichen Nebenbestimmungen des o. g. Genehmigungsbescheids verstoßen und sich damit Ihrer Verantwortung gegenüber der Umwelt entzogen hätten.

Gemäß Pkt. 6 Ihrer Rückäußerung vom 27.10.04 bestand zwischen Ihnen und der UNB Konsens darüber, dass zum Zeitpunkt der Anhörung Ihrerseits noch Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen im Restwert von ca. 20.000 € zu erbringen gewesen wären. Diesbezügliche Realisierungsgespräche waren bereits anhängig.

Der Anregung im Anhörungsschreiben folgend, gaben Sie unter Pkt. 7 Ihres v. g. Schreibens an, dass Sie bereits 8.947,68 € auf das im Anhörungsschreiben näher bezeichnete Konto überwiesen hätten.

Damit standen noch zu erbringende Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen im Gegenwert von ca. 11.000 € in Rede.

Die von Ihnen erwähnten bereits im Vorfeld der Anhörung geführten Abstimmungsgespräche mit der fachlich zuständigen UNB wurden von dieser nicht in Abrede gestellt. Deshalb war hier letztendlich auch nicht in Zweifel zu ziehen, dass Sie die noch offenen Maßnahmen unter naturschutzfachlicher Begleitung realisieren würden.

Da hier bislang auch keine anders lautenden Informationen der zuständigen Fachbehörde vorliegen, wird das Bußgeldverfahren unter dem Vorbehalt, dass die Zahlung der o. g. 8.947,68 € auch tatsächlich erfolgte (ein diesbezüglicher Nachweis liegt hier nicht vor), mit sofortiger Wirkung **eingestellt**.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag


Dieter Kuschicke

Nachrichtlich:

Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz
Referat 46 - Herrn Piela
Heinrich-Mann-Allee 103
14473 Potsdam

Landkreis Barnim
Umweltamt
Heegermühler Straße 75
16225 Eberswalde

Landeshauptkasse, Potsdam
Steinstrasse 104-106
14480 Potsdam

Druck am : 15.11.04

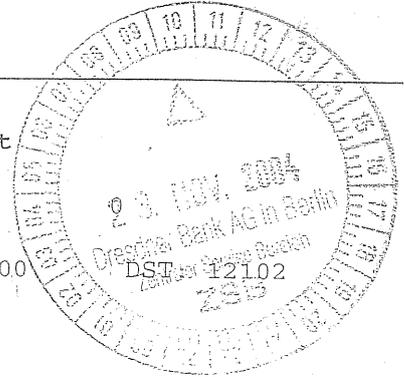
An

~~Dresdner Bank AG in Berlin~~
~~14.39~~

Telefon : 966 6641
App. : Zi.

Bearbeiter: Endle

~~14.67~~ Posteingang
~~Potsdam~~



Betr.: Ermittlung des Verwendungszwecks einer Gutschrift

Kassenzeichen : 0412032450240

Zeitbuchnr.:

Buchungsstelle: Kapitel: 90. 110 Titel: 010 01 Ukto: 00

Sehr geehrte Damen und Herren,

Der Landeshauptkasse, Potsdam

wurde am ein Betrag von **8.947,68 EUR gutgeschrieben.

Wegen fehlender bzw. nicht vollständiger Angaben kann hier der Auftraggeber nicht ermittelt werden. Der Betrag mußte daher in Verwahrung gebucht werden. Um eine ordnungsgemäße Buchung durchführen zu können, bitte ich um Ihre Mithilfe. Ich bedanke mich für Ihre Bemühungen.

Hochachtungsvoll

Im Auftrag

Absender

umweltplan projekt GmbH

Breitscheidstraße 30

16321 Bernau

Ort

Bernau

Datum:

08.12.04

Name und Anschrift des Auftraggebers lauten

umweltplan projekt GmbH, Breitscheidstr. 30, 16321 Bernau

Herr Vach

Wg. Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG

Die Zahlung in Höhe von 8947,68 EUR ist bestimmt für

Verwendungszweck 10070 - 11110

Behörde Landesumweltamt/Schwedt/O. Kassz.:

Buchungsstelle

Reg.-Nr.

Sonstiges

Bescheid-Nr. 20.013.02/01/0106.2

An

Landeshauptkasse, Potsdam
Steinstrasse 104-106
14480 Potsdam

Vorläufige Buchungsstelle:

90.110 /010 01/00

Ztbnr.: 0

ZiBNr:	1751933	Haushaltsjahr:	2004
RefZibNr:	1750559	Kasse/Zst:	1 0
UrKassZ:	0412032450240	Buchungstyp:	SSI
Buchungsstelle:	90 110 010 01 00	Buchungsmonat:	11
Satzart:	Einnahme	Dienststelle:	12102

Buchungsdaten 1

Kassenzeichen:	0412032450240	Position:	
Fällig:	01.11.2004	Buchungstag:	01.11.2004
		Einzahlungstag:	29.10.2004
Ist:	8.947,68 EUR	Abstimmkreis:	0
Zahlweg:	104 Verrechnungen		
Zahlart:	U Umbuchungen von Titeln		
VwZw:	10070-11110		

Zeile 2 - ...

Buchungsdaten 2

Rückmeldung:	Nein	In Datei:	
Gebucht von:	endler	Am:	01.11.2004 8:32
ZA gedruckt am:			
AnnahmeAO:	0412032450240	Soll:	EUR
		Ist:	8.947,68 EUR

Zahlungspartner

Bez/ZPNr/BvNr:	9999999999	VertrKz/ZP/Bv:	
Anrede:			
Name:	UMWELTPLAN PROJEKT GMBH		
Name2:			
Name3:			
Strasse:			
Land/PLZ/Ort:			
KtoNr/BLZ/Bank:	4951476400 16080000	DRESDNER BANK	
Geburtstag:			
WSchuldner:			
Abbucher:			

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG • PF 11 20 • 16311 Bernau

Landesumweltamt Brandenburg
Regionalabteilung Ost, Genehmigungsverfahrensstelle
Postfach 10 03 35, z.H. Herrn Kuschicke

16286 Schwedt/Oder

vorab als FAX an: 03332-441-777

Ihre Zeichen
Gen.-Bescheid Nr. 20.013.00/01

Unsere Zeichen
fv/261004

Datum
Bernau, 27.10.04

Windpark Klosterfelde/ Anhörung Gen.- Bescheid Nr. 20.013.00/01

Sehr geehrter Herr Kuschicke, sehr geehrte Damen und Herren

wir haben Ihr Schreiben vom 19.10.2004 zum oben genannten Vorhaben erhalten und möchten wir folgt Stellung nehmen.

1. Gemäß dem Genehmigungsbescheid etc. gehen wir davon aus, dass der Umfang der Ausgleichsmaßnahmen monetär begrenzt ist auf max. 199,5 TDM bzw. 102 T€. Das bedeutet, dass unabhängig von den bisher umgesetzten Maßnahmen, beim Erreichen des Grenzwertes von 102 T€ die Auflage(n) erfüllt sind.
2. Bisher wurden folgende Leistungen beauftragt/ erbracht (AN: Hoffnungstaler Werkstätten gGmbH, Biesenthal; Anmerkung: vgl. beiliegende Auswertung von Dipl. Ing. Neupert bezüglich der Ausschreibung; von 15 angeschriebenen Firmen haben drei Unternehmen ein Angebot abgegeben, wobei die korrigierten Gesamtsummen zwischen ca. 80.000 € und 138.000 € lagen.)
 - Baulos 1: Heckenpflanzung zwischen Stolzenhagener Landstraße und Gartenstraße: 46.007,28 € zzgl. MwSt.
 - Baulos 2: Heckenpflanzung zwischen Verbindungsstraße WKA 1 und westlich liegendem Graben: 21.683,68 € zzgl. MwSt.
 - Bedarfspositionen (Baulos 1 + Baulos 2): 10.018,19 € zzgl. MwSt.
 - Honorar Landschaftsplaner Dipl.Ing. Neupert, Grabsch Ausschreibung, Bauleitung etc.): 6.580,26 € zzgl. Mwst.)
3. Im Sinne einer möglichst umfangreichen Realisierung der verschiedenen Maßnahmen gemäß Genehmigungsbescheid wurde das preisgünstigste Angebot angenommen. Damit wurden per 01.10.2002 Heckenpflanzungen beauftragt in Höhe von 75.583,19 € zzgl. MwSt.
4. Mit (in Kopie beiliegendem) Schreiben vom 24.09.2002 wurde Herr Ziegner (UNB LK Bar) der entsprechende Sachstand mitgeteilt. Es ergaben sich zu diesem Zeitpunkt beauftragte Leistungen im Wert von ca. 82 T€ (75,5+6,5). Dieses wiederum entspricht ca. 80% des zu leistenden monetären Volumens des betreffenden Bescheids. (Hinweis: Bei Beauftragung eines anderen Bieters hätte auf Grund der Überschreitung des Grenzwertes von 102 T€ die mittlerweile vorhandene Heckenpflanzung nur in eingeschränkter Form realisiert werden können.)

Windpark
Klosterfelde
GmbH & Co. KG

Sitz:
Zum Gerichtsberg
15
16359 Biesenthal

E-mail
WPBarnim@
umweltplan.com

Amtsgericht
Frankfurt/ Oder
HRA 1644 FF

persönlich
haftende
Komplementärin

umweltplan
projekt GmbH
16321 Bernau
Breitscheidstraße
30

Telefon
03338-7033-0

FAX
03338-7033-29

E-mail
office@
umweltplan.com

Amtsgericht
Frankfurt (Oder)
HRB 8832 FF

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. (FH)
Frank Vach

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG

5. Bedingt durch ungünstige Witterungseinflüsse (kalter Winter 02/03 mit folgender extremer Trockenheit im Sommer 03) sowie durch stellenweise deutliche qualitative Mängel bereits in der Ausführung der Pflanzung war für uns bis zum Frühjahr 2004 nicht absehbar, ob bzw. in welcher Höhe weitere Kosten zu diesem Projekt entstehen können. Diese Problematik steht sicher im Zusammenhang mit unserer Wahl des preisgünstigsten Anbieters, um letztendlich eine möglichst umfangreiche Heckenpflanzung realisieren zu können. Den damit verbundenen deutlich erhöhten zeitlichen Aufwand zu Lasten unseres Unternehmens, haben wir akzeptiert, da dieses Projekt sowohl in Gemeinde Wandlitz als auch bei der Jagdgenossenschaft Klosterfelde einen hohen Stellenwert besitzt. Eine wichtige Motivation für uns zur Umsetzung eines solchen Vorhabens war und ist die damit verbundene breite Akzeptanz vor Ort. Umso mehr sind wir nun überrascht, dass uns mit Ihrem Schreiben die lange Realisierungsdauer angelastet wird, verbunden mit der Androhung einer Bestrafung. Für einen Windkraftanlagenbetreiber bzw. -planer ist es grundsätzlich immer einfacher, die Ausgleichsmaßnahmen mit einer einmaligen Zahlung z.B. an den Naturschutzfonds zu erledigen. Unser Anspruch war jedoch bisher, möglichst im unmittelbaren Standortbereich Maßnahmen (mit ortsnahen Firmen, Bürgern, Vereinen etc.) zu realisieren, obwohl diese regelmäßig für uns einen deutlichen höheren personellen Aufwand sowie weitere unternehmerische Risiken (Gewährleistung, Haftung) im Vergleich zu einer einmaligen Überweisung bedingen. Wir bitten Sie bei Ihrer abschließenden Entscheidung auch um Berücksichtigung dieses Sachverhaltes.
6. In Vorbereitung der Renaturierung der temporären Kleingewässer (Schlammentnahme etc.) haben wir frühzeitig die UWEG mbH, Eberswalde beauftragt, entsprechend den Auflagen der Baugenehmigung ein Gutachten incl. Bodenproben zu erstellen. Da im Ergebnis dessen nicht ausgeschlossen werden konnte, dass z.B. überwachungspflichtige Kontaminationen des Bodenaushubs vorhanden sind, ist diese Leistung für uns bzw. für ausführende Firmen nur mit großen Risiken kalkulierbar. Unter der Berücksichtigung, dass der von uns noch zu leistende Restbetrag in Höhe von 20 T€ (102 T€ - 82 T€) abzüglich der aktuellen Ausgleichszahlung von 8,9 T€, also derzeit in Höhe von ca. 11 T€ für die Entschlammungsmaßnahmen zu klein sein wird, ergeben sich folgende Alternativen:
 - a) Im Herbst 2003 sind in der Nachbargemarkung Stolzenhagen zwei weitere Windenergieanlagen in Betrieb gegangen. Unsere Restsumme könnte in die damit verbundenen Ausgleichsmaßnahmen investiert werden. Hierzu gab es in 2004 bereits Vorschläge der UNB LK Barnim (Sanierung einer Fischtreppe/ Damm).
 - b) Das Projekt „Wiederherstellung temporärer Kleingewässer Pappel Loch“ ist durch uns landschaftsplanerisch für eine Ausschreibung vorbereitet. Jedoch muss hier noch eine Regelung gefunden werden, für den Fall, dass die noch vorhandenen finanziellen Mittel nicht ausreichen (z.B. ggf. Weiterführung des Projektes durch den Betreiber der Stolzenhagener WEA).
 - c) Zahlung des Restbetrages z.B. auf ein Konto des Naturschutzfonds (diese Variante sollte nach unserer Meinung zweitrangig bleiben, da hierdurch keine Leistungen vor Ort erbracht würden (siehe auch 5.)
7. Wir nehmen den Vorschlag unter Pkt. 1 Ihres Schreibens an, und überweisen auf das angegebene Konto einen Betrag in Höhe von 8.947,68 €. Diese Zahlung erfolgt unsererseits jedoch unter dem Vorbehalt einer eventuellen Rückforderung für den Fall, dass die Summe der erbrachten Ausgleichsmaßnahmen zuzüglich der Zahlung(en) an den Naturschutzfonds den Grenzwert von 102 T€ überschreiten sollte.

Wir hoffen, verständlich dargelegt zu haben, dass die Erfüllung unserer Aufgaben für den Bereich der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen unter Berücksichtigung des finanziellen Volumens größtenteils erfolgt ist. Für eventuelle Fragen oder Hinweise stehen wir gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Frank Vach

Anlagen
wie angegeben



Landesumweltamt Brandenburg
Regionalabteilung Ost
Genehmigungsverfahrensstelle

Postfach 10 03 35 16286 Schwedt/Oder

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG
Geschäftsführung
Zum Gerichtsberg

16359 Biesenthal

Dammweg 11
16303 Schwedt/Oder

Bearb.: Herr Kuschicke
Gesch.Z.: 0130201-an/ro1-ku
Hausruf: (03332) 441 - 724
Fax: (03332) 441 - 777

Internet: www.brandenburg.de
dieter.kuschicke@afi-sdt.brandenburg.de

von DB Schwedt/Oder-Mitte und Bus ZOB
10 Minuten Fußweg

Schwedt/Oder, den 19.10.04

Anhörung gemäß § 55 Ordnungswidrigkeitengesetz (OWiG) zur Einleitung eines Bußgeldverfahrens nach § 62 Abs. 1 Nr. 3 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)

Schreiben des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung (MLUR) vom 06.10.04 (PE hier am 18.10.04)

Sehr geehrte Damen und Herren,

Sie betreiben in 16348 Klosterfelde, Landkreis Barnim (LK BAR) auf dem Grundstück Gemarkung Klosterfelde, Flur 8, Flurstück 4 eine Windfarm, die nach §§ 8 und 6 BImSchG i. V. m. Nr. 1.6 Spalte 2 des Anhangs zur 4. Bundes-Immissionsschutzverordnung (4. BImSchV) mit Bescheid 20.013.02/01/0106.2 vom 07.11.01 des Amtes für Immissionsschutz Schwedt (Afi Schwedt) während der Errichtungsphase geändert wurde.

Die Inbetriebnahme der geänderten Windfarm wurde zum 27.08.02 beim Afi Schwedt angezeigt.

Dem Schreiben des MLUR vom 06.10.04 ist zu entnehmen, dass eine diesbezügliche Überprüfung ergab, dass nachfolgende naturschutzrechtliche Nebenbestimmungen (NB) des o. g. Bescheids bislang nicht bzw. nicht vollständig umgesetzt wurden:

1. Gemäß NB III./6.2 waren u. a. innerhalb eines Jahres nach Baubeginn 70 Obstgehölze unter den dort näher bezeichneten Randbedingungen zu pflanzen. Andernfalls hätten je Obstbaum 250 DM (127,82 €), was einer Gesamtsumme von 17.500 DM (8.947,68 €) entspricht, als Ausgleichsabgabe an den Naturschutzfonds Brandenburg überwiesen werden müssen. Es wurde fest gestellt, dass bislang keine der beiden Alternativen realisiert wurde.

2. Des Weiteren wurde in der NB III./6.2 die Pflanzung einer 500 m langen Feldhecke innerhalb von 2 Jahren nach Baubeginn fest geschrieben. Obwohl diese Frist bereits seit mehreren Monaten verstrichen ist, wurden bislang lediglich 250 m gepflanzt.
3. Gemäß NB III./6.3 waren u. a. dort näher bezeichnete Schlammmentnahmemaßnahmen in Absprache mit der Unteren Naturschutzbehörde und der Unteren Bodenschutzbehörde des LK BAR (UNB und UBB) zu realisieren.
4. Gemäß NB III./6.4 waren u. a. eine dort näher bezeichnete Schlammmentnahmemaßnahme und eine Flachabschiebung mit 3reihiger Bepflanzung in Absprache mit der UNB und UBB zu realisieren.

Obwohl mit der Formulierung der NB III./6.3 und 6.4 durch die UNB keine abschließenden Realisierungstermine fest gelegt wurden, wird der Zeitraum von mehr als 2 Jahren, der seit dem vollzogenen Eingriff in Natur und Landschaft vergangen ist, hier als überaus angemessene Realisierungsfrist eingeschätzt.

Ungeachtet dessen sind zumindest die unter 1. und 2. aufgeführten Tatbestände als Ordnungswidrigkeit i. S. d. § 62 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG zu qualifizieren.

Danach wird ordnungswidrig gehandelt, wenn eine vollziehbare Auflage nach § 12 Abs. 1 BImSchG nicht, nicht richtig, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig erfüllt wird. Eine solche Ordnungswidrigkeit kann nach § 62 Abs. 3 BImSchG mit einer Geldbuße bis zu 50.000 € geahndet werden.

Im hier vorliegenden Fall werden gleich mehrere vollziehbare Auflagen tangiert, so dass lediglich eine Verwarnung i. S. d. § 56 OWiG nicht in Betracht kommen konnte.

Bevor über die Festsetzung eines angemessenen Bußgelds abschließend wird, wird Ihnen gemäß § 55 Abs. 1 OWiG hiermit Gelegenheit gegeben, sich zu den für die Entscheidung erheblichen Tatsachen im Rahmen dieser

Anhörung

zu äußern, wofür Ihnen eine Frist von **14 Tagen** ab Bekanntgabe dieses Schreibens zur Verfügung steht.

Sie können sich schriftlich beim:

Landesumweltamt Brandenburg
Regionalabteilung Ost
Genehmigungsverfahrensstelle
Postfach 10 03 35
16286 Schwedt/Oder

oder mündlich zur Niederschrift in den hiesigen Geschäftsräumen äußern.

Im Übrigen sind Sie nicht verpflichtet, sich zu äußern. Vorsorglich werden Sie aber darauf hingewiesen, dass auch, wenn Sie sich nicht äußern, nach Ablauf der gesetzten Frist eine Entscheidung getroffen werden wird, durch die der Ihnen zur Last gelegte Vorstoß in angemessener Weise geahndet werden soll.

Damit auch Ihre Gesichtspunkte bei der Entscheidungsfindung gebührend berücksichtigt werden können, wird empfohlen, die Möglichkeit, sich zur Sache zu äußern, nicht ungenutzt verstreichen zu lassen.

Abschließend wird ebenfalls vorsorglich darauf hingewiesen, dass die zuständige Behörde, unabhängig vom Bußgeldverfahren, gehalten ist, die Erfüllung der NB ggf. mit der Festsetzung von Zwangsgeld durchzusetzen.

Hinweise:

Bezüglich der gemäß NB III/6.2 bisher nicht erbrachten Pflanzung von 70 Obstbäumen haben Sie die Möglichkeit, entlastende Gesichtspunkte in das Bußgeldverfahren einzubringen, indem Sie **unverzüglich**, jedoch spätestens bis zum **29.10.04**, die o. g. adäquate Ausgleichszahlung in Höhe von **8.947,68 €** (In Worten: Achttausendneunhundertsiebenundvierzig Euro) auf folgendes Konto überweisen:

Kreditinstitut:	Deutsche Bundesbank, Filiale Potsdam
Konto-Nr.:	160 015 00
Bankleitzahl:	160 000 00
Verwendungszweck:	10070-11110.

Bezüglich der anderen ausstehenden Maßnahmen wird Ihnen, unabhängig von der Möglichkeit, sich im Rahmen der Anhörung zu äußern, aufgegeben, sich ebenfalls **unverzüglich**, jedoch spätestens bis zum **29.10.04**, dahin gehend zu positionieren, wann die ausstehenden Maßnahmen realisiert sein werden. Diesbezügliche Termine, die nach dem **31.12.04** angesiedelt sind, können nur aus objektiv entgegenstehenden naturschutz- und/oder bodenschutzfachlichen Gründen, die von der UNB und/oder UBB zu bestätigen sind, akzeptiert werden.

Sollten Sie diese Termine ungenutzt verstreichen lassen, sind durch die UNB abschließend festzusetzende adäquate Ersatzzahlungen zu entrichten.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag



Dieter Kuschicke

Nachrichtlich:

Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz
Referat 83 - Herrn Piela
Heinrich-Mann-Allee 103
14473 Potsdam

Landkreis Barnim
Umweltamt
Heegermühler Straße 75
16225 Eberswalde



Hausanschrift: Heagemühler Straße 75, 16225 Eberswalde

Dienstgebäude: Haus I, Zimmer 513
 Bearbeiter: Herr Ziegeler
 Telefon: 0 33 34/2 14 5 34
 Telefax: 0 33 34/21 4 550
 e-mail:

Umweltplan Projekt GmbH
 PF 11 20

Aktenzeichen: **282.003.797**
 eingegangen: 04.12.2000
 Datum: 28.03.2003

16311 Bernau

Betr.: Errichtung und Betrieb von 4 Windenergieanlagen ENERCON E-66/18.70
 Hier: Überprüfung der Ausgleichsmaßnahmen
 WEA1, WEA2, WEA3: Genehmigung 20.013.03/01/0106.2 (Amt für Immissionsschutz)
 WEA4: Genehmigung 04557-00-40 (Untere Bauaufsichtsbehörde)

Sehr geehrte Damen und Herren,

nach Überprüfung der Ausgleichsmaßnahmen am 26.03.2003 kann folgender Stand als erreicht angesehen werden:

Anlage	Maßnahme	Stand der Erledigung	Rest
WEA1	500 Meter Grabenbepflanzung	250 Meter	250 Meter
	Obstbaumpflanzung 70 Stck	offen	Obstbaumpflanzung 70 Stck
WEA2	<i>300 Meter Hecke</i>	<i>300 Meter</i>	<i>Pflanzung abgeschlossen</i>
	Renaturierung Zeisigwinkel	offen	Renaturierung Zeisigwinkel
	Renaturierung Schafschwämme	offen	Renaturierung Schafschwämme
WEA3	Renaturierung Pappel Loch	offen	Renaturierung Pappel Loch
	Renaturierung Steche Luch	offen	Renaturierung Steche Luch
WEA4	<i>700 Meter Hecke anlegen</i>	<i>700 Meter</i>	<i>Pflanzung abgeschlossen</i>

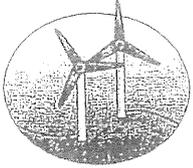
Mit freundlichem Gruß
 Im Auftrag


 Ziegeler

K0000001.DOC

Briefanschrift: Postfach 10 04 46, 16204 Eberswalde
 Bankverbindung: Sparkasse Barnim
 Konto-Nr. 2310 000 003
 BLZ 170 520 00

Sprechzeiten:
 Di 09.00-12.00 Uhr und 13.00-18.00 Uhr
 Do 09.00-12.00 Uhr und 13.00-15.30 Uhr



umweltplan projekt

umweltplan projekt GmbH • PF 11 20 • 16311 Bernau

KOPIE

Landkreis Barnim
Untere Naturschutzbehörde
z.H. Herrn Ziegener
PF 10 04 46

16225 Eberswalde

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen
Fg/ 240902

Bernau, 24.09.2002

Sehr geehrte Damen und Herren,

bezugnehmend auf unser Projekt „Windkraftanlagen Klosterfelde“ senden wir Ihnen als Anlage zu diesem Schreiben zur Kenntnisnahme das Ausschreibungsangebot der Hoffnungstaler Werkstätten gGmbH bezüglich des ersten Teils der geplanten A-E-Massnahmen (Heckenpflanzung in Klosterfelde). Die Ausschreibung ist beendet und wir beabsichtigen am 30.09.2002 den Auftrag zu vergeben. Unsere Auswertung mit Hinweisen erhalten Sie ebenfalls zur Kenntnisnahme. Wir bitten Sie hiermit in ihrer Funktion als Fachbehörde sofern erforderlich, ergänzend Stellung zu nehmen bzw. Hinweise anzumerken.

Zum aktuellen Stand der Investitionskosten der A-E-Massnahmen ergibt sich somit voraussichtlich ein Stand von: 81.824,81 €. Der Restbetrag (gemäß Baugenehmigung) von 102.000 € - 81.825 € = 20.175 € wird nach Abschluss dieser Massnahme ausgeschrieben und vergeben.

Für eventuelle Fragen oder Hinweise stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Frank Geyer

24.9.2002

Ursula Geyer

NATURA 2000 VERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG

für

Rückbau von 4 WEA und Errichtung und Betrieb einer WEA im Windpark Klosterfelde (Landkreis Barnim, Gemeinde Wandlitz)

Auftraggeber:
umweltplan projekt GmbH
An der Plansche 4
16321 Bernau

Ronneburg, 06.03.2024 

INHALT

Inhalt
Tabellen
Abbildungen
Pläne

Inhalt

1	Einleitung	5
1.1	AUSGANGSSITUATION / AUFGABENSTELLUNG	5
1.2	RECHTLICHE GRUNDLAGEN	5
2	Begründung des Vorhabens.....	11
3	Bearbeitungsmethodik, Datengrundlagen, Untersuchungsumfänge.....	11
4	Beschreibung der FFH/SPA-Gebiete und ihrer Erhaltungsziele	12
4.1	BESCHREIBUNG DES FFH-GEBIETES „KREUZBRUCH“ UND SEINER ERHALTUNGSZIELE	12
4.1.1	KURZBESCHREIBUNG	12
4.1.2	LEBENSRAUMTYPEN UND ARTEN DES FFH-GEBIETES	13
4.1.2.1	Lebensraumtypen gemäß Anhang I der FFH-Richtlinie	13
4.1.2.2	Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie	13
4.1.2.3	Arten nach Anhang IV der FFH-Richtlinie	13
4.1.2.4	Erhaltungsziele und Managementplanung.....	14
4.1.2.5	Funktionale Beziehungen des Schutzgebietes zu anderen Natura 2000-Gebieten.....	15
4.2	BESCHREIBUNG DES SPA-GEBIETES „OBERE HAVELNIEDERUNG“ UND SEINER ERHALTUNGSZIELE	15
4.2.1	KURZBESCHREIBUNG	15
4.2.2	ARTEN DES SPA-GEBIETES	15
4.2.2.1	Arten nach Anhang I der Vogelschutzrichtlinie	15
4.2.2.2	Erhaltungsziele und Managementplanung.....	18
4.2.2.3	Funktionale Beziehungen des Schutzgebietes zu anderen Natura 2000-Gebieten.....	39
5	Beschreibung des Vorhabens und Ermittlung der relevanten Wirkfaktoren .	40
5.1	ANGABEN ZUM GEPLANTEN VORHABEN.....	40
5.2	RELEVANTE WIRKFAKTOREN.....	40
5.2.1	VORBEMERKUNGEN.....	40

5.2.2	FLÄCHENBEANSPRUCHUNG, FLÄCHENUMWANDLUNG, NUTZUNGS- UND BESTANDSÄNDERUNGEN	41
5.2.3	ZERSCHNEIDUNG, BARRIEREWIRKUNG, KOLLISION, AREAL- UND HABITATVERKLEINERUNG	41
5.2.4	STOFFLICHE EMISSIONEN (OHNE ENERGETISCHE EMISSIONEN UND EINLEITUNGEN)	41
5.2.5	EINLEITUNGEN (EINSCHL. ENERGETISCHER EINLEITUNGEN) / ENTNAHMEN	41
5.2.6	AKUSTISCHE WIRKUNGEN	41
5.2.7	OPTISCHE WIRKUNGEN	42
5.2.8	VERÄNDERUNGEN DES MESO- UND MIKROKLIMAS	42
5.2.9	KUMULATIVE EFFEKTE	42
5.3	VORBELASTUNGEN DER FFH-/SPA-GEBIETE.....	43
6	Prognose und Bewertung der zu erwartenden Auswirkungen	43
6.1	LEBENSRAUMTYPEN	43
6.2	ARTEN	43
6.2.1	ABSCHICHTUNG VON ARTEN DES FFH-GEBIETES „KREUZBRUCH“	43
6.2.2	VERBLEIBENDE PLANUNGSRELEVANTE ARTEN FÜR DAS FFH-GEBIET „KREUZBRUCH“	44
6.2.3	ABSCHICHTUNG VON ARTEN DES SPA-GEBIETES „OBERE HAVELNIEDERUNG“	44
6.2.4	VERBLEIBENDE PLANUNGSRELEVANTE ARTEN.....	46
6.3	FAZIT	54
6.4	VERÄNDERUNGEN DER FUNKTIONALEN UND RÄUMLICHEN KOHÄRENZ	55
6.5	KUMULATIVE WIRKUNGEN MIT ANDEREN PLÄNEN UND PROJEKTEN	55
7	Quellen	55

Tabellen

Tabelle 1:	Lebensraumtypen gemäß Anhang I der FFH-Richtlinie des FFH-Gebietes „Kreuzbruch“ (DE 3146-303) (Quelle: Haack et al. 2008)	13
Tabelle 2:	Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie des FFH-Gebietes „Kreuzbruch“ (DE 3146-303) (Quelle: Haack et al. 2008).....	13
Tabelle 3:	Brutvogelarten nach Anhang I bzw. Art. 4 Abs. 2 der Vogelschutzrichtlinie des SPA-Gebietes „Obere Havelniederung“ (DE 3145-421) (Quelle: SDB)	15
Tabelle 4:	Zug-und Rastvogelarten nach Anhang I und Art. 4 Abs. 2 der Vogelschutzrichtlinie des SPA-Gebietes „Obere Havelniederung“ (DE3145-421) (Quelle: SDB).....	17

Tabelle 5:	Allgemeine Behandlungsgrundsätze für die wertgebenden Zug- und Rastvogelarten im EU SPA „Obere Havelniederung“ (Teilbereich NP Stechlin-Ruppiner Land)	38
Tabelle 6:	Bereiche zur Prüfung bei kollisionsgefährdeten Brutvogelarten (Anlage 1, Abschnitt 1 zu § 45b BNatSchG).....	45
Tabelle 7:	Vogelartengruppen mit unterschiedlicher Empfindlichkeit gegenüber dem Betrieb von WEA	53

Abbildungen

Abbildung 1	Absta Bewertung der Rotorgefährdungsfläche für den Rotmilan (<i>Milvus milvus</i>) im Repowering Klosterfelde ndsempfehlungen für WEA zu bedeutenden Vogellebensräumen (LAG VSW 2015)	44
--------------------	---	----

Pläne

Plan 1	Lageplan des Vorhabensgebietes und der umliegenden FFH-/SPA-Gebiete	M 1 : 50 000
---------------	---	--------------

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation / Aufgabenstellung

Die **Windkraft Klosterfelde GmbH & Co. KG** plant den Rückbau von 4 WEA und die Errichtung einer neuen WEA im Windpark Klosterfelde. Der Windpark besteht gegenwärtig aus insgesamt 10 WEA.

Östlich bis nördlich des Vorhabensgebietes liegt das SPA-Gebiet „Obere Havelniederung“ (DE 3145-421) mit einem Mindestabstand von ca. 470 m zur geplanten WEA. Nordwestlich des Vorhabensgebietes liegt das FFH-Gebiet „Kreuzbruch“ (DE 3146-303). Die Mindestentfernung zur geplanten WEA beträgt ca. 4.080 m.

Als Entscheidungsgrundlage wurde bereits im September 2022 eine FFH-Verträglichkeitsvorprüfung erstellt. Diese wurde dem LfU am 04.03.2023 zur Stellungnahme vorgelegt. Als Ergebnis verwies die Behörde auf die Erforderlichkeit einer „vollumfänglichen“ FFH-Verträglichkeitsprüfung, da aufgrund eines im Juli 2022 an einer WEA verunglückten Schreiadlers (Totfund) nicht ausgeschlossen werden kann, dass es zu erheblichen Beeinträchtigungen des SPA-Gebietes „Obere Havelniederung“ (DE 3145-421) kommen kann.

Durch den Vorhabensträger wird auf Grundlage der vorliegenden FFH-Verträglichkeitsprüfung eine Prüfung des Vorhabens auf Verträglichkeit mit den Erhaltungszielen der o.g. Schutzgebiete angestrebt.

Zentraler Inhalt der FFH-Verträglichkeitsprüfung ist nochmals die Prüfung, ob und unter welchen Voraussetzungen das Repoweringvorhaben im Windpark Klosterfelde so gestaltet werden können, dass erhebliche Beeinträchtigungen des Vogelschutzgebietes und der FFH-Gebiete in ihren für die Erhaltungsziele maßgeblichen Bestandteilen sicher ausgeschlossen werden können.

1.2 Rechtliche Grundlagen

Ausweisung von FFH-Gebieten:

Die Richtlinie 92/43/EWG vom 02. Mai 1992, kurz FFH-Richtlinie genannt, zuletzt geändert durch die Richtlinie 97/62/EG vom 27. Oktober 1997, hat zum Ziel, zur Sicherung der Artenvielfalt durch die Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen im europäischen Gebiet der Mitgliedstaaten beizutragen. Die aufgrund der Richtlinie getroffenen Maßnahmen zielen darauf ab, einen günstigen Erhaltungszustand der natürlichen Lebensräume und der wildlebenden Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse zu bewahren oder wiederherzustellen. Die aufgrund dieser Richtlinie getroffenen Maßnahmen tragen den Anforderungen von Wirtschaft, Gesellschaft und Kultur sowie den regionalen und örtlichen Besonderheiten Rechnung (Art. 2 FFH-Richtlinie).

Zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume und der Habitate der Arten soll aufgrund der Richtlinie ein europäisches ökologisches Netz besonderer Schutzgebiete mit der Bezeichnung „Natura 2000“ errichtet werden. Dieses Netz besteht aus Gebieten, welche die natürlichen Lebensraumtypen des Anhanges I sowie die Habitate der Arten des Anhanges II der FFH-Richtlinie umfassen. Das Netz umfasst auch die von den Mitgliedsstaaten aufgrund der Vogelschutz-Richtlinie (79/409/EWG) ausgewiesenen besonderen Schutzgebiete (Art. 3 FFH-Richtlinie).

Anhand den in Anhang III der FFH-Richtlinie festgelegten Kriterien und einschlägiger wissenschaftlicher Informationen legt jeder Mitgliedstaat eine Liste von Gebieten vor, in der die in diesen Gebieten vorkommenden natürlichen Lebensraumtypen des Anhangs I und einheimischen Arten des Anhangs II aufgeführt sind.

Darauf aufbauend und gleichfalls auf Grundlage der im Anhang III der FFH-Richtlinie festgelegten Kriterien erstellt die Kommission jeweils im Einvernehmen mit den Mitgliedsstaaten den Entwurf einer Liste der Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung (Sites of Community Interest – SCI). Die endgültige Liste der Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung wird von der Kommission sodann nach einem bestimmten Verfahren festgelegt (Art. 4 Abs. 2 3. Unterabsatz FFH-Richtlinie).

Wird ein Gebiet aufgrund dieses Verfahrens als Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung bestätigt, so weist der betreffende Mitgliedstaat dieses Gebiet als besonderes Schutzgebiet aus und legt dabei die Prioritäten nach Maßgabe der Wichtigkeit sowie danach fest, inwieweit diese Gebiete von Schädigung oder Zerstörung bedroht sind (Art 4 Abs. 4 FFH-Richtlinie). Sobald ein Gebiet in die Liste gemeinschaftlicher Bedeutung der Kommission aufgenommen ist, unterliegt das Gebiet den besonderen Schutzbestimmungen des Art. 6 Abs. 2, 3 und 4 FFH-Richtlinie (Art. 4 Abs. 5 FFH-Richtlinie).

Für die besonderen Schutzgebiete legen die Mitgliedstaaten die nötigen Erhaltungsmaßnahmen fest (Art. 6 Abs. 1 FFH-Richtlinie). Die Mitgliedstaaten treffen die geeigneten Maßnahmen, um in den besonderen Schutzgebieten die Verschlechterung der natürlichen Lebensräume und der Habitate der Arten sowie Störungen von Arten, für welche die Gebiete ausgewiesen worden sind, zu vermeiden, insofern solche Störungen sich im Hinblick auf die Ziele dieser Richtlinie erheblich auswirken könnten (Art. 6 Abs. 2 FFH-Richtlinie).

Ausweisung von Vogelschutz-Gebieten:

Die Richtlinie 79/409/EWG vom 2. April 1979, kurz Vogelschutz-Richtlinie genannt, zuletzt geändert durch die Richtlinie 97/49/EG vom 29.7.1997, beinhaltet Regelungen, die zur Erhaltung sämtlicher wildlebender Vogelarten, die im europäischen Gebiet der Mitgliedsstaaten heimisch sind, als notwendig erachtet werden. Sie hat den Schutz, die Bewirtschaftung und die Regulierung dieser Arten zum Ziel und regelt die Nutzung dieser Arten. Sie gilt für Vögel, ihre Eier, Nester und Lebensräume (Art. 1 Vogelschutz-Richtlinie).

Die Mitgliedstaaten haben nach der Richtlinie die erforderlichen Maßnahmen zu treffen, um die Bestände der in Europa heimischen wildlebenden Vogelarten auf einem Stand zu halten oder auf einen Stand zu bringen, der den ökologischen, wissenschaftlichen und kulturellen Erfordernissen entspricht, wobei den wirtschaftlichen und freizeitbedingten Erfordernissen Rechnung getragen wird (Art. 2 Vogelschutz-Richtlinie).

Zur Erhaltung und Wiederherstellung der Lebensstätten und Lebensräume gehören insbesondere die Errichtung von Schutzgebieten, die Pflege und ökologisch richtige Gestaltung der Lebensräume innerhalb und außerhalb von Schutzgebieten, die Wiederherstellung zerstörter Lebensstätten und die Neuschaffung von Lebensstätten (Art. 3 Vogelschutz-Richtlinie). In den Anhängen zur Richtlinie sind verschiedene geschützte Vogelarten genannt.

Für die im Anhang I der Richtlinie aufgeführten Arten sind besondere Schutzmaßnahmen hinsichtlich ihrer Lebensräume anzuwenden, um ihr Überleben und ihre Vermehrung in ihrem Verbreitungsgebiet sicherzustellen. Die Mitgliedstaaten erklären insbesondere die für die Erhaltung dieser Arten zahlen- und flächenmäßig geeignetsten Gebiete zu Schutzgebieten, wobei die Erfordernisse des Schutzes dieser Arten zu berücksichtigen sind. Auch für die nicht im Anhang I aufgeführten, regelmäßig auftretenden Zugvogelarten sind hinsichtlich ihrer Vermehrungs-, Mauser- und Überwinterungsgebiete sowie ihrer Rastplätze in ihren Wanderungsgebieten entsprechende Maßnahmen zu treffen (Art. 4 Abs. 1 und Abs. 2 Vogelschutz-Richtlinie).

Mit Inkrafttreten der FFH-Richtlinie gelten gemäß Art. 7 auch für bereits ausgewiesene Vogelschutzgebiete als Bestandteil des Schutzgebietsnetzes „Natura 2000“ einheitlich die Schutzbestimmungen der FFH-RL, insbesondere das Verschlechterungsverbot sowie die Durchführung von Verträglichkeitsprüfungen gemäß Art. 6 FFH-Richtlinie.

FFH-Verträglichkeitsprüfung:

Pläne oder Projekte, die nicht unmittelbar mit der Verwaltung des Gebietes in Verbindung stehen oder hierfür nicht notwendig sind, die ein solches Gebiet jedoch einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Plänen und Projekten erheblich beeinträchtigen könnten, erfordern eine Prüfung auf Verträglichkeit mit den für dieses Gebiet festgelegten Erhaltungszielen. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Verträglichkeitsprüfung stimmen die zuständigen einzelstaatlichen Behörden dem Plan oder Projekt nur zu, wenn sie festgestellt haben, dass das Gebiet als solches nicht beeinträchtigt wird, und nachdem sie gegebenenfalls die Öffentlichkeit angehört haben (Art. 6 Abs. 3 FFH-Richtlinie).

Ist trotz negativer Ergebnisse der Verträglichkeitsprüfung aus zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses einschließlich solcher sozialer oder wirtschaftlicher Art ein Plan oder ein Projekt durchzuführen und ist eine Alternativlösung nicht vorhanden, so ergreift der Mitgliedstaat alle notwendigen Ausgleichsmaßnahmen, um sicherzustellen, dass die globale Kohärenz von „Natura 2000“ geschützt ist. Der Mitgliedstaat unterrichtet die Kommission über die von ihm ergriffenen Ausgleichsmaßnahmen (Art. 6 Abs. 4 FFH-Richtlinie).

Ist das betreffende Gebiet ein Gebiet, das einen prioritären natürlichen Lebensraumtyp und/oder eine prioritäre Art einschließt, so können nur Erwägungen im Zusammenhang mit der Gesundheit des Menschen oder der öffentlichen Sicherheit oder im Zusammenhang mit maßgeblichen günstigen Auswirkungen auf die Umwelt oder, nach Stellungnahme der Kommission, andere zwingende Gründe des überwiegenden öffentlichen Interesses geltend gemacht werden (Art. 6 Abs. 4 FFH-Richtlinie).

Für die aufgrund der Vogelschutz-Richtlinie zu besonderen Schutzgebieten erklärten oder anerkannten Gebiete treten die Verpflichtungen nach Art. 6 Abs. 2, 3 und 4 FFH-Richtlinie ab dem Datum, zu dem das betreffende Gebiet zu einem besonderen Schutzgebiet aufgrund der Vogelschutz-Richtlinie erklärt wird oder anerkannt wird, an die Stelle der Pflichten, die sich aus der Vogelschutz-Richtlinie selbst (Art. 4 Abs. 4 S. 1) ergeben (Art. 7 FFH-Richtlinie). Da Pläne bzw. Projekte nach Art. 6 Abs. 4 der FFH-Richtlinie bei festgestellter Unverträglichkeit unter Geltendmachung besonderer Gründe dennoch durchgeführt werden können, ist der Schutz insofern nicht so strikt wie zuvor nach Art. 4 Vogelschutz-Richtlinie.

Regelungen des Bundesnaturschutzgesetzes:

Seit dem Inkrafttreten der am 15.11.2001 vom Bundestag verabschiedeten Novelle des Bundesnaturschutzgesetzes am 4.4.2002, sind die gemeinschaftsrechtlichen Regelungen der FFH-RL in bundesdeutsches Recht umgesetzt und der Rahmen für die erforderlichen Regelungen in den Landesnaturschutzgesetzen geschaffen.

Die §§ 31-36 BNatSchG in der aktuellen Fassung vom 20.07.2022 dienen dem Aufbau und dem Schutz des Europäischen Netzes „Natura 2000“, insbesondere dem Schutz der Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung und der Europäischen Vogelschutzgebiete.

Die Länder wählen die Gebiete, die der Kommission nach Artikel 4 Absatz 1 der Richtlinie 92/43/EWG und Artikel 4 Absatz 1 und 2 der Richtlinie 2009/147/EG zu benennen sind, nach den in diesen Vorschriften genannten Maßgaben aus. Sie stellen das Benehmen mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit her. Dieses beteiligt die anderen fachlich betroffenen Bundesministerien und benennt die ausgewählten Gebiete der Kommission. Es übermittelt der Kommission gleichzeitig Schätzungen über eine finanzielle Beteiligung der Gemeinschaft, die zur Erfüllung der Verpflichtungen nach Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie 92/43/EWG einschließlich der Zahlung eines finanziellen Ausgleichs insbesondere für die Land- und Forstwirtschaft erforderlich ist (§ 32 Abs. 1 BNatSchG).

Die in die Liste nach Artikel 4 Absatz 2 Unterabsatz 3 der Richtlinie 92/43/EWG aufgenommenen Gebiete sind nach Maßgabe des Artikels 4 Absatz 4 dieser Richtlinie und die nach Artikel 4 Absatz 1 und 2 der Richtlinie 2009/147/EG benannten Gebiete entsprechend den jeweiligen Erhaltungszielen zu geschützten Teilen von Natur und Landschaft im Sinne des § 20 Abs. 2 BNatSchG zu erklären (§ 32 Abs. 2 BNatSchG).

Die Schutzerklärung bestimmt den Schutzzweck entsprechend den jeweiligen Erhaltungszielen und die erforderlichen Gebietsbegrenzungen. Es soll dargestellt werden, ob prioritäre natürliche Lebensraumtypen oder prioritäre Arten zu schützen sind. Durch geeignete Gebote und Verbote sowie Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen ist sicherzustellen, dass den Anforderungen des Artikels 6 der Richtlinie 92/43/EWG entsprochen wird. Weiter gehende Schutzvorschriften bleiben unberührt (§ 32 Abs. 3 BNatSchG).

Die Unterschutzstellung nach den Absätzen 2 und 3 kann unterbleiben, soweit nach anderen Rechtsvorschriften einschließlich dieses Gesetzes und gebietsbezogener Bestimmungen des Landesrechts, nach Verwaltungsvorschriften, durch die Verfügungsbefugnis eines öffentlichen oder gemeinnützigen Trägers oder durch vertragliche Vereinbarungen ein gleichwertiger Schutz gewährleistet ist (§ 32 Abs. 4 BNatSchG).

Projekte sind vor ihrer Zulassung oder Durchführung auf ihre Verträglichkeit mit den Erhaltungszielen eines Natura 2000-Gebiets zu überprüfen, wenn sie einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen geeignet sind, das Gebiet erheblich zu beeinträchtigen, und nicht unmittelbar der Verwaltung des Gebiets dienen. Soweit ein Natura 2000-Gebiet ein geschützter Teil von Natur und Landschaft im Sinne des § 20 Absatz 2 ist, ergeben sich die Maßstäbe für die Verträglichkeit aus dem Schutzzweck und den dazu erlassenen Vorschriften, wenn hierbei die jeweiligen Erhaltungsziele bereits berücksichtigt wurden. Der Projektträger hat die zur Prüfung der Verträglichkeit sowie der Voraussetzungen nach den Absätzen 3 bis 5 erforderlichen Unterlagen vorzulegen (§ 34 Abs. 1 BNatSchG).

Ergibt die Prüfung der Verträglichkeit, dass das Projekt zu erheblichen Beeinträchtigungen des Gebiets in seinen für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen führen kann, ist es unzulässig (§ 34 Abs. 2 BNatSchG).

Abweichend von Absatz 2 darf ein Projekt nur zugelassen oder durchgeführt werden, soweit es

1. aus zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses, einschließlich solcher sozialer oder wirtschaftlicher Art, notwendig ist und
2. zumutbare Alternativen, den mit dem Projekt verfolgten Zweck an anderer Stelle ohne oder mit geringeren Beeinträchtigungen zu erreichen, nicht gegeben sind (§ 34 Abs. 3 BNatSchG).

Können von dem Projekt im Gebiet vorkommende prioritäre natürliche Lebensraumtypen oder prioritäre Arten betroffen werden, können als zwingende Gründe des überwiegenden öffentlichen Interesses nur solche im Zusammenhang mit der Gesundheit des Menschen, der öffentlichen Sicherheit, einschließlich der Verteidigung und des Schutzes der Zivilbevölkerung, oder den maßgeblich günstigen Auswirkungen des Projekts auf die Umwelt geltend gemacht werden. Sonstige Gründe im Sinne des Absatzes 3 Nummer 1 können nur berücksichtigt werden, wenn die zuständige Behörde zuvor über das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit eine Stellungnahme der Kommission eingeholt hat (§ 34 Abs. 4 BNatSchG).

Soll ein Projekt nach Absatz 3, auch in Verbindung mit Absatz 4, zugelassen oder durchgeführt werden, sind die zur Sicherung des Zusammenhangs des Netzes „Natura 2000“ notwendigen Maßnahmen vorzusehen. Die zuständige Behörde unterrichtet die Kommission über das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit über die getroffenen Maßnahmen (§ 34 Abs. 5 BNatSchG).

Bedarf ein Projekt im Sinne des Absatzes 1 Satz 1, das nicht von einer Behörde durchgeführt wird, nach anderen Rechtsvorschriften keiner behördlichen Entscheidung oder Anzeige an eine Behörde, so ist es der für Naturschutz und Landschaftspflege zuständigen Behörde anzuzeigen. Diese kann die Durchführung des Projekts zeitlich befristen oder anderweitig beschränken, um die Einhaltung der Voraussetzungen der Absätze 1 bis 5 sicherzustellen. Trifft die Behörde innerhalb eines Monats nach Eingang der Anzeige keine Entscheidung, kann mit der Durchführung des Projekts begonnen werden. Wird mit der Durchführung eines Projekts ohne die erforderliche Anzeige begonnen, kann die Behörde die vorläufige Einstellung anordnen. Liegen im Fall des Absatzes 2 die Voraussetzungen der Absätze 3 bis 5 nicht vor, hat die Behörde die Durchführung des Projekts zu untersagen. Die Sätze 1 bis 5 sind nur insoweit anzuwenden, als Schutzvorschriften der Länder, einschließlich der Vorschriften über Ausnahmen und Befreiungen, keine strengeren Regelungen für die Zulässigkeit von Projekten enthalten (§ 34 Abs. 6 BNatSchG).

Für geschützte Teile von Natur und Landschaft im Sinne des § 20 Absatz 2 und gesetzlich geschützte Biotop im Sinne des § 30 sind die Absätze 1 bis 6 nur insoweit anzuwenden, als die Schutzvorschriften, einschließlich der Vorschriften über Ausnahmen und Befreiungen, keine strengeren Regelungen für die Zulässigkeit von Projekten enthalten. Die Verpflichtungen nach Absatz 4 Satz 2 zur Beteiligung der Kommission und nach Absatz 5 Satz 2 zur Unterrichtung der Kommission bleiben unberührt (§ 34 Abs. 7 BNatSchG).

Die Absätze 1 bis 7 gelten mit Ausnahme von Bebauungsplänen, die eine Planfeststellung ersetzen, nicht für Vorhaben im Sinne des § 29 des Baugesetzbuches in Gebieten mit Bebauungsplänen nach § 30 des Baugesetzbuches und während der Planaufstellung nach § 33 des Baugesetzbuches (§ 34 Abs. 8 BNatSchG).

Landesrechtliche Regelungen:

§ 14 Brandenburgisches Ausführungsgesetz zum Bundesnaturschutzgesetz (Brandenburgisches Naturschutzausführungsgesetz - BbgNatSchAG) vom 21. Januar 2013, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 25. September 2020 regelt die Zuständigkeit der Landesregierung für die Gebietsmeldung (Abs. 1), die Erhaltungsziele (Abs. 3) sowie die Berichterstattung (Abs. 4).

§ 15 BbgNatSchAG regelt den Schutz der Europäischen Vogelschutzgebiete und ihre Erhaltungsziele (Abs. 1).

Das in der vorliegenden FFH-Verträglichkeitsprüfung betrachtete SPA-Gebiet „Obere Havelniederung“ (DE 3145-421) und das FFH-Gebiet „Kreuzbruch“ (DE 3146-303)

2 Begründung des Vorhabens

Die 10 vorhandenen WEA befinden im ehemaligen Regionalplan Uckermark-Barnim im Eignungsgebiet „Klosterfelde“.

Ziel des Vorhabens ist eine Optimierung des Windparks Klosterfelde. Es geht um eine effektive Energieerzeugung bei gleichzeitiger Reduzierung von Auswirkungen auf die Schutzgüter des UVPG in einem durch die vorhandenen WEA vorbelasteten Raum.

3 Bearbeitungsmethodik, Datengrundlagen, Untersuchungsumfänge

Grundsätze, Aufgabe und Ziel der Natura 2000-Verträglichkeitsprüfung

Die Grundsätze der Vorgehensweise für eine Natura 2000-Verträglichkeitsprüfung (Hauptprüfung) ergeben sich aus Art. 6 Abs. 3 FFH-Richtlinie und den verfügbaren Interpretationshilfen der EU-Kommission und der nationalen Fachstellen sowie über die Konkretisierung der Anforderungen durch die einschlägige Rechtsprechung (u.a. BVerwG, 17.01.2007 – 9 A 20.05, BVerwG, 26.2.2008 – 7 B 67.07). Auch die Vorgaben der „bestverfügbaren Mittel und Quellen“ (siehe bspw. das BVerwG-Urteil „Halle-West“) fallen darunter.

Die FFH-Verträglichkeitsprüfung hat die Beurteilung der Verträglichkeit eines Vorhabens mit den Erhaltungszielen eines Natura 2000-Gebietes zum Ziel. Die Prüfung der Verträglichkeit eines Vorhabens ist erforderlich, wenn erhebliche Beeinträchtigungen eines Natura 2000-Gebietes in seinen für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen nicht offensichtlich ausgeschlossen werden können. In der FFH-Verträglichkeitsprüfung sind eine differenzierte Ermittlung von Beeinträchtigungen und eine Beurteilung der Erheblichkeit dieser Beeinträchtigungen des betroffenen Schutzgebietes in seinen für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen vorzunehmen (KÜSTER et al. 2004).

Methodisch-fachliche Anforderungen an die FFH-Verträglichkeitsprüfung

Allgemeine Anforderungen

Die Bewertung von Beeinträchtigungen ist schutzgebietsbezogen durchzuführen. Für jedes Natura 2000-Gebiet ist aufgrund der unterschiedlichen Erhaltungsziele und des unterschiedlichen Beziehungsgefüges zu der jeweiligen Umgebung eine separate Behandlung erforderlich und i.d.R. eine eigenständige Unterlage zu erstellen. Eine zusammenfassende Behandlung in einer Unterlage ist dann möglich, wenn für unterschiedliche Schutzgebiete

gleichlautende Erhaltungsziele festgelegt wurden und die gebietsspezifische Empfindlichkeit der Erhaltungsziele gegenüber den vorhabensbedingten Wirkprozessen identisch ist. Für Gebiete, die überlagernd als FFH-RL und nach VSchRL ausgewiesen wurden und für die unterschiedliche Standard-Datenbögen vorhanden sind, ist eine eigenständige Behandlung in einer jeweils eigenständigen Unterlage erforderlich.

Ermitteln des Untersuchungsrahmens

1. Feststellen der Betroffenheit eines Schutzgebietes,
2. Feststellen der zu berücksichtigenden Erhaltungsziele des Schutzgebietes,
3. Feststellen der potenziellen Betroffenheit der Erhaltungsziele,
4. Feststellen der zu berücksichtigenden anderen Pläne und Projekte,
5. Abgrenzen des detailliert zu untersuchenden Bereiches,
6. Ermitteln des Untersuchungsbedarfs.

Die zur Abgrenzung des Untersuchungsrahmens erforderlichen Informationen lassen sich i.d.R. anhand vorhandener Daten und auf der Grundlage notwendiger Abstimmungen mit den zuständigen Fachbehörden zu einzelnen Sachverhalten (s.o.) zusammentragen. Auf der Grundlage des festgelegten Untersuchungsrahmens sind die für die FFH-Verträglichkeitsprüfung im jeweiligen Einzelfall konkret erforderlichen Informationen zusammenzustellen.

4 Beschreibung der FFH/SPA-Gebiete und ihrer Erhaltungsziele

4.1 Beschreibung des FFH-Gebietes „Kreuzbruch“ und seiner Erhaltungsziele

4.1.1 Kurzbeschreibung

Bei dem FFH-Gebiet „Kreuzbruch“ mit der Gebietskennziffer DE 3146-303 handelt es sich um große Teile des Kreuzbrucher Waldgebietes mit einer Gesamtfläche von 1.355 ha, das durch einen Dünenrücken im zentralen Bereich in zwei Teilbereiche gegliedert wird. Es zeichnet sich durch naturnahe Mischwälder mit Bedeutung für Großvögel sowie gefährdete Säugetiere und seltene Schmetterlinge aus (HAACK et al. 2008).

Das Gebiet liegt in der Havelniederung zwischen Oranienburg und Liebenwalde. Es liegt zum größten Teil im Landkreis Oberhavel.

4.1.2 Lebensraumtypen und Arten des FFH-Gebietes

4.1.2.1 Lebensraumtypen gemäß Anhang I der FFH-Richtlinie

Lebensraumtypen des Anhanges I der FFH-Richtlinie kommen auf etwa 20 % der Schutzgebietsfläche vor. Art, Flächengröße und Erhaltungszustand der Lebensraumtypen sind in der nachfolgenden Tabelle 1: dargestellt.

Tabelle 1: Lebensraumtypen gemäß Anhang I der FFH-Richtlinie des FFH-Gebietes „Kreuzbruch“ (DE 3146-303) (Quelle: Haack et al. 2008)

EU-Code	Lebensraumtyp	Flächengröße [ha]	Erhaltungszustand
3130	Nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche Stillgewässer mit Strandlings- oder Zwergbinsen-Gesellschaften	1,94	B; E
3260	Fließgewässer mit flutender Wasservegetation	0,38	E
6430	Feuchte Hochstaudenfluren	2,55	E
9110	Hainsimsen-Buchenwälder	99,04	C; E
9160	Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwälder	126,09	C; E
9190	Alte bodensaure Eichenwälder auf Sandböden mit Stieleiche	39,06	E
91D1*	Moorwälder	0,3	Z
91E0*	Erlen-Eschen- und Weichholzaunenwälder	-	-

*: prioritärer Lebensraumtyp

4.1.2.2 Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie

Folgende Tierarten von gemeinschaftlichem Interesse nach Anhang II der FFH-Richtlinie, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen, sind gemäß Standard-Datenbogen (Stand Mai 2012) für das betrachtete Schutzgebiet gemeldet:

Tabelle 2: Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie des FFH-Gebietes „Kreuzbruch“ (DE 3146-303) (Quelle: Haack et al. 2008)

EU-Code	Art	Bemerkungen
1355	Fischotter <i>Lutra lutra</i>	vor allem im Norden, an der Schnellen Havel
1337	Elbebiber <i>Castor fiber</i>	vor allem im Norden an Auskolkungen des Oder-Havel-Kanals (mehrere Burgen)
1059	Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling <i>Maculinea teleius</i>	letztes Vorkommen der Art im Naturpark Barnim und in Brandenburg

4.1.2.3 Arten nach Anhang IV der FFH-Richtlinie

Als weitere wertgebende Arten werden solche des Anhanges IV der FFH-Richtlinie verstanden. Gemäß dem aktuellen Managementplan (HAACK et al. 2008) wurden vor allem Fledermausarten erfasst:

Große Bartfledermaus	(<i>Myotis brandtii</i>)
Kleine Bartfledermaus	(<i>Myotis mystacinus</i>)
Kleiner Abendsegler	(<i>Nyctalus leisleri</i>)

4.1.2.4 Erhaltungsziele und Managementplanung

Für das FFH-Gebiet „Kreuzbruch“ als Teil des Naturparks Barnim übernimmt bisher der Pflege- und Entwicklungsplan (PEP) die Funktion des Managementplans (www.natura2000-brandenburg.de).

Neben den allgemeinen Vorschriften der Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen gelten für das FFH-Gebiet „Kreuzbruch“ folgende Maßnahmen, insbesondere für den faunistischen Artenschutz:

- Das gesamte Gebiet hat eine hervorragende Bedeutung für sensible Großvogelarten und sollte unbedingt beruhigt werden bzw. bleiben. Eine weitere Erschließung für die touristische Nutzung sollte daher unterbleiben.
- Die Horstschutzzonen sind strikt zu beruhigen, insbesondere der Schwarzstorchhorst und die Horststandorte des Schreiadlers knapp außerhalb der FFH-Gebietsgrenzen.
- Die forstliche Nutzung sollte im 500 m - Umkreis der Horststandorte in der Brutzeit unterbleiben.
- Auch das weitere Umfeld der Horste sollte nur außerhalb der Brutzeit (April – Ende August) bewirtschaftet werden.
- Alt und Totholz sollte im Gebiet erhalten und gefördert werden.
- Solitäräume, Überhälter oder sonstige den Bestand überragende Bäume sind als potenzielle Niststandorte für Großvögel wie den Schreiadler zu erhalten.
- Die Feuchtbiotope als Brut- und Nahrungshabitate von Kranich, Schellente, Schwarzstorch u.a. sind durch eine gezielte Stauhaltung über das Grabensystem im Kreuzbruch mit Wasser zu versorgen.
- Der Schutz des Hellen Wiesenknopf-Ameisen-Bläulings (*Maculinea teleius*) wird über Vertragsnaturschutz abgesichert. Von besonderer Bedeutung ist der Erhalt des Großen Wiesenknopfs (*Sanguisorba officinalis*) als Saug- und Eiablagepflanze und der Knotenameise (*Myrmica scabrinodis*) für die Larvalentwicklung des Falters. Der Erhalt kann nur über eine kontinuierliche Pflege (einschürige Mahd, Entbuschen) und die Sicherung des aktuellen Wasserstandes gewährleistet werden.
- Die Biberansiedlungen am Oder-Havel-Kanal östlich von Kreuzthal sollten im vorhandenen Umfang erhalten bleiben, d.h. im Bereich der Burgen sollte auf neue Steinschüttungen verzichtet und die Ufergehölze im Biberrevier geschont werden. Bei ggf. notwendigen Sanierungsmaßnahmen darf der Ufergehölzstreifen im betreffenden Bereich nur abschnittsweise zurückgeschnitten werden, um ausreichend Nahrungsgehölze im Biberrevier zu sichern.

4.1.2.5 Funktionale Beziehungen des Schutzgebietes zu anderen Natura 2000-Gebieten

Das FFH-Gebiet „Kreuzbruch“ ist Teil des SPA-Gebietes „Obere Havelniederung“ (DE 3145-421) und weist entsprechend unmittelbare funktionale Beziehungen zu diesem Schutzgebiet auf.

4.2 Beschreibung des SPA-Gebietes „Obere Havelniederung“ und seiner Erhaltungsziele

4.2.1 Kurzbeschreibung

Das SPA-Gebiet „Obere Havelniederung“ mit der Gebietskennziffer DE 3145-421 wurde im März 2004 als Vogelschutzgebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung vorgeschlagen. Eine Aktualisierung erfolgte im Januar 2007. Bisher wurde das Gebiet jedoch noch nicht bestätigt. Es hat eine Größe von 44.418,72 ha und überschneidet sich vollflächig mit den FFH-Gebieten „Wolfsluch“, „Seilershofer Buchheide“, „Döllnfließ“, „Liebenberger Bruch“, „Exin“, „Schnelle Havel“ und „Kreuzbruch“ sowie teilflächig mit dem FFH-Gebiet „Zehdenicker-Mildenberger Tonstiche“.

Es handelt sich um ein vielfältiges Gebiet, das aus verschiedenen Landschaftselementen wie Niederungen mit eingestreuten Waldgebieten, wertvolle Laubwälder in flachwelliger Landschaft sowie zahlreichen Restgewässern im ehemaligen Tonabaugebiet besteht.

Das Gebiet hat eine europaweite Bedeutung als Brutgebiet des Schreiadlers sowie des Schwarzstorchs. Als bedeutender Lebensraum für weitere Brut- und Zugvögel beherbergt es außerdem die Große Rohrdommel.

4.2.2 Arten des SPA-Gebietes

4.2.2.1 Arten nach Anhang I der Vogelschutzrichtlinie

Folgende Vogelarten nach Anhang I bzw. Art. 4 Abs. 2 der Vogelschutzrichtlinie, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen, sind gemäß Standard-Datenbogen (Stand Januar 2007) für das SPA-Gebiet gemeldet:

Tabelle 3: Brutvogelarten nach Anhang I bzw. Art. 4 Abs. 2 der Vogelschutzrichtlinie des SPA-Gebietes „Obere Havelniederung“ (DE 3145-421) (Quelle: SDB)

EU-Code	Art		Populationsgröße	Erhaltungszustand
A297	Teichrohrsänger	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	400	gut
A229	Eisvogel	<i>Alcedo atthis</i>	12	gut
A056	Löffelente	<i>Anas clypeata</i>	5	gut
A704	Krickente	<i>Anas crecca</i>	7	gut
A705	Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	150	gut

EU-Code	Art		Populationsgröße	Erhaltungszustand
A055	Knäkente	<i>Anas querquedula</i>	6	gut
A703	Schnatterente	<i>Anas strepera</i>	15	-
A043	Graugans	<i>Anser anser</i>	100	gut
A255	Brachpieper	<i>Anthus campestris</i>	1	gut
A089	Schreiadler	<i>Aquila pomarina</i>	12	gut
A699	Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	120	gut
A222	Sumpfohreule	<i>Asio flammeus</i>	1	gut
A059	Tafelente	<i>Aythya ferina</i>	10	gut
A061	Reiherente	<i>Aythya fuligula</i>	10	gut
A688	Rohrdommel	<i>Botaurus stellaris</i>	9	gut
A067	Schellente	<i>Bucephala clangula</i>	5	gut
A224	Ziegenmelker	<i>Caprimulgus europaeus</i>	15	gut
A726	Flussregenpfeifer	<i>Charadrius dubius</i>	6	gut
A667	Weißstorch	<i>Ciconia ciconia</i>	35	gut
A030	Schwarzstorch	<i>Ciconia nigra</i>	3	gut
A081	Rohrweihe	<i>Circus aeruginosus</i>	20	gut
A084	Wiesenweihe	<i>Circus pygargus</i>	1	gut
A122	Wachtelkönig	<i>Crex crex</i>	8	gut
A038	Singschwan	<i>Cygnus cygnus</i>	80	gut
A036	Höckerschwan	<i>Cygnus olor</i>	25	gut
A238	Mittelspecht	<i>Dendrocopos medius</i>	30	gut
A236	Schwarzspecht	<i>Dryocopus martius</i>	80	gut
A379	Ortolan	<i>Emberiza hortulana</i>	20	gut
A099	Baumfalke	<i>Falco subbuteo</i>	3	gut
A320	Zwergschnäpper	<i>Ficedula parva</i>	20	gut
A721	Teichhuhn	<i>Gallinula chloropus</i>	35	gut
A153	Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>	15	gut
A639	Kranich	<i>Grus grus</i>	25	gut
A075	Seeadler	<i>Haliaeetus albicilla</i>	1	gut
A617	Zwergdommel	<i>Ixobrychus minutus</i>	2	gut
A338	Neuntöter	<i>Lanius collurio</i>	350	gut
A179	Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	80	gut
A292	Rohrschwirl	<i>Locustella luscinioides</i>	35	gut
A246	Heidelerche	<i>Lullula arborea</i>	350	gut
A270	Sprosser	<i>Luscinia luscinia</i>	25	gut
A271	Nachtigall	<i>Luscinia megarhynchos</i>	30	gut
A612	Blaukehlchen	<i>Luscinia svecica</i>	3	gut
A073	Schwarzmilan	<i>Milvus migrans</i>	15	gut
A074	Rotmilan	<i>Milvus milvus</i>	20	gut
A768	Großer Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>	5	gut
A094	Fischadler	<i>Pandion haliaetus</i>	4	gut
A072	Wespenbussard	<i>Pernis apivorus</i>	5	gut
A691	Haubentaucher	<i>Podiceps cristatus</i>	90	gut
A665	Rothalstaucher	<i>Podiceps grisegena</i>	5	gut
A719	Kleines Sumpfhuhn	<i>Porzana parva</i>	3	gut
A119	Tüpfelsumpfhuhn	<i>Porzana porzana</i>	4	gut
A718	Wasserralle	<i>Rallus aquaticus</i>	70	-
A249	Uferschwalbe	<i>Riparia riparia</i>	300	gut
A275	Braunkehlchen	<i>Saxicola rubetra</i>	130	gut
A155	Waldschnepfe	<i>Scolopax rusticola</i>	20	-

EU-Code	Art		Populationsgröße	Erhaltungszustand
A307	Sperbergrasmücke	<i>Sylvia nisoria</i>	100	gut
A690	Zwergtaucher	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	15	gut
A165	Waldwasserläufer	<i>Tringa ochropus</i>	5	-
A232	Wiedehopf	<i>Upupa epops</i>	1	gut
A142	Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	40	gut

Tabelle 4: Zug- und Rastvogelarten nach Anhang I und Art. 4 Abs. 2 der Vogelschutzrichtlinie des SPA-Gebietes „Obere Havelniederung“ (DE3145-421) (Quelle: SDB)

EU-Code	Art		Populationsgröße	Erhaltungszustand
A168	Flussuferläufer	<i>Actitis hypoleucos</i>	5	gut
A054	Spießente	<i>Anas acuta</i>	100	gut
A056	Löffelente	<i>Anas clypeata</i>	100	gut
A704	Krickente	<i>Anas crecca</i>	200	gut
A050	Pfeifente	<i>Anas penelope</i>	100	gut
A705	Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	2500	gut
A055	Knäkente	<i>Anas querquedula</i>	20	gut
A703	Schnatterente	<i>Anas strepera</i>	80	gut
A394	Blässgans	<i>Anser albifrons</i>	10000	gut
A043	Graugans	<i>Anser anser</i>	3000	gut
A040	Kurzschnabelgans	<i>Anser brachyrhynchus</i>	1	gut
A701	Saatgans	<i>Anser fabalis</i>	8000	gut
A059	Tafelente	<i>Aythya ferina</i>	120	gut
A061	Reiherente	<i>Aythya fuligula</i>	150	gut
A045	Weißwangengans	<i>Branta leucopsis</i>	25	gut
A067	Schellente	<i>Bucephala clangula</i>	100	gut
A149	Alpenstrandläufer	<i>Calidris alpina</i>	10	gut
A147	Sichelstrandläufer	<i>Calidris ferruginea</i>	3	gut
A145	Zwergstrandläufer	<i>Calidris minuta</i>	15	gut
A146	Temminckstrandläufer	<i>Calidris temminckii</i>	5	gut
A726	Flussregenpfeifer	<i>Charadrius dubius</i>	20	gut
A137	Sandregenpfeifer	<i>Charadrius hiaticula</i>	5	gut
A197	Trauerseeschwalbe	<i>Chlidonias niger</i>	20	gut
A667	Weißstorch	<i>Ciconia ciconia</i>	30	gut
A030	Schwarzstorch	<i>Ciconia nigra</i>	5	gut
A082	Kornweihe	<i>Circus cyaneus</i>	5	gut
A037	Zwergschwan	<i>Cygnus columbianus bewickii</i>	15	gut
A036	Höckerschwan	<i>Cygnus olor</i>	150	gut
A027	Silberreiher	<i>Egretta alba</i>	5	gut
A098	Merlin	<i>Falco columbarius</i>	3	gut
A708	Wanderfalke	<i>Falco peregrinus</i>	2	gut
A723	Blässhuhn	<i>Fulica atra</i>	800	gut
A153	Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>	80	gut
A639	Kranich	<i>Grus grus</i>	1000	gut
A075	Seeadler	<i>Haliaeetus albicilla</i>	6	gut
A184	Silbermöwe	<i>Larus argentatus</i>	30	gut
A182	Sturmmöwe	<i>Larus canus</i>	50	gut
A177	Zwergmöwe	<i>Larus minutus</i>	20	gut
A179	Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	1000	gut
A068	Zwergsäger	<i>Mergus albellus</i>	15	gut

EU-Code	Art	Populationsgröße	Erhaltungszustand
A654	Gänsesäger	<i>Mergus merganser</i>	gut
A768	Großer Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>	gut
A683	Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	gut
A391	Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo sinensis</i>	gut
A151	Kampfläufer	<i>Philomachus pugnax</i>	gut
A140	Goldregenpfeifer	<i>Pluvialis apricaria</i>	gut
A691	Haubentaucher	<i>Podiceps cristatus</i>	gut
A692	Schwarzhalstaucher	<i>Podiceps nigricollis</i>	gut
A193	Flusseeschwalbe	<i>Sterna hirundo</i>	gut
A166	Bruchwasserläufer	<i>Tringa glareola</i>	gut
A164	Grünschenkel	<i>Tringa nebularia</i>	gut
A165	Waldwasserläufer	<i>Tringa ochropus</i>	gut
A162	Rotschenkel	<i>Tringa totanus</i>	gut
A142	Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	gut

4.2.2.2 Erhaltungsziele und Managementplanung

Für das SPA-Gebiet „Obere Havelniederung“ liegt ein behördlicher Managementplan (GLASER et al. 2013) vor, der sich jedoch nur auf den Teilbereich des Naturparks Stechlin-Ruppiner Land bezieht. Darin werden neben der grundlegenden Ziel- und Maßnahmenplanung, die flächenübergreifend für das gesamte Gebiet bzw. für einzelne Landnutzungsformen gelten, auch spezifische Erhaltungsziele und Maßnahmen für Brutvögel des Anhangs I der V-RL sowie der Roten Liste Brandenburgs (Kategorien 1 und 2) geplant.

Ferner sind in dem Managementplan auch Ziele und Maßnahmen für Zug- und Rastvogelarten enthalten, die am Ende des Kapitels in einer Tabelle dargestellt werden.

Seeadler

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand der Art. Ziel ist die Erhaltung des günstigen Erhaltungszustandes des Lebensraumes und die Etablierung bzw. die Aufrechterhaltung einer stabilen, langfristig sich selbst tragenden Population.

Folgende artspezifischen Grundsätze sind geeignet, den derzeit guten Erhaltungszustand der Art weiterhin zu sichern (Erhaltungsmaßnahmen):

- Beibehaltung des jährlichen Monitorings zur Ermittlung der aktuellen Horste durch Art- und Ortskenner bzw. in Zusammenarbeit mit dem Forstbetrieb,
- Ausweisung von Nestschutzzonen im Umkreis von mindestens 300 m um aktuell oder in vergangenen Jahren genutzte Horste und regelmäßige Kontrolle der Einhaltung selbiger (entsprechend § 19 BbgNatSchAG, § 39 BNatSchG),
- keine forstliche Nutzung und Pflegemaßnahmen in der Brutzeit zwischen 1. Februar und 31. August im 300 m-Umfeld des Horstes (F63),
- Verbot störender Handlungen, die zur Aufgabe der Brut führen können, zwischen 1. Februar und 31. August, innerhalb der Nestschutzzone(n),

- Durchsetzung eines Betretungsverbot des Waldes und der Offenländer (E4) und Sperrung der Wege (E7) in der Nestschutzzone während der Balz- und Brutzeit zwischen 1. Februar und 31. August,
- Erhalt und Entwicklung von Althölzern (z. B. Wald-Kiefer > 120 Jahre, Stiel-Eiche > 150 Jahre u. a.) und Totholz als Brutbäume sowie Ruhe-, Wach- und Nahrungswarten (F41),
- Erhalt des Wald-Offenland-Anteils; Erhalt und Förderung des Feuchtgrünlandes,
- Freihalten der im Umfeld des Horstes liegenden potenziellen Nahrungsflächen (insbesondere Grünländer, Nasswiesen, Fließ- und Stillgewässer) innerhalb des SPA von störungsintensiven Nutzungen (inkl. Freizeit- und Erholungsnutzung),
- Erdverlegung elektrischer Leitungen bei Neuverlegung (sofern möglich) bzw. Absicherung gefährlicher Freileitungen einschließlich deren Masten (B11),
- im 6-km-Radius Freihalten eines 1 km breiten Flugkorridors zwischen Horst und Nahrungsgewässern (hier Verzicht auf die Errichtung von Barrieren (Energieleitungen, Windkraftanlagen etc.) (vgl. „Windkrafteerlass“ MUGV 2011),
- Vermeidung der Verwendung bleihaltiger Munition im SPA zur Abwendung von Vergiftung der Adler durch kontaminiertes Aas (vgl. Bauer et al. 2012) bzw. Sicherstellung der garantierten Verbringung von Aufbruch aus dem Gebiet.

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Schreiadler

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (C) entspricht nicht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand (B) der Art. Aufgrund der komplexen Habitatansprüche und des großen Aktionsradius der Art sind die nachfolgend dargestellten Grundsätze innerhalb und außerhalb des EU-Vogelschutzgebietes zu berücksichtigen. Nachfolgende artspezifische Behandlungsgrundsätze sind zu beachten, um den derzeit ungünstigen Erhaltungszustand der Art zu verbessern:

- Schutz extensiv genutzter Feuchtwiesen, Waldbrüche, kurzrasiger Waldwiesen als Nahrungsgebiete,
- Erhalt bzw. Förderung von Altholzbeständen (F40), Überhältern (F41) und naturnahen Auwäldern als Brutgebiete, Erhalt von Horstbäumen (F44),
- Vermeidung von Störungen im Brutgebiet durch Ausweisung von Horstschutzonen (gemäß § 19 BbgNatSchAG, § 39 BNatSchG),
- Durchsetzung eines Betretungsverbot des Waldes und der Offenländer (E4) und Sperrung der Wege (E7) in der Nestschutzzone während der Balz- und Brutzeit zwischen Anfang April bis Ende September,
- Brutbestands- und Bruterfolgsmonitoring,
- keine Errichtung von Barrieren (Windkraftanlagen etc.) im Bereich der Nahrungsflächen und Gewährleistung ihrer Erreichbarkeit im 6-km-Radius um den Horst und der regelmäßig genutzten Wechselhorste (vgl. LANGGEMACH & DÜRR 2012).

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Wanderfalke

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand der Art. Ziel ist die Erhaltung des günstigen Erhaltungszustandes des Lebensraumes und die Etablierung bzw. die Aufrechterhaltung einer stabilen, langfristig sich selbst tragenden Population.

Folgende artspezifischen Grundsätze sind geeignet, den derzeit guten Erhaltungszustand der Art weiterhin zu sichern (Erhaltungsmaßnahmen):

- Sicherung des Brutplatzes vor Störungen (gemäß § 19 BbgNatSchAG, § 39 BNatSchG),
- Pflege bzw. Wiederherrichtung geeigneter Neststandorte, Bau von Nisthilfen nur nach Nestabstürzen, zur Umsiedlung bei Störungen sowie bei besetzten Revieren,
- Reduzierter Biozideinsatz in der Land- und Forstwirtschaft (O48 bzw. F61),
- Erdverlegung elektrischer Leitungen bei Neuverlegung (sofern möglich) bzw. Absicherung gefährlicher Freileitungen einschließlich deren Masten (B11),
- keine Errichtung von Barrieren (Windkraftanlagen etc.) im Umkreis von 3 km zum Horst (vgl. LANGGEMACH & DÜRR 2012).

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Schwarzstorch/Uhu

Für die beiden windenergiesensiblen Vogelarten Schwarzstorch und Uhu wurden im Managementplan keine artspezifischen Erhaltungsziele aufgeführt.

Fischadler

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand der Art. Im Teilbereich des SPA befindet sich ein Horststandort in der Baumgartener Heide, den es zu erhalten gilt. Nachfolgende artspezifische Behandlungsgrundsätze sind zu beachten, um den derzeit guten Erhaltungszustand der Art weiterhin zu sichern:

- Erhalt der Nistplätze (bei Leitungsrückbau Erhalt der Masten),
- Vermeidung von Störungen am Brutplatz (z. B. Freizeitnutzung), Befahrens- (E15) und Betretungsverbot während der Brutzeit (E4),
- Erhalt des Fischreichtums in den Gewässern der Umgebung (Nahrungshabitatflächen),
- Keine Errichtung von Barrieren (Windkraftanlagen etc.) im Verbindungskorridor (1 km breit) zwischen Horst und Nahrungsgewässer(n) im Radius 4 km um den Brutplatz (vgl. „Windkrafteerlass“ MUGV 2011).

Daneben ergeben sich folgende flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen:

Habitat-ID	EHZ*	Maßn.-ID	Bezeichnung der Maßnahme
30010 - Fia	B	6001	Schutz des Neststandortes gemäß § 19 BbgNatSchAG, § 39 BNatSchG, d.h. keine Jagdausübung zwischen 01. Februar und 30. Juni (mit Ausnahme der Nachsuche) (F79)

* EHZ: aktueller Gesamterhaltungszustand der Art im SPA

Wespenbussard

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand der Art. Im Teilbereich des SPA befindet sich ein Horststandort im Teilgebiet Nord, den es zu erhalten gilt. Aufgrund der komplexen Habitatansprüche und des großen Aktionsradius der Art sind die nachfolgend dargestellten Grundsätze innerhalb und außerhalb des EU-Vogelschutzgebietes zu berücksichtigen. Nachfolgende artspezifische Behandlungsgrundsätze sind zu beachten, um den derzeit guten Erhaltungszustand der Art weiterhin zu sichern:

- Markierung und Erhalt von Horstbäumen und Belassen großkroniger potenzieller Horstbäume (F44),
- Berücksichtigung einer Entwicklungs- und Ruhezone zur Brutzeit (Mai bis August) um Brutbäume und das nähere Nestumfeld im 300 m-Radius bei der Planung und Durchführung forstwirtschaftlicher und weiterer Arbeiten sowie bei der Jagdausübung,
- Beruhigung der Horstbereiche im Radius von 300 m (temporäre Sperrung von Wegen (E4), Verzicht auf Wegeausbau, Wegerückbau),
- Sicherung und Erhöhung des Nahrungsangebotes durch Reduktion des Einsatzes von Umweltchemikalien, Pflanzenschutzmitteln und Düngemitteln (O48) sowie Erhaltung bzw. Wiederherstellung von Randstreifen und Magerstandorten,
- extensive Nutzung von Grünländern; insbesondere keine Anwendung von Insektiziden (O49b),
- keine Aufforstung von Grünländern aller Art; Erhalt und extensive Pflege der im Nahungshabitat liegenden Offenflächen,
- Förderung des Nahrungsangebotes (v.a. Bienen und Wespen) durch Erhalt und Entwicklung insektenreicher Landschaftselemente mit standortgerechten Trachtenpflanzen (z.B. sonnen-exponierte, blütenreiche Wegraine, Feld- und Waldränder (O51), Lichtungen, Waldschneisen und Blößen im Wald) sowie mit natürlichen Niststätten der Bienen und Wespen (z.B. blanke Böschungen und Hangabbrüche, Baumhöhlen, stehendes und liegendes Totholz (F45d)),
- Berücksichtigung der Wespenbussardhabitats bei raumbedeutsamen Planungen mit Gefährdungspotenzial (z. B. Verkehrsplanungen, Windenergieanlagen, Trassenplanungen von Freileitungen).

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Rohrweihe

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand der Art. Ziel ist die Erhaltung des günstigen Erhaltungszustandes des Lebensraumes und die Aufrechterhaltung einer stabilen, langfristig sich selbst tragenden Population. Folgende artspezifischen Grundsätze sind geeignet, den derzeit guten Erhaltungszustand der Art weiterhin zu sichern (Erhaltungsmaßnahmen):

- Erhalt und Entwicklung der vorhandenen kleinflächigeren Feuchtbiotope mit Röhrichtbeständen innerhalb der intensiv genutzten Kulturlandschaften,
- im Hinblick auf eine Förderung der Beutetierpopulation (Nager, Wasser- und Wiesenvögel, Amphibien) optimierte Grünlandbewirtschaftung; dieses Ziel kann z.B. durch Umtriebsweide (Extensivbeweidung mit einer Besatzstärke von höchstens 1,4 GVE/ha/a (O33)) und ein- bis zweischüriger Mahd (O24 bzw. O25) erreicht werden,
- extensive Acker- bzw. Ackerrandstreifennutzung zur Förderung der Beutetierpopulationen (Nager, Feldvögel) und Verbesserung der Nahrungserreichbarkeit (geringe Getreidedichte, Offenbodenstrukturen),
- Erhalt und Entwicklung von ungenutzten Röhrichten und anderen Verlandungsgesellschaften oder Grünlandbrachen als potenzielle Brutplätze,
- Einrichtung ungenutzter Gewässerrandstreifen,
- keine Entwässerung von Brutplätzen durch Melioration (Vermeidung von Prädation),
- Verhinderung der Gehölzsukzession im Bereich von Schilfröhrichten mit aktuellen und potenziellen Brutplätzen, ggf. partielles Entfernen der Gehölze (W30),
- Schutz der Brutplätze vor Störungen (Befahrens- (E15), Betretungs- (E4) und Badeverbote (E24) während der Balz- und Brutzeit Ende März bis Mitte Juli), Besucherlenkung,
- keine Errichtung von Barrieren (Windkraftanlagen etc.) zwischen Nistplatz und Nahrungshabitaten.
- Prioritär sind Erhalt und Wiederherstellung der Röhrichtbereiche, was eine ausreichende Dauervernässung von mindestens 20 cm Oberflächenwasser in den zentralen Röhrichten voraussetzt.
- Bisherige extensive Nutzungen sollten beibehalten werden, landwirtschaftlich ungenutzte Randstreifen, Grabenränder und ähnliche Strukturen sollen ausgeweitet werden.

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Handlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Wiesenweihe

Die Wiesenweihe brütet zurzeit nur sporadisch im SPA „Obere Havelniederung“ im Teilbereich des Naturparks Stechlin-Ruppiner Land. Eine Voraussage, wo eine Brutansiedlung stattfindet, ist nicht möglich. Deshalb können flächenkonkrete Maßnahmen zur Überführung des derzeit ungünstigen Erhaltungszustandes der Art (C) in einen günstigen Zielerhaltungszustand (B) nicht geplant werden. Folgende artspezifischen Grundsätze müssen innerhalb und außerhalb von Vogelschutzgebieten beachtet werden (Erhaltungsmaßnahmen):

- Lokalisierung der Nester von Getreidebruten durch Ehrenamtliche,
- Ermittlung des Brutstatus,
- Schutz der Horststandorte gemäß § 19 BbgNatSchAG, § 39 BNatSchG
- bei Bruten in landwirtschaftlichen Nutzflächen Schutzvereinbarungen mit den Nutzern (z. B. durch Verzicht auf Einsatz von Pflanzenschutzmitteln am Neststandort (O49), Verlegung des Mahdtermins bzw. Aussparen des Nestbereichs bei der Mahd oder Ernte (vollständiges Aussparen eines Nestbereichs von möglichst 50 x 50 m von der Bewirtschaftung bis zum Flüggewerden der Jungvögel),
- Einzäunung des Nestbereiches mit 1 m hohem Kaninchendraht im Umkreis von mindestens 3 x 3 m zum Schutz vor Prädation,
- Erhalt großflächig offener, gehölzfreier Ackerkomplexe,
- zeitlich versetzte Mahd von Ackerrandstreifen und Gräben, um während der gesamten Brutzeit kurzrasige bzw. lückige Vegetation zur Nahrungssuche zu erhalten (O20),
- Förderung von landwirtschaftlichen Nutzungsformen, die auf die Lebensraumsansprüche von Wiesenweihen ausgerichtet sind (z.B. Förderung von Brachen, Stoppelbrachen, Randstreifen, Anbau von Sommergetreide, Erhalt von Grünland),
- Erhalt von Sitzwarten (z. B. Koppelpfählen) innerhalb von bekannten Nahrungsrevieren (B17),
- Schaffung und Erhalt großräumiger, offener Schilf- und Röhrichtbereiche als naturnahe bzw. natürliche Bruthabitate,
- großräumige Berücksichtigung von Wiesenweihenhabitaten, v. a. in Schwerpunktvoorkommen, bei raumbedeutsamen Planungen (z. B. Ausweisung von Vorrangstandorten für Windenergienutzungen und Freileitungen sowie Verkehrsplanungen),
- Verzicht auf Bekämpfung von Nagetieren.

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Weißstorch

Der Weißstorch brütet in den an das SPA-Gebiet „Obere Havelniederung“ (im Teilbereich des Naturparks Stechlin-Ruppiner Land) angrenzenden Ortschaften. Innerhalb des SPA sind die Grünlandflächen und die Uferbereiche des vorhandenen Grabensystems wichtige Nahrungshabitate des Weißstorchs. Gerade das verfügbare Nahrungsangebot ist ein wesentlicher Faktor für den Bruterfolg der Art. Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (C) entspricht nicht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand (B) der Art. Folgende artspezifischen Grundsätze sind geeignet, den derzeit ungünstigen Erhaltungszustand der Art in einen günstigen zu überführen (Erhaltungsmaßnahmen):

- Erhalt aller Nahrungshabitate im Gebiet (v. a. gehölzfreie oder gehölzarme Gräben, extensiv genutztes Grünland mit ganzjährig möglichst hohen Wasserständen),
- möglichst vollständiger Verzicht auf Pflanzenschutzmittel (insbesondere Insektizide (O49b) und Rodentizide (chemische Mittel zur Bekämpfung von Nagetieren),

- Erhalt aller bekannten Nistplätze in der Umgebung des SPA und gegebenenfalls Rekonstruktion von Neststandorten in den umliegenden Ortschaften (Anbringen von Horstunterlagen (B5)),
- Erdverlegung elektrischer Leitungen bei Neuverlegung (sofern möglich) bzw. Absicherung gefährlicher Freileitungen einschließlich deren Masten (B11),
- keine Errichtung von Barrieren (Windkraftanlagen etc.) zwischen Nistplatz und Nahrungshabitaten, Freihalten der Nahrungsflächen im Radius zwischen 1 bis 4 km um den Horst sowie der Flugwege dorthin (vgl. LANGGEMACH & DÜRR 2012).

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Kranich

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand der Art (B). Aufgrund der komplexen Habitatansprüche sind für den Kranich auch Schutzmaßnahmen außerhalb von Vogelschutzgebieten erforderlich. Neben dem gesetzlich geregelten Schutz der Brutplätze (gemäß § 19 BbgNatSchAG) sind zur Beibehaltung eines günstigen Erhaltungszustandes der Art folgende Behandlungsgrundsätze und Erhaltungsmaßnahmen wesentlich:

- Beibehaltung des Oberflächen- und Grundwasserstandes zur Sicherung der prädati-
onssicheren Brutplätze,
- Gebietsberuhigung im Bereich der Brutstandorte während der Brutzeit durch Auswei-
sung und Sicherung (temporärer) Ruhezeiten in einem Umfeld von 300 m im Bereich
der Brutstandorte,
- Minimierung von Störungen durch Verzicht auf forstliche und jagdliche Nutzungen
während der Brutzeit in einem Umfeld von 300 m im Bereich der Brutstandorte
(Schutz der Horststandorte gemäß § 19 BbgNatSchAG, § 39 BNatSchG),
- Gebietsberuhigung und Besucherlenkung in Bereichen mit hohen Freizeitaktivitäten
(beispielsweise durch Entwicklung von Wegekonzepten), keine Erweiterung der
(Wander-)Wege insbesondere im Umfeld der bekannten Brutplätze,
- Neuanlage bzw. Regeneration von Feuchtgebieten, Rückbau von Entwässerungsein-
richtungen und Uferverbauungen, Regeneration von Mooren und Sümpfen in poten-
ziellen Brutwäldern, ersatzweise Anlage von knietiefen Waldteichen mit kleinen In-
seln,
- Berücksichtigung aller Teilhabitate des Kranichs, v. a. Erhalt und Schaffung von Kor-
ridoren zwischen diesen bei raumbedeutsamen Planungen (z. B. Ausweisung von
Vorrangstandorten oder Sondergebieten für Windenergie) sowie Infrastrukturvorha-
ben wie Verkehrswege und Energieleitungen,
- Erdverlegung elektrischer Leitungen bei Neuverlegung (sofern möglich) bzw. Absi-
cherung gefährlicher Freileitungen einschließlich deren Masten (B11).

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Rohrdommel und Zwergdommel

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand der Art. Ziel ist die Erhaltung des günstigen Erhaltungszustandes des Lebensraumes und die Etablierung bzw. die Aufrechterhaltung einer stabilen, langfristig sich selbst tragenden Population. Folgende artspezifischen Grundsätze sind geeignet, den derzeit guten Erhaltungszustand der Art weiterhin zu sichern (Erhaltungsmaßnahmen):

- Erhalt und Entwicklung der naturnahen störungsfreien Still- und Fließgewässer mit gehölzarmen, großflächigen, buchtenreichen Verlandungszonen und wasserdurchfluteten, vitalen Röhrichten mit hohen Wasser-Röhricht-Grenzlinienanteilen und mit guter Wasserqualität, partielles Entfernen der Gehölze (W30) (Entfernung von Gehölzen bei einer übermäßigen Verbuschung der Röhrichte, Verlandungs- und Uferbereiche),
- Erhalt und Entwicklung von großflächigen naturnahen, gehölzarmen Sumpf- und Feuchtgebieten, aber ebenso Erhalt und Entwicklung auch kleinflächigerer Gewässer und Feuchtbiotope mit wasserdurchfluteten Röhrichtbeständen innerhalb von intensiv genutzten Kulturlandschaften,
- Verhinderung von störenden Nutzungen im Habitat (gezielte Lenkung von Angelsport bzw. Sperrung von Uferbereichen für die Angelnutzung (E87), touristischer Nutzung, Wegebau und -ausbau, Uferverbau, Schilfmahd (W32), Verhinderung von Nährstoffeinträgen durch Gartenabfälle u. ä. (E88), kein Angeln während der Brutzeit (W80),
- Erhalt und Entwicklung störungsfreier Brutplätze, Minderung von Beeinträchtigungen durch Ausschluss optischer und akustischer Störreize in der Brutzeit zwischen März und Juli, Schutz der Brutplätze vor Störungen (Befahrens- (E15), Betretungs- (E4), Angel- (W80) und Badeverbote (E24) während der Brutzeit),
- Verhinderung bzw. Minderung der Habitatzerschneidung durch Steganlagen und ähnliche Strukturen, Beseitigung von Stegen (E87),
- Förderung und Entwicklung einer vielfältigen und ausreichenden Nahrungsgrundlage (v.a. Fisch- und Amphibienfauna) durch Bereitstellung geeigneter Amphibien-Winterquartiere und Belassung von Laichkrautgesellschaften in den Gewässern,
- Erhalt der großen (zusammenhängenden) durchfluteten Röhrichtbestände > 1 ha, besser > 4 ha, Mindestwasserstand 30 bis 50 cm, sowie Erhalt hoher Anteile von an das Röhricht angrenzenden, offenen Wasserflächen (ca. 30 %) mit hohen Grenzlinienanteilen (Wasser-Röhricht-Säume; ideal 400 m/ha) (NLWKN 2011),
- Belassen von mehrjährigen Schilfbeständen, günstig sind Röhrichte mit reicher Struktur (freie Wasserstellen, unterschiedliche Röhrichtdichte, unterschiedliche Altersstruktur),
- keine Errichtung von Barrieren (Windkraftanlagen etc.) im Bereich der Nahrungsgewässer und den Verbindungskorridoren zu den Nahrungsgewässern bis zu einem Abstand von 3 km zum Brutplatz (vgl. LANGGEMACH & DÜRR 2012).

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Rotmilan

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand der Art. Ziel ist die Erhaltung des günstigen Erhaltungszustandes des Lebensraumes und die Aufrechterhaltung einer stabilen, langfristig sich selbst tragenden Population. Folgende artspezifischen Grundsätze sind geeignet, den derzeit guten Erhaltungszustand der Art weiterhin zu sichern (Erhaltungsmaßnahmen):

- Erhalt aller bekannten Horstbäume (F44),
- keine forstwirtschaftliche Nutzung in der Nähe von Rotmilanhorsten zur Brutzeit von Mitte März bis Mitte Juli (F63),
- Belassen von Stoppelfeldern, kein sofortiger Umbruch nach der Ernte bis zum Zeitpunkt des Verlassens der Rotmilane aus den Brutgebieten im Oktober (O16),
- Beibehaltung/Förderung extensiver Weideviehhaltung (O33).
- Auf Grund des großen Raumanspruches dieser Art, sind auch Maßnahmendurchführungen außerhalb der SPA-Grenzen notwendig. Zu diesen gehören u.a.:
 - Förderung von Beutetieren durch Belassung von Brachen, Stoppelbrachen (O16) und Ackerrandstreifen (O76),
 - Anbau von Sommergetreide,
 - Erhalt von Grünland,
 - Belassung ungenutzter Randstreifen an Gräben und Wirtschaftswegen,
- kein Einsatz von Rodentiziden (chemische Mittel zur Bekämpfung von Nagetieren) oder anderweitiger toxischer Fremdeinträge in das Nahrungsnetz,
- Erhaltung und Neuschaffung ausreichend großer Feldgehölze und Baumreihen in der Agrarlandschaft,
- Horstbaumkartierung.
- Eine weitere wichtige Erhaltungsmaßnahme innerhalb und außerhalb des SPA-Gebietes ist der Verzicht auf die Errichtung von Barrieren (Windkraftanlagen etc.) im 1 km Radius um den Horst (vgl. LANGGEMACH & DÜRR 2012).

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Handlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Schwarzmilan

Der Schwarzmilan wurde im SPA „Obere Havelniederung“ im Teilbereich des Naturparks Stechlin-Ruppiner Land nur als Nahrungsgast beobachtet und brütet angrenzend. Ziel ist es, die Art mit ein bis zwei Brutpaaren im Teilgebiet des SPA zu etablieren. Aufgrund der komplexen Habitatansprüche und des großen Aktionsradius der Art sind Maßnahmen innerhalb und außerhalb des EU-Vogelschutzgebietes durchzuführen. Generell sind folgende Maßnahmen zur Etablierung und Sicherung der Schwarzmilan-Population durchzuführen:

- Erhalt von Brutbäumen und Belassen großkroniger potenzieller Nistbäume (F44),
- Schutz vorhandener Horste anderer Vogelarten, z.B. von Kolkrabe und Graureiher, um dem Schwarzmilan zur Verfügung stehen zu können (F44),
- Ermittlung des Brutstatus des Schwarzmilans,
- keine forstlichen Arbeiten in Horstnähe von Mitte März bis Anfang September (F63),

- Belassen von Stoppelfeldern, kein sofortiger Umbruch nach der Ernte bis zum Zeitpunkt des Verlassens der Schwarzmilane aus den Brutgebieten Anfang September (O16),
- Sicherung und Erhöhung des Nahrungsangebotes durch Reduktion des Einsatzes von Umweltchemikalien und Pestiziden in Gewässernähe (O48),
- Beibehaltung/Förderung extensiver Weideviehhaltung (O33),
- Erhalt und Entwicklung von Althölzern (v. a. Buche, Eiche und Pappel) durch Erhöhung der Umtriebszeiten und Ausweisung von Habitatbaumgruppen,
- Erhalt und Entwicklung von Nahrungshabitaten in räumlichem Verbund mit Bruthabitaten (z. B. Feuchtgrünland, Altholzbestände im Umfeld nahrungsreicher Gewässer),
- Verzicht auf die Errichtung von Windenergieanlagen und (weiteren) Stromtrassen im SPA (Vermeidung von Anflugopfern).

Daneben ergeben sich folgende flächenkonkreten Entwicklungsmaßnahmen:

Habitat-ID	EHZ*	Maßn.-ID	Bezeichnung der Maßnahme
40001 - Sm	B	7001, 7002, 7003	<ul style="list-style-type: none"> • keine forstlichen Tätigkeiten während der Brutzeit Mitte März bis Anfang September • keine Jagdausübung zwischen 15. März und 31. August (mit Ausnahme der Nachsuche) (F79) • Förderung von Altholzbeständen, insbesondere Eichen (F41)

* EHZ: aktueller Gesamterhaltungszustand der Art im SPA

Baumfalke

Der Baumfalke brütet angrenzend an das Untersuchungsgebiet (SPA „Obere Havelniederung“ Teilbereich des Naturparks Stechlin-Ruppiner Land) und nutzt dieses zur Nahrungssuche. Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand der Art. Folgende artspezifischen Grundsätze sind geeignet, den derzeit guten Erhaltungszustand der Art weiterhin zu sichern (Erhaltungsmaßnahmen):

- Erhalt bzw. Förderung von extensiv genutzten Wiesen (O18),
- erhebliche Reduzierung des Einsatzes von Umweltchemikalien (O48),
- Erhalt von Altholzbeständen (F40), Überhältern (F41),
- Entsorgung von Ernte-Bindegarn (gemäß § 2 BbgNatSchAG) bzw. Verzicht auf dieses,
- bei Brut im Gebiet: keine forstlichen Arbeiten in Horstnähe zwischen 01. Mai und 15. August (F63) und keine Errichtung von Barrieren (Windkraftanlagen etc.) im 1-km-Radius um den Horst.

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Kiebitz

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (C) entspricht nicht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand der Art (B). Folgende artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind neben den einleitend aufgeführten allgemeinen Behandlungsgrundsätzen geeignet, den derzeit

ungünstigen Erhaltungszustand der Art in einen günstigen zu überführen (Erhaltungsmaßnahmen):

- Durchführung eines Monitorings zur jährlichen Sicherung der Neststandorte, Ausweisung von ungenutzten Schutzzonen um die Neststandorte zwischen März und Mai / Juni (Spätbruten),
- entzugsorientierte Düngung (keinesfalls mehr als 100 kg Kalium und 18 kg Phosphor/ha und Jahr) (NO81);
- Verzicht auf Pflanzenschutzmittel (Insektizide) wegen Sicherstellung des Aufzuchtfutters (O49b),
- häufiger Anbau von Sommerkulturen auf den ackerbaulich genutzten Flächen,
- Sicherstellung anhaltend hoher Wasserstände in der Brutphase, Anlage ganzjährig wasserführender Flachwasserzonen,
- optional und langfristig Umwandlung von Ackerland in Grünland auf den Zwischenräumen der nicht biotopvernetzten Teilgebiete des SPA-Gebietes zur Wiederherstellung des Biotopverbundes.

Daneben ergeben sich folgende flächenkonkreten Erhaltungs- bzw. Entwicklungsmaßnahmen für den Kiebitz auf folgenden Habitatflächen (Grünland, Feuchtwiesen):

Habitat-ID	EHZ*	Maßn.-ID	Bezeichnung der Maßnahme
30155 - Ki <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	6010, 6011, 6012, 6013, 6014, 6015, 6016 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<ul style="list-style-type: none"> • erste Mahd frühestens Anfang Juli (O28) • ab April bis Mitte Juni unterbleibt das Schleppen oder Walzen von Wiesen, zur Sicherung von Nachbruten gegebenenfalls (bei Feststellung von Revierinhabern) auch bis Mitte Juli • Durchführung der Mahd von innen nach außen • Belassen ungemähter Reststreifen bei Grünlandmahd (1 - 3 Streifen je Schlag, mind. 5 m breit) • Schnitthöhe mindestens 10 cm • Mahdgeschwindigkeit max. 5 km/h (O98) • zeitliche Staffelung zur Fluchtgewährleistung für nicht flügge Jungvögel
40020 - Ki, 40021 - Ki	C	7025, 7026, 7027, 7028, 7029, 7030, 7031, 7032, 7033, 7034	<ul style="list-style-type: none"> • erste Mahd frühestens Anfang Juli (O28) • ab April bis Mitte Juni unterbleibt das Schleppen oder Walzen von Wiesen, zur Sicherung von Nachbruten gegebenenfalls (bei Feststellung von Revierinhabern) auch bis Mitte Juli • Durchführung der Mahd von innen nach außen • Belassen ungemähter Reststreifen bei Grünlandmahd (1 - 3 Streifen je Schlag, mind. 5 m breit) • Schnitthöhe mindestens 10 cm • Mahdgeschwindigkeit max. 5 km/h (O98) • zeitliche Staffelung zur Fluchtgewährleistung für nicht flügge Jungvögel • Anlage von Feuchtsenken (W118, Ausheben flacher Senken) • Keine Düngung (O41) • Keine Beweidung (O32)

* EHZ: aktueller Gesamterhaltungszustand der Art im SPA

Wachtelkönig

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (C) entspricht nicht dem gebietspezifischen Zielerhaltungszustand der Art (B). Folgende artspezifischen Behandlungsgrundsätze innerhalb und außerhalb des Vogelschutzgebietes sind neben den einleitend aufgeführten allgemeinen Behandlungsgrundsätzen geeignet, den derzeit ungünstigen Erhaltungszustand der Art in einen günstigen zu überführen (Erhaltungsmaßnahmen):

- Ermittlung des Brutstatus,
- Wiederherstellung und Schutz intakter, extensiv genutzter ungedüngter (oder ausgemagerter) Feuchtgrünland- und Weideflächen,
- Erhaltung und Entwicklung zur Brutzeit ungenutzter bzw. spät gemähter oder extensiv beweideter Bereiche (nicht mehr als 1-2 Tieren/ha, je nach Auftriebszeit und Tierart) um die Brut-/Rufplätze; späte Mahd der Brutplätze.

Grundsätzlich ist für die Art die Erhaltung bzw. die Entwicklung von zusammenhängenden größeren Flächeneinheiten prioritär. Da der Wachtelkönig größtenteils auf landwirtschaftlich genutzten Grünland-bzw. Ackerflächen brütet, sind, um den Bruterfolg des Wachtelkönigs im SPA-Gebiet nachhaltig sichern zu können, Ausweisungen von Nestschutz-zonen anzustreben. Hierzu wird vorgeschlagen, im Radius von 250 m um die Revierzentren (Ruferstandorte) eine Pufferzone einzurichten. Flächen von 4 ha (200 m x 200 m) sind dabei von der Mahd oder Beweidung auszusparen. Um die jährlich wechselnden Ruferstandorte lokalisieren zu können, ist eine jährliche Kartierung der Rufer anzustreben. Somit können die Nestschutz-zonen genauer eingegrenzt werden. Einer späten Nutzung/Pflege sollte der Vorzug zu dauerhaft ungenutzten Brachen gegeben werden, da die Tendenz einer Verfilzung oder der Entwicklung einer zu dichten Vegetationsstruktur besteht. RANA (2010) schlagen vor, um den jeweiligen Ruferstandort einen Quadranten mit mindestens 200 m Seitenlänge auszuweisen und späte Erst-nutzungstermine festzulegen. Bei Besiedlung des Reviers im Mai sollte diese Erstnutzung frühestens ab Mitte Juli erfolgen. Spätere Revierbesiedlungen und zu schützende Zweitbruten sind demzufolge mindestens bis Mitte August von der Nutzung freizustellen.

Alternativ ist es unter Berücksichtigung der konkurrierenden Zielstellungen des Erhaltes von Grünland-LRT sowie der wirtschaftlichen Erfordernisse der Bewirtschafter auch möglich, unter Inkaufnahme eines Verlustes von Erstbruten eine Mahd vor dem 1.6. zuzulassen, um anschließend durch Nutzungsverzicht eine störungsfreie (Zweit- oder Ersatz-)Brut des Wachtelkönigs bis mindestens Mitte Juli zu gewährleisten.

In jedem Falle sollten bei der Mahd mindestens 10 m breite ungemähte Schutzstreifen als Rückzugsraum für flüchtende Tiere (insbesondere nicht flügge Jungvögel) belassen werden. Statt mit dem häufig üblichen Rotationsmäher sollte die Mahd mit dem Mähbalken erfolgen, dabei sollten mindestens 10 Zentimeter Schnitthöhe eingestellt werden.

Geeignete Schutzmaßnahmen können von Fall zu Fall sehr unterschiedlich sein und sollten deshalb der jeweiligen Situation unter Beachtung der Kosteneffizienz angepasst werden.

In genutzten Grünlandgebieten ist teilweise ein hoher Finanzbedarf erforderlich. Daher ist zu klären, ob an den Rufplätzen Bruten stattfinden bzw. ob Zweitbruten und Mauser dort erfolgen. Für einen effizienten Mitteleinsatz wird folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

Überprüfung der Erfordernis von Maßnahmen anhand der Rufaktivität:

- Sporadisch, nicht alljährlich auftretende Einzelrufplätze, insbesondere bei spätem Rufbeginn, lassen kaum eine Brut erwarten und sollten deshalb nicht kostenintensiv betreut werden.
- In alljährlich mit mehreren/vielen Rufern besetzten Gebieten können kostenintensive Flächenstilllegungen im 100 m-Radius nur dann effizient sein, wenn die Maßnahmen sich auf die Stellen beziehen, wo das jeweilige Rufverhalten tatsächlich auf eine Brut hinweist.
- Wenn ein Radius von 100 m um den Rufplatz ungemäht bleibt (das entspricht 3,1 ha), wird der Großteil der Nester erhalten.
- Wenn ein Radius von 250 m um den Rufplatz erhalten bleibt (das entspricht 19,6 ha), ist auch der Großteil des Aktionsraumes der Küken geschützt.
- Küken sind ab einem Alter von 10 Tagen sehr mobil und bei geeigneter Vegetationsstruktur meist in der Lage den Mähgeräten zu entkommen. Wenn geeignete Randstrukturen oder Nachbarparzellen vorhanden sind, können bei einer Mahd von innen nach außen viele Küken hierhin entkommen. Selbiger Effekt besteht, wenn bei traditionellem Mahdvorgang ein 10 m breiter Streifen in der Flächenmitte stehenbleibt – dies bietet sich ggf. bei großen Schlägen oder fehlenden Strukturen in der Nachbarschaft an.
- Zweitbruten und Mauserplätze lassen sich bei Aufschub der Mahd bis Mitte September schützen. Dies ist in erster Linie erforderlich in Bereichen mit Schwerpunktverhalten.

Bei dauerhaft ungenutzten Brachen besteht die Tendenz einer Verfilzung oder der Entwicklung einer zu dichten Vegetationsstruktur, deshalb sollte einer späten Nutzung/Pflege der Vorzug gegeben werden.

Daneben ergeben sich folgende flächenkonkreten Entwicklungsmaßnahmen auf den Habitattflächen (Feuchtwiese, Grünland) für den Wachtelkönig:

Habitat-ID	EHZ*	Maßn.-ID	Bezeichnung der Maßnahme
40005 - Wk, 40006 - Wk	C	7005, 7006, 7007, 7008, 7009, 7010	<ul style="list-style-type: none"> • Ermittlung des Brutstatus • Uneinheitliche Mähtermine, kleinparzellige Mahd (O20) • Einsatz von Balkenmähern • Einhaltung einer Schnitthöhe von mindestens 10 cm • Mahd von innen nach außen • Belassen größerer Randstreifen (auch kurzzeitig)

* EHZ: aktueller Gesamterhaltungszustand der Art im SPA

Eisvogel

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (C) entspricht nicht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand der Art (B). Folgende artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind neben den einleitend aufgeführten allgemeinen Behandlungsgrundsätzen geeignet, den derzeit ungünstigen Erhaltungszustand der Art in einen günstigen zu überführen (Erhaltungsmaßnahmen):

- keine Entfernung von Uferanbrüchen und Steiluferebereichen,

- keine Verbauungen der Gewässersohle,
- Reduzierung der Gewässerunterhaltungsmaßnahmen auf das unbedingt erforderliche Maß bzw. Anwendung schonender Unterhaltungsmaßnahmen,
- Verbesserung der Wasserqualität (Rückführung der Gewässertrübung und -belastung) durch Reduktion des Düngemiteleinsatzes im Umfeld (O40),
- Erhalt von Wurzeltellern umgestürzter Bäume insbesondere in Gewässernähe (W54),
- Ermittlung des Brutstatus,
- Schutz eventueller Brutplätze vor Störungen (Befahrens- (E15), Betretungs- (E4), Angel- (W80) und Badeverbote (E24) während der Brutzeit).

Die Grundsätze gelten vor allem für die ausgewiesenen Habitatflächen der Art an dem naturnahen Bach in der Schlucht zwischen Baumgarten und Huwenowsee und dem Nordufer des Kleinen und Großen Dölschsees als potenzielle Habitatflächen.

Daneben ergeben sich folgende flächenkonkreten Entwicklungsmaßnahmen zur Verbesserung des Brutplatzangebotes für den Eisvogel:

Habitat-ID	EHZ*	Maßn.-ID	Bezeichnung der Maßnahme
40010 - Ev	C	7015, 7016	<ul style="list-style-type: none"> • Erhalt von Wurzeltellern umgestürzter Bäume insbesondere in Gewässernähe (W54), • Anlage von Steilufeln
40011 - Ev, 40012 - Ev	C	7017, 7018	<ul style="list-style-type: none"> • Erhalt von Wurzeltellern umgestürzter Bäume insbesondere in Gewässernähe (W54), • Anbringung von künstlichen Nisthilfen (B4)

* EHZ: aktueller Gesamterhaltungszustand der Art im SPA

Schwarzspecht

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand der Art. Ziel ist die Erhaltung des günstigen Erhaltungszustandes des Lebensraumes und die Etablierung bzw. die Aufrechterhaltung einer stabilen, langfristig sich selbst tragenden Population. Folgende artspezifischen Grundsätze sind geeignet, den derzeit guten Erhaltungszustand der Art weiterhin zu sichern (Erhaltungsmaßnahmen):

- keine forstlichen Arbeiten im Bereich der Brutplätze bzw. Habitatflächen vom 01. Februar bis 30. Juni (F63),
- Schutz und dauerhafte Erhaltung aller Bäume mit Schwarzspechthöhlen (F44),
- Erhalt der flächigen Altholzbestände (F40),
- Belassen von liegendem und stehendem Totholz und Baumstubben (F45),
- möglichst vollständiger Verzicht auf Insektizid- und Pestizideinsatz in den Gehölzbeständen (O49).
- Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Mittelspecht

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (C) entspricht nicht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand (B) der Art. Ziel ist die Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustan-

des des Lebensraumes und die Etablierung bzw. die Aufrechterhaltung einer stabilen, langfristig sich selbst tragenden Population. Folgende artspezifischen Grundsätze sind geeignet, den derzeit ungünstigen Erhaltungszustand der Art zu verbessern (Erhaltungsmaßnahmen):

- dauerwaldartige und einzelstammweise Nutzung der Buchen- und naturnahen Laubwälder (F24) bei gleichzeitig hohem Anteil forstlich ungenutzter Waldbestände,
- Erhalt und aktive Förderung der Eichenanteile und weiterer rauborkiger Baumarten (wie Erle, Ulme, Weide),
- dauerhafter Erhalt von Eichen mit Absterbeerscheinungen (Totäste im Kronenbereich sind bevorzugte Standorte für die Höhlenanlage),
- Belassen von liegendem und stehendem Totholz und Baumstubben (F45),
- Verzicht auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (O49) oder (F61).

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Neuntöter

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand des Neuntöters. Ziel ist die Erhaltung des günstigen Erhaltungszustandes des Lebensraumes und die Etablierung bzw. die Aufrechterhaltung einer stabilen, langfristig sich selbst tragenden Population.

Folgende artspezifischen Grundsätze sind geeignet, den derzeit guten Erhaltungszustand der Art weiterhin zu sichern (Erhaltungsmaßnahmen):

- Erhalt bzw. Einrichtung größerer Heckenstreifen aus standortgemäßen, autochthonen Arten (z. B. Heckenrose, Weißdorn, Schlehdorn, Brombeere) (G11, G12, G14, G15, G16),
- regelmäßige Gehölzpflegemaßnahmen, ggf. Neuanpflanzung der oben genannten Gehölzarten,
- Erhalt und Entwicklung extensiv genutzter Flächen als Nahrungshabitate im Umfeld von Hecken und Gebüsch (z. B. unbefestigte Wege, Wald- und Wegränder, Trockenrasen, extensivierte Ackerrandstreifen (O51)),
- Erhalt und Entwicklung von extensiv genutztem Dauergrünland (O18),
- Förderung von lückigen und strukturreichen Vegetationsbeständen im Grünland zur Verbesserung der Nahrungsmenge und -erreichbarkeit durch reduzierte Düngung (O40) und extensive Nutzungsformen durch Beweidung (O33) oder zweischürige Mahd (O26),
- starke Reduzierung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln (O48).

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Heidelerche

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (C) entspricht nicht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand (B) der Heidelerche. Ziel ist die Wiederherstellung eines günstigen Erhal-

tungszustandes des Lebensraumes und die Etablierung bzw. die Aufrechterhaltung einer stabilen, langfristig sich selbst tragenden Population. Folgende artspezifischen Grundsätze sind geeignet, den derzeit ungünstigen Erhaltungszustand der Art in einen günstigen zu überführen (Erhaltungsmaßnahmen):

- Belassen von Brach- oder Saumstreifen/Restflächen bei der forstlichen Nutzung der Seilershofer Buchheide und der Baumgartener Heide,
- Erhalt und Schaffung aufgelichteter Waldbereiche (Schneisen) auf sandigen Sandorten (F57),
- Förderung extensiver landwirtschaftlicher Nutzungsformen, die auf die Lebensraumsprüche der Heidelerche ausgerichtet sind (z.B. extensiv genutzte Ackerrandstreifen (O51) und Förderung von Stilllegungen über Vertragsnaturschutzprogramme),
- Schutz bzw. Pflege von offenen Sandflächen (O89), Heiden, extensiv genutzten Bracheflächen,
- Verhinderung von Sukzession insbesondere auf trockenen bis mäßig feuchten Offenflächen (F57),
- Erhalt sandiger Wege und deren Randbereiche (keine weitere Versiegelung (S21) und ggf. Rückbau asphaltierter Wege (S7)),
- Anpassung der künstlichen Beregnung landwirtschaftlich genutzter Flächen mit Brutvorkommen,
- Förderung des ökologischen Landbaus.

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Ortolan

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand des Ortolans. Ziel ist die Erhaltung des günstigen Erhaltungszustandes des Lebensraumes und die Etablierung bzw. die Aufrechterhaltung einer stabilen, langfristig sich selbst tragenden Population. Folgende artspezifischen Grundsätze sind geeignet, den derzeit guten Erhaltungszustand der Art weiterhin zu sichern (Erhaltungsmaßnahmen):

- Erhalt von Saumstrukturen und Gehölzen (Baumreihen, Einzelbäume, Feldgehölze, Alleen) im Bereich der vom Ortolan besiedelten Flächen,
- Anlage von Baumreihen (G4), Alleen (G1) und Feldgehölzen (G19),
- Erhalt von unbefestigten Erd- und Sandwegen (ggf. Rückbau (S7)),
- möglichst vollständiger Verzicht auf Pestizide auf den Ortolanhabitatflächen und den angrenzenden Ackerflächen (O49),
- möglichst vollständiger Verzicht auf Düngung der an die Ortolanhabitatflächen angrenzenden Ackerflächen (O41),
- möglichst häufiger Anbau von Hackfrüchten auf den an die Ortolanhabitatflächen angrenzenden Ackerflächen,

- Förderung von landwirtschaftlichen Nutzungsformen, die auf die Lebensraumsansprüche des Ortolans ausgerichtet sind (z. B. Förderung von extensiv genutzten Ackerandstreifen (O51) und des Anbaus von Gemengen aus Getreide und Körnerleguminosen).

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Rebhuhn

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (C) entspricht nicht dem gebietspezifischen Zielerhaltungszustand der Art (B). Folgende artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind neben den einleitend aufgeführten allgemeinen Behandlungsgrundsätzen geeignet, den derzeit ungünstigen Erhaltungszustand der Art in einen günstigen zu überführen bzw. um eine Ansiedlung und erfolgreiche Brut auf geeigneten Flächen zu ermöglichen (Erhaltungsmaßnahmen):

- Erhalt aller Deckung bietenden Strukturen (Gehölze, Staudenfluren, Saumbiotope),
- Anlage von Hecken und Feldgehölzen (G12, G19),
- Belassen von Stoppelfeldern über das Winterhalbjahr, kein sofortiger Umbruch nach der Ernte (O16),
- Förderung von kleinflächigen landwirtschaftlichen Nutzungsformen, die auf die Lebensraumsansprüche des Rebhuhns ausgerichtet sind (z. B. Förderung von ungenutzten Saumstreifen oder Saumstreifen, die nur alle 2 bis 3 Jahre gemäht werden (O51), Erhalt der kleinflächigen Nutzung),
- Förderung einer vielgliedrigen Fruchtfolge mit Sommer-, Wintergetreide und Brachen,
- reduzierter Düngemittel- und Pestizideinsatz (O41, O48),
- einseitige Pflege von Grabenrändern mit jährlich wechselnder Seite für die Mahd,
- Erhalt unbefestigter Wege (ggf. Rückbau (S7)),
- Anlage „überjähriger“ Getreidestreifen zur Nahrungsversorgung im Winter,
- keine Bejagung.

Da die Qualität der beiden Habitatflächen (30150 auf Grünland, 30151 auf Acker) noch einen guten Erhaltungszustand aufweist und demzufolge eine Wiederbesiedlung hier am wahrscheinlichsten möglich ist, sind folgende flächenkonkreten Entwicklungsmaßnahmen erforderlich:

Habitat-ID	EHZ*	Maßn.-ID	Bezeichnung der Maßnahme
30150 - Re, 30151 - Re	C	7020, 7021, 7022, 7023	<input type="checkbox"/> Keine Mahd der Habitatflächen des Rebhuhns zur Brutzeit (Mitte April bis Mitte Juni) (O27) <input type="checkbox"/> Mahd der Habitatflächen außerhalb der Brutzeit von innen nach außen <input type="checkbox"/> Mahdgeschwindigkeit max. 5 km/h (O98) <input type="checkbox"/> keine Pflanzenschutzmittel (O49)

* EHZ: aktueller Gesamterhaltungszustand der Art im SPA

Wiedehopf

Der Wiedehopf brütet vermutlich nur sporadisch im Gebiet bzw. außerhalb des Untersuchungsgebietes. Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietspezifischen Zielerhaltungszustand des Wiedehopfes. Ziel ist die Erhaltung des günstigen Erhaltungszustandes des Lebensraumes zumindest als Nahrungshabitat. Folgende artspezifischen Grundsätze sind geeignet, den derzeit guten Erhaltungszustand der Art weiterhin zu sichern (Erhaltungsmaßnahmen):

- Sicherung und Erhaltung alter Streuobstbestände (G29 oder OK04), der Feldgehölze und Kopfbäume (G34) mit (potenziellen) Bruthöhlen,
- Anbringen von Nisthilfen (B4),
- erhebliche Reduktion des Düngemiteleinsatzes (O40) und Biozideinsatzes (O48),
- Extensivierung der Landwirtschaft,
- Belassen von Tothölzern in der Landschaft zur Förderung von Großinsekten (F45).

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Wendehals

Der Wendehals trat bisher vermutlich nur als Durchzügler im Gebiet auf und brütet außerhalb des Untersuchungsgebietes. Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (C) entspricht nicht dem gebiets-spezifischen Zielerhaltungszustand der Art (B). Folgende artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind neben den einleitend aufgeführten allgemeinen Behandlungsgrundsätzen geeignet, den derzeit ungünstigen Erhaltungszustand der Art in einen günstigen zu überführen (Erhaltungsmaßnahmen):

- Erhalt und Entwicklung einer strukturreichen Kulturlandschaft auf großer Fläche mit hohem Angebot alter, höhlenreicher Baumbestände, Ersatzpflanzungen für abgängige Bäume,
- Wiederherstellung und Sicherung nahrungsreicher Offenlandflächen (Wiesen, Weiden und Streuobstflächen),
- Reduktion von Düngemitteln (O40) und Insektiziden (O49b),
- Auslichten von Laub-, Misch- und Nadelwäldern mit dichtem Baumbestand und Waldrändern insbesondere in Südexposition und an trockenen Standorten (F48),
- Erhalt aller geeigneten Höhlenbäume insbesondere an Trockenstandorten (F44),
- Anbringung von künstlichen Nisthilfen in strukturarmen Gebieten (B4),
- keine forstlichen Arbeiten in Höhlennähe vom 30. April bis 31. Juli (F63),
- Verhinderung von Sukzession insbesondere auf trockenen bis mäßig feuchten Offenflächen (O89).

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Raubwürger

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand des Raubwürgers. Ziel ist die Erhaltung des günstigen Erhaltungszustandes des Lebensraumes und die Etablierung bzw. die Aufrechterhaltung einer stabilen, langfristig sich selbst tragenden Population. Folgende artspezifischen Grundsätze sind geeignet, den derzeit guten Erhaltungszustand der Art weiterhin zu sichern (Erhaltungsmaßnahmen):

- weitgehender Erhalt von Sitzwarten (Hecken, Waldsäume, Koppelpfähle) insbesondere auf den abgegrenzten Raubwürgerhabitataflächen (B17),
- Erhalt und Entwicklung extensiv genutzter Flächen als Nahrungshabitate im Umfeld von Hecken und Gebüsch (z. B. unbefestigte Wege, Wald- und Wegränder, Trockenrasen, extensivierte Ackerrandstreifen (O51)),
- Erhöhung des Brachflächenanteils,
- extensive Beweidung oder Wiesennutzung (O18).

Daneben ergeben sich folgende flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen:

Habitat-ID	EHZ*	Maßn.-ID	Bezeichnung der Maßnahme
30165 - Rw 30166 - Rw 30167 - Rw	B	6025	• Erhalt der Gehölzstrukturen, ggf. Ergänzung der Hecken (G14)

* EHZ: aktueller Gesamterhaltungszustand der Art im SPA

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Haubenlerche

Im SPA „Obere Havelniederung“ im Teilbereich des Naturparks Stechlin-Ruppiner Land sind kaum geeignete Habitate für die Haubenlerche vorhanden. Da es keine Brutnachweise und geeigneten Bruthabitate gibt, wurde der Erhaltungszustand der Haubenlerche im SPA „Obere Havelniederung“ im Teilbereich des Naturparks Stechlin-Ruppiner Land nicht bewertet. Es werden daher keine Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen vorgeschlagen.

Braunkehlchen

Der aktuelle Gesamterhaltungszustand (B) entspricht dem gebietsspezifischen Zielerhaltungszustand des Braunkehlchens. Ziel ist die Erhaltung des günstigen Erhaltungszustandes des Lebensraumes und die Etablierung bzw. die Aufrechterhaltung einer stabilen, langfristig sich selbst tragenden Population.

Wesentlich für das Vorkommen des Braunkehlchens sind extensiv genutzte Wiesen und die sie umgebenden Raine. Für das Vorkommen des Braunkehlchens besitzt die Präsenz vorjähriger Hochstaudenhalme eine erhebliche Bedeutung bei der Reviermarkierung. Von größter Bedeutung für den Reproduktionserfolg ist der vergleichsweise späte Zeitpunkt der ersten Mahd. Weitere Behandlungsgrundsätze sind:

- Förderung artenreicher Kräuterwiesen oder Hochstaudenfluren, die über die gesamte Brutperiode hinweg blühen, Förderung von Warten, beispielsweise sogenannte „Dürrständer“ vorjähriger Stauden,
- Belassen von Weidepfehlen und Weidezäunen und ungemähten Zaunrassen als Jagd- und Singwarten,
- Förderung einzelner niedrige Büsche und Bäume, manuelle Entbuschung bei Gehölzbeständen von > 5%,
- Beibehaltung bzw. Ausweitung extensiver Nutzung; bei Mahd überwiegend zweischürrig (O26), mit Auslassungsbereichen, v. a. an Nutzungsgrenzen/Grenzstrukturen (O18),
- extensive Grünlandnutzung mit begrenzter Weidetierdichte (max. 2-3 Tiere/ha) während der Brutzeit und späten Mahdterminen (Ende Juni/Anfang Juli) (O28) zum Schutz der Gelege und Nestlinge,
- bei einer früheren Mahd als Ende Juni / Anfang Juli: Belassen von ungemähten Randstreifen (bis zu 5 m breit) entlang der Parzellengrenzen, Zäune oder Grabenränder,
- Erhöhung der Wasserstände in Feuchtgrünlandgebieten als Bestandteil der allgemeinen Extensivierung des Grünlandes,
- Reduzierung der Düngung (O40) zur Ausbildung eines lückigen und strukturreichen Grasbestandes zur Verbesserung der Nahrungsmenge und –erreichbarkeit,
- Belassen bzw. Einrichtung einer kleinparzelligen Nutzungsstruktur (Wechsel aus Wiesen und Weiden),
- Belassen bzw. Einrichtung eines dichten Netzes von ungenutzten oder spät gemähten Parzellen, Graben- und Wegrändern mit ruderaler Hochstaudenflur (z.B. aus Wiesenkerbel, Disteln, Brennnessel, Ampfer etc. als überragende Jagd- und Singwarten) und wenigen einzeln stehenden kleinen Büschen (max. 3-4 pro 100 m, max. 2-3 m hoch)
- Belassen bzw. Einrichtung von kleinen Brachen mit Ruderalflur und wenigen einzelnen, kleinen Büschen,
- Belassen bzw. Einrichtung von extensivierten oder ungenutzten Ackerrandstreifen (O51).

Bei Beachtung der allgemeinen und artspezifischen Behandlungsgrundsätze sind für die Art keine flächenkonkreten Erhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Rast- und Überwinterungsplätze störungssensibler Zugvögel

Das Untersuchungsgebiet bietet verschiedenen wertgebenden Vogelarten geeignete Rasthabitats. Vielfach sind Größe und Verweildauer der Rastbestände abhängig von den Wasserständen im Gebiet sowie dem Witterungsverlauf (Zufrieren der Gewässer, Schneelage usw.), aber auch dem Nahrungsangebot. Bei letzterem spielen oftmals die angebauten Feldkulturen eine entscheidende Rolle (Raps, Mais usw.). Zur Sicherung der Erhaltungszustände der meisten relevanten Zug- und Rastvogelarten sind vor allem allgemeine Grundsätze zu beachten, während flächenkonkrete Maßnahmen nicht erforderlich sind. Viele der bei den

Brutvögeln bereits aufgeführten allgemeinen Behandlungsgrundsätze wirken sich bei Umsetzung bzw. Beachtung zugleich positiv auf verschiedene Rastvogelarten aus. Nachfolgend sind die allgemeinen Behandlungsgrundsätze für die relevanten Zug- und Rastvogelarten aufgeführt.

Tabelle 5: Allgemeine Behandlungsgrundsätze für die wertgebenden Zug- und Rastvogelarten im EU SPA „Obere Havelniederung“ (Teilbereich NP Stechlin-Ruppiner Land)

Lfd. Nr.	Behandlungsgrundsatz	Zielarten
Regelungen und Maßnahmen zur Erholungsnutzung		
01	Keine Störung der Natur durch Lärm	alle
Maßnahmen in Wäldern und Forsten einschließlich Jagd		
02	Reduzierung der Prädation durch intensive Bejagung von Fuchs, Marderhund und Waschbär	Singschwan, Saat- und Blässgans, Goldregenpfeifer
03	Verzicht auf Gänsebejagung	Singschwan, Saat- und Blässgans
Regelungen und Maßnahmen in der Offenlandschaft		
04	Erhalt des vorhandenen Extensivgrünlandes, Grünlandbewirtschaftung unter besonderer Berücksichtigung wiesenbrütender bzw. auf Extensivgrünland angewiesener Vogelarten	Saat- und Blässgans, Goldregenpfeifer
05	kein Grünlandumbruch und Umwandlung in Acker	Singschwan, Saat- und Blässgans, Goldregenpfeifer
06	keine Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln (Grünland)	Singschwan, Saat- und Blässgans, Goldregenpfeifer
Lfd. Nr.	Behandlungsgrundsatz	Zielarten
07	Belassen von Stoppelfeldern (auch Mais), kein sofortiger Umbruch nach der Ernte	Singschwan, Goldregenpfeifer
08	Erhalt des derzeitigen Anteils von Winterrapsanbau auf den Agrarflächen des SPA	Singschwan
Allgemeine Verbote		
09	Verbot Hunde frei laufen zu lassen	Singschwan, Saat- und Blässgans, Goldregenpfeifer
10	Verbot wildlebenden Tieren nachzustellen, sie mutwillig zu beunruhigen, zu fangen, zu verletzen, zu töten oder ihre Entwicklungsformen, Nist- Brut-, Wohn- und Zufluchtstätten der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören (außer jagdbare Arten) (Schutz nach § 39 BNatSchG)	alle
11	Sicherstellung der Störungsarmut während der Rastzeit auf den Nahrungsflächen	Singschwan, Saat- und Blässgans, Goldregenpfeifer
12	Fahrzeugverkehr auf Feldwegen ist bis auf Einzelfälle zu vermeiden, striktes Wegegebot innerhalb des SPA ist zu gewährleisten	Singschwan, Saat- und Blässgans, Goldregenpfeifer
13	Sicherung von Nahrungsflächen durch bewachsene Ackerflächen im Winter (Wintergetreide, Zwischenfrucht, etc.)	Singschwan, Goldregenpfeifer, Saat- und Blässgans
14	Verbot bauliche Anlagen zu errichten oder wesentlich zu verändern, auch wenn dies keiner öffentlich-rechtlichen Zulassung bedarf (z. B. Windenergieanlagen, Energiefreileitungen)	alle

Lfd. Nr.	Behandlungsgrundsatz	Zielarten
15	Verbot Tiere auszusetzen oder Pflanzen anzusiedeln (außer mit Naturschutzbehörde abgestimmte Bestandesstützungsmaßnahmen) (Schutz nach § 40 BNatSchG)	alle
16	Verbot Abfälle oder sonstige Gegenstände zu lagern, abzulagern oder sich ihrer in sonstiger Weise zu entledigen	alle
17	Verbot die Bodengestalt zu verändern, Böden zu verfestigen, zu versiegeln oder zu verunreinigen	alle
18	Verbot von Tiefflügen und von Ballonfahrten über dem SPA	alle
Regelungen an Gewässern und Mooren		
19	Keine Verschlechterung des ökomorphologischen Zustandes der Gewässer	Gänsesäger, Spießente, Kormoran
20	Verbot des Befahrens von Verlandungsbereichen, Röhrichten und Schwimmblattgesellschaften (Schutz nach § 30 BNatSchG)	Spießente
21	Keine Uferverbauungen (Schutz nach § 30 BNatSchG)	Spießente
22	Keine Einleitungen, die Gewässer von ihrem natürlichen Zustand entfernen, Absicherung guter Gewässerqualität zur Förderung der Fischfauna und Mollusken als Nahrungsgrundlage, bspw. durch Verringerung der Eutrophierung	Gänsesäger, Spießente, Kormoran
23	Erhalt aller Schilfröhrichte (Schutz nach § 30 BNatSchG i.V.m. § 18 BbgNatSchAG)	Spießente
24	Kein Angeln während der Rastzeit (November bis März) (kein Angeln oder Reduzierung der Angelnutzung)	Saat- und Blässgans, Gänsesäger
25	Einschränkung der Jagd (z.B. an Standgewässern auf Wasservogel etc.)	Saat- und Blässgans, Gänsesäger, Spießente, Kormoran

4.2.2.3 Funktionale Beziehungen des Schutzgebietes zu anderen Natura 2000-Gebieten

Das SPA-Gebiet „Obere Havelniederung“ weist aufgrund seiner Überschneidung mit den FFH-Gebieten „Wolfsluch“, „Seilershofer Buchheide“, „Döllnfließ“, „Liebenberger Bruch“, „Exin“, „Schnelle Havel“ und „Kreuzbruch“ sowie teilflächig mit dem FFH-Gebiet „Zehdenicker-Mildenberger Tonstiche“ unmittelbare funktionale Beziehungen zu diesen Schutzgebieten auf.

5 Beschreibung des Vorhabens und Ermittlung der relevanten Wirkfaktoren

5.1 Angaben zum geplanten Vorhaben

Die umweltplan projekt GmbH plant den Rückbau von 4 WEA und die Errichtung einer neuen WEA im Windpark Klosterfelde. Der Windpark besteht gegenwärtig aus insgesamt 10 WEA.

Die neue WEA vom Typ ENERCON E-138 mit einer Spitzenhöhe von 200 m erhält eine Tages- und eine Nachtkennzeichnung. Die Tageskennzeichnung wird aus jeweils zwei roten Farbfeldern je Rotorblatt, die sich in den äußeren Bereichen der Rotorblätter getrennt von einem weißen Farbfeld (jeweils 6 m Länge) befinden und einem 3 m hohen roten Farbring am WEA-Turm in ca. 40 m Höhe bestehen. Die bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung wird durch eine rotblinkende Befeuerung auf der WEA-Gondel sowie durch zwei Befeuerungsringe am Turm erfolgen, die sich erst bei Erkennung eines sich nahenden Luftfahrzeuges zuschaltet.

Am geplanten WEA-Standort wird unterirdisch ein kreisförmiges Fundament sowie als Schotterfläche ausgeführte Kranstellfläche errichtet. Die verkehrsmäßige Anbindung der WEA erfolgt durch die bereits vorhandenen Wege im Windpark.

Zusätzlich zu der beschriebenen dauerhaften Flächeninanspruchnahme ist die Anlage temporärer Montageflächen erforderlich, die nach Bauende sofort wieder in ihren ursprünglichen Zustand versetzt werden.

Zugleich ist im Rahmen des Vorhabens auch der Rückbau von 4 WEA vorgesehen, wodurch die von ihnen bis dahin in Anspruch genommene Fläche teilweise wieder für die landwirtschaftliche Nutzungen frei wird. In der Gesamtheit von Planung und Rückbau ergibt sich eine Netto-Flächenrückgewinnung von ca. 4.552 m².

5.2 Relevante Wirkfaktoren

5.2.1 Vorbemerkungen

Im Rahmen der Durchführung von Natura 2000-Verträglichkeitsuntersuchungen wird zwischen verschiedenen Komplexen von Wirkfaktoren unterschieden. Im Folgenden werden die verschiedenen Komplexe benannt, und die für Windenergieprojekte relevanten Wirkfaktoren, unter Berücksichtigung des hier geplanten umfangreichen WEA-Rückbaus, beschrieben.

5.2.2 Flächenbeanspruchung, Flächenumwandlung, Nutzungs- und Bestandsänderungen

Die direkte Flächenbeanspruchung beschränkt sich bei Windenergieprojekten anlagebedingt auf Fundament, Kranstellfläche und Zuwegung. Mit der Versiegelung bzw. Teilversiegelung ist ein unmittelbarer Verlust von Lebensräumen verbunden. Gleichzeitig erfolgt mit dem geplanten Rückbau von WEA die Wiederherstellung nutzbarer Flächen. Während der Errichtung einer WEA entstehen, wie auch beim geplanten Rückbau, durch den Bauverkehr sowie durch die Stell- und Lagerflächen temporäre Beeinträchtigungen von Flächenfunktionen.

5.2.3 Zerschneidung, Barrierewirkung, Kollision, Areal- und Habitatverkleinerung

Von Zerschneidung, Barrierewirkung sowie Areal- und Habitatverkleinerung können vor allem Tierarten betroffen sein. Da diese Beeinträchtigungen häufig durch eine Scheuchwirkung der WEA ausgelöst werden, stehen diese mit den optischen und akustischen Wirkungen (s. u.) in engem Zusammenhang. Das Wirkpotential von WEA in Bezug auf Kollisionen stellt insbesondere für Arten, die den Luftraum nutzen (Vögel und Fledermäuse), ein Problem dar. Die Wirkmechanismen werden detailliert im UVP-Bericht zum Vorhaben dargestellt.

Gleichzeitig kommt es mit dem geplanten Rückbau von 4 WEA zu einer wesentlichen Verkleinerung der Windparkfläche und damit auch des Wirkpotenzials.

5.2.4 Stoffliche Emissionen (ohne energetische Emissionen und Einleitungen)

Im Rahmen der Errichtung wie auch des Rückbaus von WEA kommt es durch die Tätigkeiten der Kran- und Baufahrzeuge in geringem Ausmaß zu stofflichen Emissionen. Anlage- und betriebsbedingt entstehen bei Windenergieprojekten keine stofflichen Emissionen.

5.2.5 Einleitungen (einschl. energetischer Einleitungen) / Entnahmen

Die Einspeisung des erzeugten Stroms in das Versorgernetz erfolgt unterirdisch. Darüber hinaus kommt es bei Windenergieprojekten nicht zu Einleitungen oder Entnahmen.

5.2.6 Akustische Wirkungen

Baubedingt entstehen im Rahmen von Windenergieprojekten einschließlich Rückbau temporär akustische Reize, die auch direkte Störungen von lärmempfindlichen Tieren zur Folge haben können. Daneben treten auch betriebsbedingt akustische Reize auf: So kommt es durch die Luftströmung am Rotor zu aerodynamischen und durch die Schwingung der Rotoren zu strukturdynamischen Schallemissionen (KLEIN & SCHERER 1996). Ferner können durch die Azimutmotoren von WEA weitere Schallemissionen auftreten. Die beschriebenen Reize können auch über das eigentliche Eingriffsgebiet hinaus noch negative Auswirkungen ha-

ben. Aufgrund der Schallabschwächung in der Luft kann man unabhängig von der Empfindlichkeit der betroffenen Art davon ausgehen, dass akustische Reize von WEA mit zunehmender Entfernung abnehmen. Mit dem geplanten Rückbau von 4 WEA werden sich nachweislich auch die akustischen Reize und ihre Ausbreitung in der Umgebung wesentlich verringern.

Da akustische Reize immer in Kombination mit visuellen Reizen auftreten, ist ihre Bedeutung hinsichtlich des Ursachen-Wirkungsgefüges nur schwer zu beurteilen. Es kann jedoch angenommen werden, dass das Meideverhalten einzelner Vogelarten gegenüber WEA zumindest teilweise auf akustische Reize von WEA zurückzuführen ist.

5.2.7 Optische Wirkungen

Allein aufgrund ihrer Höhe stellen WEA einen starken und weitreichenden optischen Reiz dar. Hinzu kommt die Drehung der Rotoren, die einen visuellen Reiz erzeugt, der in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung variieren kann. Im von der Sonne abgewandten Bereich verursachen die Rotorblätter temporär Schattenwurf.

Exponiert stehende WEA sind bei guten Sichtbedingungen bis in große Entfernungen sichtbar. Allerdings nimmt auch hier die Stärke des Reizes mit zunehmender Entfernung ab. Die Tatsache, dass einzelne Arten (z. B. rastende Kiebitze, vgl. BERGEN 2001) die Umgebung von WEA meiden, wird zumindest teilweise auch auf die visuellen Reize von WEA zurückgeführt. Die Errichtung und der Betrieb von WEA können somit auch über optische Wirkungen zu einer Verringerung der Habitatqualität oder sogar einem Lebensraumverlust für empfindliche Arten führen. Von einer diesbezüglich gegenteiligen Wirkung von Rückbaumaßnahmen, wie am Standort geplant, ist auszugehen.

5.2.8 Veränderungen des Meso- und Mikroklimas

Zu einer kleinräumigen Veränderung des Mikroklimas kommt es durch die Teilversiegelung (Kranstellfläche, Zuwegung) und Versiegelung (Fundament) von Boden. Im Rahmen von Windparkplanungen wird davon ausgegangen, dass lokale Winde im Bereich bis zum achtfachen Rotordurchmesser durch Windenergieanlagen abgebremst werden. Eine Abriegelung von für Belüftungsschneisen wertvollen lokalen Winden ist über den achtfachen Rotordurchmesser hinaus nicht zu erwarten. Zusammenfassend können die Auswirkungen von Windenergieprojekten auf das Mikroklima als sehr gering und lokal begrenzt bezeichnet werden. Durch den geplanten Rückbau von 4 WEA werden sich diese Auswirkungen verringern.

5.2.9 Kumulative Effekte

Alle genannten Effekte können sich auch erst im Zusammenwirken mehrerer Projekte ergeben (kumulative Effekte). Relevant könnten die Effekte insbesondere dann werden, wenn

- a) durch Meide-Effekte gegenüber WEA mehrerer Projekte (geplant oder bestehend) kumulative Effekte auslösen, die dazu führen, dass entweder
- essentielle Lebensräume so weit verkleinert werden, oder
 - räumlich funktional zusammenhängende Räume zerschnitten werden und so essentielle Lebensräume (etwa Bruthabitat und Nahrungshabitat) nachhaltig voneinander getrennt werden,
- dass sich dadurch der Erhaltungszustand der lokalen Population verschlechtert, bzw. die ökologischen Funktionen beeinträchtigter Fortpflanzungsstätten nicht erhalten bleibt.
- b) Durch das Zusammenwirken mehrerer Projekte (geplant oder bestehend) das Tötungsrisiko einzelner Arten im räumlichen Zusammenhang so weit erhöht wird, dass sich signifikante Auswirkungen auf den Erhaltungszustand der lokalen Population ergeben.

Hinsichtlich des geplanten Rückbaus von 4 WEA kann von keiner Kumulation von Auswirkungen gesprochen werden.

5.3 Vorbelastungen der FFH-/SPA-Gebiete

Vorbelastungen bestehen bisher durch die bereits vorhandenen 10 WEA am Vorhabenstandort sowie die ca. 1.600 m westlich davon liegenden 3 WEA (Windpark Stolzenhagen).

6 Prognose und Bewertung der zu erwartenden Auswirkungen

6.1 Lebensraumtypen

Alle von der Planung und vom Vorhaben beanspruchten Flächen befinden sich außerhalb der FFH-/SPA-Gebiete. Die Vorkommen aller Lebensraumtypen innerhalb der Schutzgebiete werden somit weder bau- noch anlagebedingt beeinträchtigt. Auch eine betriebsbedingte Auswirkung auf die Ausprägung oder das Vorkommen der Lebensraumtypen innerhalb der FFH-/SPA-Gebiete kann ausgeschlossen werden, da diese keine Empfindlichkeit gegenüber weitreichenden Reizen von WEA wie Schattenwurf oder Schallemissionen aufweisen.

6.2 Arten

6.2.1 Abschichtung von Arten des FFH-Gebietes „Kreuzbruch“

Die geplante WEA hält einen Abstand von mindestens 4.080 m zum FFH-Gebiet ein. In dieser Entfernung können bau-, anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen auf den Fischotter, den Elbebiber sowie den Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläuling ausgeschlossen werden.

Die in diesem Gebiet weiterhin vorkommenden Arten nach Anhang I der Vogelschutzrichtlinie (Bekassine, Kranich, Mittelspecht, Schreiadler, Schwarzstorch, Seeadler und Zwergschnäpper werden aufgrund der vollständigen Überschneidung des Gebietes mit dem SPA-Gebiet „Obere Havelniederung“ im Kap. 6.2.3 abgehandelt.

6.2.2 Verbleibende planungsrelevante Arten für das FFH-Gebiet „Kreuzbruch“

Nach dieser Abschichtung verbleiben für das FFH-Gebiet keine Arten als maßgebliche Bestandteile, für die sich erhebliche Beeinträchtigungen ergeben könnten.

6.2.3 Abschichtung von Arten des SPA-Gebietes „Obere Havelniederung“

Die geplante WEA liegt mit einem Mindestabstand von ca. 470 m knapp außerhalb des SPA-Gebietes. Die beiden vorhandenen westlichen WEA des Windparks Klosterfelde liegen bereits innerhalb der Grenze des SPA-Gebietes, die beiden vorhandenen nördlichen WEA des Windparks weisen mit ca. 130 m und 160 m einen noch geringeren Abstand auf.

Damit werden die Abstandsempfehlungen der LAG-VSW (2015) von 2.000 m (10-fache Höhe der WEA) (vgl. **Abbildung 1**) sowie auch der empfohlene Mindestabstand von 1.200 m unterschritten. In diesem unmittelbar angrenzenden Bereich können bau-, anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen auf die Vögel des Schutzgebietes nicht ausgeschlossen werden.

Vogellebensraum	Empfohlener Mindestabstand der WEA (Prüfbereiche in Klammern)
Europäische Vogelschutzgebiete (SPA) mit WEA-sensiblen Arten im Schutzzweck	10-fache Anlagenhöhe, mind. jedoch 1.200 m
Alle Schutzgebietskategorien nach nationalem Naturschutzrecht mit WEA-sensiblen Arten im Schutzzweck bzw. in den Erhaltungszielen	10-fache Anlagenhöhe, mind. jedoch 1.200 m
Feuchtgebiete internationaler Bedeutung entsprechend Ramsar-Konvention mit Wasservogelarten als wesentlichem Schutzgut	10-fache Anlagenhöhe, mind. jedoch 1.200 m
Gastvogellebensräume internationaler, nationaler und landesweiter Bedeutung (Rast- und Nahrungsflächen; z. B. von Kranichen, Schwänen, Gänsen, Kiebitzen, Gold- und Mornellregenpfeifern sowie anderen Wat- und Schwimmvögeln)	10-fache Anlagenhöhe, mind. jedoch 1.200 m
Regelmäßig genutzte Schlafplätze: Kranich, Schwäne, Gänse (mit Ausnahme der Neozoen) jeweils ab 1 %-Kriterium nach WAHL & HEINICKE (2013) sowie Greifvögel/Falken und Sumpfohreule	Kranich: 3.000 m (6.000 m) Schwäne, Gänse (mit Ausnahme der Neozoen): 1.000 m (3.000 m) Greifvögel/Falken* & Sumpfohreule: 1.000 m (3.000 m)
Hauptflugkorridore zwischen Schlaf- und Nahrungsplätzen bei Kranichen, Schwänen, Gänsen (mit Ausnahme der Neozoen) und Greifvögeln	Freihalten
Überregional bedeutsame Zugkonzentrationskorridore	Freihalten
Gewässer oder Gewässerkomplexe >10 ha mit mindestens regionaler Bedeutung für brütende und rastende Wasservögel	10-fache Anlagenhöhe, mind. jedoch 1.200 m
* Weihen, Milane, Seeadler und Merlin	

Abbildung 1 Abstandsempfehlungen für WEA zu bedeutenden Vogellebensräumen (LAG VSW 2015)

Trotzdem wird für windenergiesensible Vogelarten geprüft, ob sich durch die Errichtung oder den Betrieb der geplanten WEA im SPA-Gebiet erhebliche Beeinträchtigungen ergeben könnten.

Die WEA soll außerhalb des SPA-Gebietes errichtet werden. Diesbezüglich wird es nicht zum Verlust von Fortpflanzungsstätten und damit einhergehenden Individuenverlusten innerhalb des SPA-Gebietes kommen. Es wird zudem nicht erwartet, dass die allenfalls temporär und kurzfristig entstehenden baubedingten Störreize bei der Errichtung der geplanten WEA, wie auch dem Rückbau von 4 WEA, zu einer Verschlechterung des Erhaltungszustands der Populationen innerhalb des SPA-Gebietes führen werden.

Erhebliche Beeinträchtigungen für die Arten können sich nur dann ergeben, wenn anlagen- oder betriebsbedingte Auswirkungen in Form von:

- Meideverhalten der Individuen der Arten gegenüber WEA und
- ein besonderes Kollisionsrisiko der Individuen der Arten möglich sind.

Mit der jüngsten BNatSchG-Novelle erfolgten Neuerungen zur Windenergie an Land, insbesondere zu kollisionsgefährdeten Brutvogelarten, Signifikanz und Ausnahme (§ 45b einschließlich Anlagen), die Vorgaben zu den aus fachlicher Sicht erforderlichen Prüfbereichen für bedeutsame Brutplätze einer Reihe von gegenüber WEA als sensibel eingestuften Vogelarten enthält, um das Risiko von Störungen und Kollisionen zu vermindern.

In der folgenden **Tabelle 6:** werden diese Prüfbereiche wiedergegeben. Danach wird geprüft, inwieweit sich innerhalb dieser Bereiche um die geplante WEA Brutplatz der genannten Arten befinden.

Tabelle 6: Bereiche zur Prüfung bei kollisionsgefährdeten Brutvogelarten (Anlage 1, Abschnitt 1 zu § 45b BNatSchG)

Brutvogelarten	Nahbereich*	Zentraler Prüfbereich*	Erweiterter Prüfbereich*
Seeadler (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	500	2000	5000
Fischadler (<i>Pandion haliaetus</i>)	500	1000	3000
Schreiadler (<i>Clanga pomarina</i>)	1500	3000	5000
Steinadler (<i>Aquila chrysaetos</i>)	1000	3000	5000
Wiesenweihe ¹ (<i>Circus pygargus</i>)	400	500	2500
Kornweihe (<i>Circus cyaneus</i>)	400	500	2500
Rohrweihe ¹ (<i>Circus aeruginosus</i>)	400	500	2500
Rotmilan (<i>Milvus milvus</i>)	500	1200	3500
Schwarzmilan (<i>Milvus migrans</i>)	500	1000	2500
Wanderfalke (<i>Falco peregrinus</i>)	500	1000	2500
Baumfalke (<i>Falco subbuteo</i>)	350	450	2000
Wespenbussard (<i>Pernis apivorus</i>)	500	1000	2000
Weißstorch (<i>Ciconia ciconia</i>)	500	1000	2000

Sumpfohreule (<i>Asio flammeus</i>)	500	1000	2500
Uhu ¹ (<i>Bubo bubo</i>)	500	1000	2500
* Abstände in Metern, gemessen vom Mastfußmittelpunkt			
1 Rohrweihe, Wiesenweihe und Uhu sind nur dann kollisionsgefährdet, wenn die Höhe der Rotorunterkante in Küstennähe (bis 100 Kilometer) weniger als 30 m, im weiteren Flachland weniger als 50 m oder in hügeligem Gelände weniger als 80 m beträgt. Dies gilt, mit Ausnahme der Rohrweihe, nicht für den Nahbereich.			

Die für das SPA-Gebiet im Managementplan aufgeführten Erhaltungsziel-Arten Baumfalke, Wespenbussard, Schwarzmilan, Wachtelkönig, Rebhuhn, Braunkehlchen, Eisvogel, Raubwürger, Neuntöter, Heidelerche, Haubenlerche, Ortolan, Wendehals, Wiedehopf, Schwarzspecht, Mittelspecht, Sperbergrasmücke, Steinschmätzer, Tüpfelsumpfhuhn und Wendehals werden in Anlage 1, Abschnitt 1 zu § 45b BNatSchG nicht aufgeführt.

Es ergeben sich im Umfeld der WEA auch keine Besonderheiten die zu einer anderen Bewertung führen würden. Für diese Arten werden, als maßgebliche Bestandteile des SPA-Gebietes, keine erheblichen Beeinträchtigungen erwartet.

Als WEA-sensibel gemäß Anlage 1 Abschnitt 1 zu § 45b BNatSchG werden die folgenden Erhaltungszielarten des SPA-Gebietes gezählt: Fischadler, Schreiadler, Seeadler, Rohrweihe, Rotmilan, Weißstorch und Wiesenweihe.

Unter diesen Arten wurden im Umfeld des Vorhabengebietes mit Rohrweihe, Rotmilan und Weißstorch 3 SPA-Arten als Brutvögel nachgewiesen (vgl. TRIAS 2020). Die Brutplätze dieser Arten befinden sich nicht im Nahbereich. Nur der Brutplätze des Rotmilans befindet sich im zentralen Prüfbereich. Der Brutplatz des Weißstorchs liegt im erweiterten Prüfbereich.

Außerdem werden nördlich des Windparks Klosterfelde seit einigen Jahren Bruten des Schreiadlers nachgewiesen. Die Brutplätze befinden sich außerhalb des zentralen Prüfbereiches (3.000 m), jedoch innerhalb des erweiterten Prüfbereiches (5.000 m).

Für die Gruppe der störungssensiblen Zugvogelarten liegen keine aktuellen Untersuchungen vor. Ihr Vorkommen wird jedoch für das SPA-Gebiet belegt.

6.2.4 Verbleibende planungsrelevante Arten

Nach dieser Abschichtung verbleiben für das SPA-Gebiet folgende Arten als maßgebliche Bestandteile:

Rotmilan

Ein Meideverhalten der Art gegenüber WEA ist nicht bekannt. Im Rahmen der Untersuchungen von LIEDER (2022A) wurde innerhalb des zentralen Prüfbereiches um das geplante Vorhaben ein Brutplatz (innerhalb des SPA-Gebietes) der Art festgestellt. Im Standarddatenbogen des SPA-Gebietes werden seine Populationsgröße mit 20 und sein Erhaltungszustand mit „gut“ angegeben.

Der Rotmilan zählt zu den gegenüber WEA empfindlichen Vogelarten, für die ein erhöhtes Kollisionsrisiko besteht. Bisher wurden deutschlandweit 751 Schlagopfer (davon 145 in Brandenburg) festgestellt (vgl. DÜRR 2023). Nicht zuletzt dadurch wird die Einhaltung von Mindestabständen von Flächen mit Nutzung der Windenergie zu den Horstplätzen von Rotmilanen empfohlen bzw. festgelegt. Die Neuregelung des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) in der Fassung vom 20.07.2022 gibt in der Anlage 1 in Verbindung mit § 45b Bereiche zur Prüfung bei kollisionsgefährdeten Brutvogelarten vor. Bei dem Rotmilan gelten der Nahbereich bis 500 m vom Mastfußmittelpunkt aus, der zentrale Prüfbereich bis 1.200 m und der erweiterte Prüfbereich bis 3.500 m.

Bei einer Unterschreitung der Nahbereichsgrenze von 500 m ist gemäß § 45b BNatSchG das Tötungs- und Verletzungsrisiko der den Brutplatz nutzenden Exemplare signifikant erhöht. Bei dem durch LIEDER (2022A) nachgewiesenen Rotmilan befindet sich der Brutplatz mit 760 m Mindestabstand innerhalb des zentralen Prüfbereiches mit einem Grenzabstand von 1.200 m um den Mastfußmittelpunkt. Entsprechend § 45b BNatSchG bestehen in diesem Fall Anhaltspunkte dafür, dass das Tötungs- und Verletzungsrisiko der den Brutplatz nutzenden Exemplare signifikant erhöht ist, soweit

1. eine signifikante Risikoerhöhung nicht auf der Grundlage einer Habitatpotentialanalyse oder einer auf Verlangen des Trägers des Vorhabens durchgeführten Raumnutzungsanalyse widerlegt werden kann oder
2. die signifikante Risikoerhöhung nicht durch fachlich anerkannte Schutzmaßnahmen hinreichend gemindert werden kann; werden entweder Antikollisionssysteme genutzt, Abschaltungen bei landwirtschaftlichen Ereignissen angeordnet, attraktive Ausweichnahrungshabitate angelegt oder phänologiebedingte Abschaltungen angeordnet, so ist für die betreffende Art in der Regel davon auszugehen, dass die Risikoerhöhung hinreichend gemindert wird.

Aufgrund dessen wurde 2021 eine Raumnutzungsanalyse durchgeführt, nach deren Ergebnis die für den Rotmilan attraktiven Nahrungsflächen in Form von Grünland/Streuobstwiesen sowie Siedlungen/Gewerbeflächen nördlich, westlich und südlich des Brutplatzes liegen. Die Flächen sind durch einen hohen Grünlandanteil gekennzeichnet, der auch in den kommenden Jahren aus standörtlichen Gründen Bestand haben wird. Die Flächen im Windpark Klosterfelde, insbesondere am Standort der geplanten WEA spielten bei der Nahrungssuche kaum eine Rolle. Bevorzugte Flugstrecken waren in diesem Bereich nicht erkennbar.

Angesichts der untergeordneten Bedeutung des Windparks für die Nahrungssuche und die Reduzierung der hohen Vorbelastung durch den geplanten Rückbau von 4 WEA (es erfolgt eine Verkleinerung der Gesamtrоторfläche wie auch eine Verschiebung der Rotorfläche nach oben aus dem Hauptflugbereich des Rotmilans, UMWELTPLAN 2022) werden die vom geplanten Vorhaben ausgehenden Beeinträchtigungen des Rotmilans als gering bewertet. Unter diesen Voraussetzungen wird nicht erwartet, dass der Betrieb der geplanten WEA im Zusammenhang mit den bereits vorhandenen WEA zu erheblichen Beeinträchtigungen des Rotmilans als maßgeblichen Bestandteil des SPA-Gebietes führen wird.

Fischadler

Ein Meideverhalten der Art gegenüber WEA ist nicht bekannt. Im Rahmen der Recherchen sowie der Untersuchungen durch LIEDER (2022A) wurden innerhalb des 4.000 m Radius um das geplante Vorhaben keine Brutplätze der Art festgestellt. Im Standarddatenbogen des SPA-Gebietes werden seine Populationsgröße mit 4 und sein Erhaltungszustand mit „gut“ angegeben.

Der Fischadler zählt laut BNatSchG (2022) zu den kollisionsgefährdenden Greifvogelarten. Seine Empfindlichkeit gegenüber WEA und dem damit verbundenen Schlagrisiko an Windenergieanlagen ist nachgewiesen. Bisher wurden deutschlandweit 51 Schlagopfer (davon 21 in Brandenburg) festgestellt (vgl. DÜRR 2023). Deshalb wird von der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG-VSW 2015) die Einhaltung von Mindestabständen von Flächen mit Nutzung der Windenergie zu den Horstplätzen von Fischadlern von 1.000 m sowie ein Restriktionsbereich von 4.000 m empfohlen. Gemäß § 45b und Anlage 1 BNatSchG (2022) liegt der Nahbereich bis 500 m, der zentrale Prüfbereich bis 1.000 m und der erweiterte Prüfbereich bis 3.000 m um den Mastfußmittelpunkt.

Bau-, anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen auf den Fischadler werden aufgrund fehlender Brutnachweise im 4.000 m Radius und damit außerhalb des erweiterten Prüfbereiches um das geplante Vorhaben und die diesbezüglich großen Abstände zu (potenziellen) Brutplätzen innerhalb des SPA-Gebietes von > 4.000 m nicht erwartet.

Hinsichtlich dieser großen Abstände und des guten Erhaltungszustandes wird nicht erwartet, dass der Betrieb der geplanten WEA im Zusammenhang mit den rückzubauenden 4 WEA zu erheblichen Beeinträchtigungen des Fischadlers als maßgeblichen Bestandteil des SPA-Gebietes führen wird.

Rohrweihe

Ein Meideverhalten der Art gegenüber WEA ist nicht bekannt. Sie wurde bei der aktuellen Erfassung von LIEDER (2022A) nicht nachgewiesen. Im Standarddatenbogen des SPA-Gebietes werden ihre Populationsgröße mit 20 und ihr Erhaltungszustand mit „gut“ angegeben.

Die Rohrweihe zählt laut BNatSchG (2022) ebenfalls zu den abstandsrelevanten Greifvogelarten. Ihre Empfindlichkeit gegenüber WEA und dem damit verbundenen Schlagrisiko an Windenergieanlagen ist jedoch verhältnismäßig gering. Bisher wurden deutschlandweit 49 Schlagopfer (davon 8 in Brandenburg) festgestellt (vgl. DÜRR 2023). Gemäß § 45b und Anlage 1 BNatSchG (2022) liegt der Nahbereich bis 400 m, der zentrale Prüfbereich bis 500 m und der erweiterte Prüfbereich bis 2.500 m um den Mastfußmittelpunkt.

Die Rohrweihe gilt nur dann als kollisionsgefährdet, wenn die Höhe der Rotorunterkante im Flachland weniger als 50 m beträgt. Dieser Zustand wird von der geplanten WEA mit der Höhe der Rotorunterkante von 62 m nicht erreicht.

Bau-, anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen auf die Rohrweihe werden deshalb sowie aufgrund der großen Abstände zwischen ihren Brutplätzen und der geplanten WEA von über 1.000 m und die diesbezüglich großen Abstände zu weiteren (potenziellen) Brutplätzen innerhalb des SPA-Gebietes nicht erwartet.

Hinsichtlich dieser großen Abstände, des verhältnismäßig geringen Kollisionsrisikos und des guten Erhaltungszustandes wird nicht erwartet, dass der Betrieb der geplanten WEA im Zusammenhang mit den bereits vorhandenen und rückzubauenden 4 WEA zu erheblichen Beeinträchtigungen der Rohrweihe als maßgeblichen Bestandteil des SPA-Gebietes führen wird.

Wiesenweihe

Ein Meideverhalten der Art gegenüber WEA ist nicht bekannt. Sie wurde bei der aktuellen Erfassung von LIEDER (2022A) nicht nachgewiesen. Im Standarddatenbogen des SPA-Gebietes werden ihre Populationsgröße mit 1 und ihr Erhaltungszustand mit „gut“ angegeben. Laut dem Managementplan (GLASER et al. 2013) brütet die Wiesenweihe nur sporadisch im SPA-Gebiet. Eine Voraussage, wo eine Brutansiedlung stattfindet, ist nicht möglich. Die Wiesenweihe zählt laut BNatSchG (2022) zu den abstandsrelevanten Greifvogelarten. Ihre Empfindlichkeit gegenüber WEA und dem damit verbundenen Schlagrisiko an Windenergieanlagen ist jedoch verhältnismäßig gering. Bisher wurden deutschlandweit nur 6 Schlagopfer (keins in Brandenburg) festgestellt (vgl. DÜRR 2023). Aufgrund ihrer landes- und deutschlandweiten starken Gefährdung wird die Einhaltung von Mindestabständen von Flächen mit Nutzung der Windenergie zu den regelmäßig genutzten Brutplätzen von Wiesenweihen von 1.000 m bestimmt (LAG VSW 2015). Gemäß § 45b und Anlage 1 BNatSchG (2022) liegt der Nahbereich bis 400 m, der zentrale Prüfbereich bis 500 m und der erweiterte Prüfbereich bis 2.500 m um den Mastfußmittelpunkt.

Die Wiesenweihe gilt nur dann als kollisionsgefährdet, wenn die Höhe der Rotorunterkante im Flachland weniger als 50 m beträgt (außerhalb des Nahbereiches). Dieser Zustand wird von der geplanten WEA mit der Höhe der Rotorunterkante von 62 m nicht erreicht.

Bau-, anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen auf die Wiesenweihe werden aufgrund ihrer unregelmäßigen Brut im SPA-Gebiet, fehlender Nachweise im Untersuchungsgebiet (vgl. LIEDER 2022A) sowie der diesbezüglich großen Abstände zu potenziellen Brutplätzen innerhalb des SPA-Gebietes nicht erwartet.

Hinsichtlich dieser großen Abstände, des verhältnismäßig geringen Kollisionsrisikos und des guten Erhaltungszustandes wird nicht erwartet, dass der Betrieb der geplanten WEA im Zusammenhang mit den bereits vorhandenen und rückzubauenden 4 WEA zu erheblichen Beeinträchtigungen der Wiesenweihe als maßgeblichen Bestandteil des SPA-Gebietes führen wird.

Seeadler

Ein Meideverhalten der Art gegenüber WEA ist nicht bekannt. Im Rahmen der Recherchen sowie durch Lieder (2022A) wurden innerhalb des 4.000 m Radius um das geplante Vorhaben keine Brutplätze der Art festgestellt. Im Standarddatenbogen des SPA-Gebietes werden seine Populationsgröße mit 1 und sein Erhaltungszustand mit „gut“ angegeben.

Der Seeadler zählt laut BNatSchG (2022) zu den abstandsrelevanten Greifvogelarten. Seine Empfindlichkeit gegenüber WEA und dem damit verbundenen Schlagrisiko an Windenergieanlagen ist hoch. Bisher wurden deutschlandweit 269 Schlagopfer (davon 97 in Brandenburg) festgestellt (vgl. DÜRR 2023). Deshalb werden von der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG-VSW 2015) die Einhaltung von Mindestabständen von Flächen mit Nutzung der Windenergie zu den Horstplätzen von Seeadlern von 3.000 m und ein Restriktionsbereich von 6.000 m empfohlen. Gemäß § 45b und Anlage 1 BNatSchG (2022) liegt der Nahbereich bis 500 m, der zentrale Prüfbereich bis 2.000 m und der erweiterte Prüfbereich bis 5.000 m um den Mastfußmittelpunkt.

Bau-, anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen auf den Seeadler werden aufgrund fehlender Brutnachweise im 6.000 m Radius um das geplante Vorhaben und die diesbezüglich großen Abstände zu (potenziellen) Brutplätzen innerhalb des SPA-Gebietes von > 6.000 m nicht erwartet.

Hinsichtlich dieser großen Abstände und des guten Erhaltungszustandes wird nicht erwartet, dass der Betrieb der geplanten WEA im Zusammenhang mit den vorhandenen sowie den rückzubauenden 4 WEA zu erheblichen Beeinträchtigungen des Seeadlers als maßgeblichen Bestandteil des SPA-Gebietes führen wird.

Schreiadler

Ein Meideverhalten der Art gegenüber WEA ist nicht bekannt. Im Rahmen der Recherchen (vgl. Lieder 2022A/B) wurden im Abstand von ca. 3.600 m nördlich des geplanten Vorhabens Brutplätze der Art nördlich des Vorhabensgebietes festgestellt. Im Standarddatenbogen des SPA-Gebietes werden seine Populationsgröße mit 12 und sein Erhaltungszustand mit „gut“ angegeben.

Der Schreiadler zählt laut BNatSchG (2022) zu den abstandsrelevanten Greifvogelarten. Seine Empfindlichkeit gegenüber WEA und dem damit verbundenen Schlagrisiko an Windenergieanlagen ist hoch. Bisher wurden deutschlandweit 9 Schlagopfer (davon 3 in Brandenburg) festgestellt (vgl. DÜRR 2023). Gemäß § 45b und Anlage 1 BNatSchG (2022) liegt der Nahbereich bis 1.500 m, der zentrale Prüfbereich bis 3.000 m und der erweiterte Prüfbereich bis 5.000 m um den Mastfußmittelpunkt.

Die Brutplätze des Schreiadlers befinden sich im erweiterten Prüfbereich (5.000 m). Gemäß § 45b Abs. 4 BNatSchG ist hier das Tötungs- und Verletzungsrisiko der den Brutplatz nutzenden Exemplare nicht signifikant erhöht, es sei denn,

1. die Aufenthaltswahrscheinlichkeit dieser Exemplare in dem vom Rotor überstrichenen Bereich der Windenergieanlage ist aufgrund artspezifischer Habitatnutzung oder funktionaler Beziehungen deutlich erhöht und
2. die signifikante Risikoerhöhung, die aus der erhöhten Aufenthaltswahrscheinlichkeit folgt, kann nicht durch fachlich anerkannte Schutzmaßnahmen hinreichend verringert werden.

In den bisher durchgeführten Raumnutzungsanalysen (STOEFER et al. 2018, 2019, 2020) wurde festgestellt, dass das Umfeld des Windparks Klosterfelde keine nennenswerte Bedeutung als Jagdgebiet besitzt. Selbst in den größeren Grünlandbereichen im 500 m-Radius wurden in den Jahren 2019 und 2020 keine Schreiadler gesichtet, auch dann nicht, wenn es dort Mahd- oder Ernteereignisse gab. Auch eine Frequentierung des Windparks auf dem Weg zu anderen Nahrungsgebieten konnte in keinem Jahr festgestellt werden. Bei der aktuellen Raumnutzungsanalyse (Lieder 2022B) konnten ebenfalls keinerlei Nachweise von Schreiadleraktivitäten erbracht werden.

Die Ergebnisse dieser Raumnutzungsuntersuchungen wurden durch den Totfund eines Schreiadlers am 08.07.2022 im Windpark Klosterfelde an einer WEA, die nicht vom Antragsteller betrieben/rückgebaut werden soll, konterkariert.

Trotz des Totfundes kann jedoch nicht gefolgert werden, dass der Betrieb der geplanten WEA im Zusammenhang mit den bereits vorhandenen WEA zu erheblichen Beeinträchtigungen des Schreiadlers als maßgeblichen Bestandteil des SPA-Gebietes führen wird, auch wenn bereits der Verlust nur eines Tieres dieser seltenen Art populationswirksam ist (siehe AGW-Erlass).

Diese Einschätzung erfolgt aus den Ergebnissen der bisherigen Raumnutzungsanalysen heraus sowie vor allem aus Gründen der Anbaustruktur von Feldfrüchten im Windpark und seinem nahen Umfeld zum Zeitpunkt des Totfundes. Wie bekannt, stellen die als Grünland genutzten Flächen, die sich vor allem nördlich des Windparks erstrecken, bisher keine nennenswerten Nahrungshabitate des Schreiadlers dar. Selbst bei Aufsuchen dieser Flächen, dürfte sich daraus kaum ein Gefährdungsszenario ableiten lassen, da der Schreiadler auf dem Weg vom über 3.000 m nördlich gelegenen Brutplatz zu dem Grünlandkomplex den Windpark Klosterfelde nicht tangieren oder gar durchqueren muss.

Im Jahr 2022 wurde aber am westlichen Rand des Windparks Luzerne angebaut!

Die Luzerne bzw. der Luzerneanbau wird seit Jahren erfolgreich zur Vermeidung von Beeinträchtigungen von Greif- und Großvögeln durch Windparks in zahlreichen Bundesländern verwendet.

Luzerne gilt als ertrag- und eiweißreiche Futterpflanze, die im Jahr mehrmalig, je nach Standortbedingungen bis zu fünfmal geerntet wird. Aufgrund ihres raschen Nachwachsens ermöglicht sie der bodengebundenen Fauna, insbesondere den Nagern, eine bis auf den Erntezeitpunkt ausreichende Nahrung und vor allem Deckung.

Luzerneflächen werden deshalb als sogenannte Ablenkfutterflächen im weiteren Umfeld von Windparks angelegt, um attraktive Nahrungshabitate für Greife zu schaffen und damit die Frequentierung von Windparks bei der Nahrungssuche wesentlich zu reduzieren. In Verbindung mit den Schutzmaßnahmen gemäß Anlage 1 Abschnitt 2 zu § 45b BNatSchG, insbesondere der Abschaltung von WEA bei Ernte- und Bodenarbeiten, kann eine Tötung oder Verletzung von windenergiesensiblen Greifen und Großvögeln fast vollständig vermieden werden.

Im vorliegenden Fall wurde mit dem Luzerneanbau am Rand des Windparks Klosterfelde eine Gefährdungslage geschaffen, die aufgrund der Lockwirkung zu erheblichen Beeinträchtigungen der Greifvogelfauna der gesamten Umgebung geführt hat. Dass damit das Kollisionsrisiko in diesem bisher konfliktarmen Windpark erheblich angehoben wurde, hat der Totfund des ansonsten das Gebiet kaum streifende Schreiadlers deutlich gezeigt.

Um diese Gefährdungslage nicht noch einmal zu schaffen, ist unbedingt mit allen beteiligten Landwirten und Windenergiebetreibern die Thematik der landwirtschaftlichen Anbaustruktur und Fruchtfolge innerhalb sowie außerhalb des Windparks zu erörtern.

Der Luzerneanbau im Windpark Klosterfelde war bis dahin ein einmaliges Ereignis, der nicht zur Prognose eines besonders hohen Konfliktpotenzials herangezogen werden kann. Aus diesem Grund besitzen die bisherigen Ergebnisse der Raumnutzungsanalysen weiterhin Ihre Gültigkeit, woraus bau-, anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen auf den Schreiadler nicht abgeleitet werden können.

Unter Berücksichtigung einer besseren Zusammenarbeit zwischen allen Flächennutzern des Windparks Klosterfelde auf der Grundlage des aktuellen Kenntnisstandes wird nicht erwartet, dass der Betrieb der geplanten WEA im Zusammenhang mit den vorhandenen sowie den rückzubauenden 4 WEA zu erheblichen Beeinträchtigungen des Schreiadlers als maßgeblichen Bestandteil des SPA-Gebietes führen wird.

Weißstorch

Ein Meideverhalten der Art gegenüber WEA ist nicht bekannt. Im Rahmen der Untersuchungen von LIEDER (2022A) wurde innerhalb des 2.000 m Radius um das geplante Vorhaben ein Brutplatz der Art festgestellt. Dieser befindet sich inmitten von Klosterfelde außerhalb des SPA-Gebietes. Im Standarddatenbogen des SPA-Gebietes werden seine Populationsgröße mit 35 und sein Erhaltungszustand mit „gut“ angegeben.

Der Weißstorch zählt laut BNatSchG (2022) zu den abstandsrelevanten Großvogelarten. Seine Empfindlichkeit gegenüber WEA und dem damit verbundenen Schlagrisiko an Windenergieanlagen ist hoch. Bisher wurden deutschlandweit 95 Schlagopfer (davon 31 in Brandenburg) festgestellt (vgl. DÜRR 2023). Gemäß § 45b und Anlage 1 BNatSchG (2022) liegt der Nahbereich bis 500 m, der zentrale Prüfbereich bis 1.000 m und der erweiterte Prüfbereich bis 2.000 m um den Mastfußmittelpunkt.

Bau-, anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen auf den Weißstorch können aufgrund der Lage des Horstes in Klosterfelde und damit im erweiterten Prüfbereich ausgeschlossen werden (vgl. § 45b Abs. 4 BNatSchG).

Im Rahmen der aktuellen Brutvogel und Raumnutzungsuntersuchungen (LIEDER 2022A/B) wurde festgestellt, dass sich im Umfeld der geplanten WEA keine Hauptnahrungsgebiete des Weißstorchs befinden. Die Flächen im Windpark Klosterfelde werden nur zu bestimmten landwirtschaftlichen Aktivitäten wie Bodenbearbeitung und Ernte sporadisch zur Nahrungssuche angefliegen.

Angesichts der untergeordneten Bedeutung des Windparks für die Nahrungssuche und die Reduzierung der hohen Vorbelastung durch den geplanten Rückbau von 4 WEA werden die vom geplanten Vorhaben ausgehenden Beeinträchtigungen des Weißstorchs als gering bewertet. Unter diesen Voraussetzungen wird nicht erwartet, dass der Betrieb der geplanten WEA im Zusammenhang mit den bereits vorhandenen WEA zu erheblichen Beeinträchtigungen des Weißstorchs als maßgeblichen Bestandteil des SPA-Gebietes führen wird.

Gastvogellebensräume/Rastplatz für nordische Gänse

Laut der Gesetzesbegründung regelt § 45b BNatSchG nicht den Umgang mit der betriebsbedingten Kollisionsgefährdung von Ansammlungen bzw. während der Zeiten des Vogelzuges. Unter Ansammlungen sind insbesondere Kolonien, bedeutende Brut- und Rastgebiete sowie Schlafplatzansammlungen zu verstehen. Unter den Begriff der Schlafplatzansammlungen können vereinzelt in Brandenburg bekannte, regelmäßig genutzte Schlaf- und Ruheplätze kollisionsgefährdeter Arten wie Seeadler oder Rotmilan fallen. Des Weiteren gehören die meisten Arten, die in Ansammlungen bzw. während Zeiten des Vogelzuges auftreten, zu denen, die WEA und ihr Umfeld meiden und ggf. Fortpflanzungs- und Ruhestätten infolge von Bau, Anlage und/oder Betrieb aufgeben. Da sich § 45b BNatSchG ausweislich des Wortlauts nur auf den Betrieb von WEA bezieht, werden Verstöße gegen das Tötungs- und Verletzungsverbot des § 44 Absatz 1 Nr. 1 bei der Errichtung von WEA nicht von der Regelung umfasst (AGW-Erlass 2023).

Nordische Gänse sind während der Zugzeit eine WEA-meidende Artengruppe (siehe Tabelle 7:).

Tabelle 7: Vogelartengruppen mit unterschiedlicher Empfindlichkeit gegenüber dem Betrieb von WEA

	Mögliche Wirkungen des WEA-Betriebs		Beispiele
	Scheuchwirkung	Kollision	
Gruppe 1	erhebliche Scheuchwirkung durch die Bewegung der Rotoren (und ggf. durch Schattenschwurf, Lärm, Befeuern) dadurch Meidung des Umfelds der WEA	geringes Kollisionsrisiko, da Nähe der WEA normalerweise gemieden wird	nordische Gänse , viele Enten- und Limikolenarten

	Mögliche Wirkungen des WEA-Betriebs		Beispiele
	Scheuchwirkung	Kollision	
Gruppe 2	keine (geringe) Scheuchwirkung der Rotoren, Arten halten sich im näheren Umfeld der WEA auf	hohes Kollisionsrisiko bei einigen im freien Luftraum fliegenden Arten	einige Greifvogelarten, Weißstorch
Gruppe 3	keine (geringe) Scheuchwirkung der Rotoren, Arten halten sich im näheren Umfeld der WEA auf	geringes Kollisionsrisiko bei Arten, die den freien Luftraum meiden sowie bei fluggewandten, im freien Luftraum fliegenden Arten	meiste Kleinvogelarten

Der Wandlitzer See ca. 2,7 km südlich des Windparks wird in der Rastgebietskulisse Brandenburgs als Rastgebiet für Wasservogel mit einer Anzahl von über 1.500 Individuen und einem entsprechenden Schutzabstand zu Windparks von 1.000 m ausgewiesen. Dieses Kriterium wird vom geplanten Vorhaben erfüllt.

Zudem stellt das UG kein typisches Zug- und Rastvogelgebiet dar. Gründe hierfür sind vor allem der Mangel an Wasserflächen sowie das geringe Nahrungsangebot auf den überwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzten Offenflächen. Es besitzt demzufolge nur eine allgemeine Bedeutung.

Von einem Nahrungsflächenentzug durch das geplante Vorhaben inmitten des bestehenden Windparks kann deshalb nicht ausgegangen werden.

Die Empfindlichkeit nordischer Gänse gegenüber WEA und dem damit verbundenen Schlagrisiko an Windenergieanlagen ist sehr gering (LAG VSW 2015). Bisher wurden deutschlandweit nur 46 Schlagopfer (davon 14 in Brandenburg) festgestellt (vgl. DÜRR 2023).

Hinsichtlich des geringen Kollisionsrisikos und des guten Erhaltungszustandes der nordischen Gänse (SDB) wird nicht erwartet, dass der Betrieb der geplanten WEA im Zusammenhang mit den bereits vorhandenen und den rückzubauenden 4 WEA zu erheblichen Beeinträchtigungen nordischer Gänse als maßgeblichen Bestandteil des SPA-Gebietes führen wird.

6.3 Fazit

Es erfolgte die Prognose möglicher Auswirkungen auf die signifikanten Vorkommen von FFH-Lebensraumtypen des Anhangs I FFH-RL (inklusive der charakteristischen Arten) sowie von FFH-Arten des Anhangs II FFH-RL und auf die signifikanten Vorkommen von Vogelarten des Anhang I bzw. Art. 4 Abs. 2 der Vogelschutzrichtlinie.

Im Ergebnis ist festzustellen, dass sich keine erheblichen Beeinträchtigungen der maßgeblichen Bestandteile des geprüften FFH-Gebietes „Kreuzbruch“ sowie des geprüften SPA-Gebietes „Obere Havelniederung“ ergeben werden.

6.4 Veränderungen der funktionalen und räumlichen Kohärenz

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der avifaunistischen Erfassungen (vgl. LIEDER 2021) und den Ausführungen in Kap. 6.1 gehen von dem Vorhaben weder Abriegelungs- noch Isolationseffekte aus, so dass die Möglichkeit des Austausches von Populationen mit benachbarten Schutzgebieten unverändert erhalten bleibt. Es ergeben sich keine Hinweise, dass das Vorhaben zu einer Veränderung der Kohärenz des Schutzgebietssystems Natura 2000 führen wird.

6.5 Kumulative Wirkungen mit anderen Plänen und Projekten

Es werden durch die betrachteten vorhandenen, geplanten und rückzubauenden WEA im Windpark Klosterfelde keine kumulativen Effekte erwartet, die bezüglich der maßgeblichen Bestandteile des FFH-Gebietes „Kreuzbruch“ sowie des SPA-Gebietes „Obere Havekniederung“ geeignet sind, erhebliche Beeinträchtigungen auszulösen.

Der nächstgelegene Windpark (3 WEA) befindet sich ca. 1,6 km westlich des Windparks Klosterfelde. Aufgrund dieser größeren Entfernung zum nächstgelegenen Windpark ist von keiner kumulativen Wirkung im Zusammenhang mit dem Windpark Klosterfelde auszugehen.

7 Quellen

BAUER, H.-G., BEZZEL, E. & W. FIEDLER (2005): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas: Alles über Biologie, Gefährdung und Schutz. Freiburger Graphische Betriebe, Freiburg, 2005.

BERGEN, F. (2001): Windkraftanlagen und Frühjahrsdurchzug des Kiebitz (*Vane//us vane//us*): eine Vorher/Nachher-Studie an einem traditionellen Rastplatz in Nordrhein-Westfalen. Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen 33(2): 89-96.

Bundesamt für Naturschutz (BFN 2022): Steckbriefe der Nature 2000 Gebiete. www.bfn.de

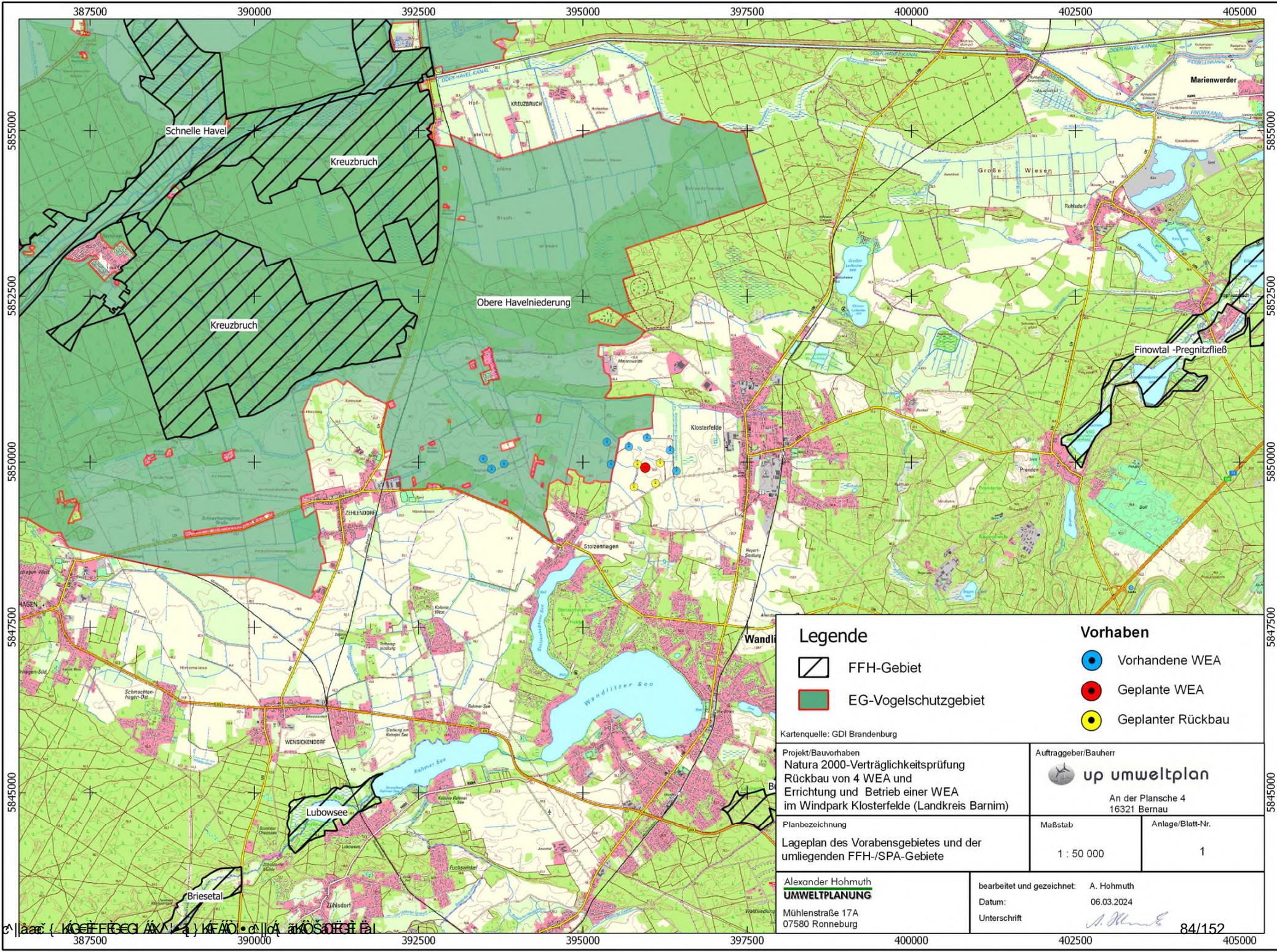
Brauneis, W. (1999): Der Einflug von Windkraftanlagen auf die Avifauna am Beispiel der „Solzer Höhe“ bei Bebra-Solz im Landkreis Hersfeld-Rothenburg. Unveröffentl. Studie im Auftrag des Bundes für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Landesverband Hessen e.V.

BRINKMANN, R., BEHR, O., NIERMANN, I. & M. REICH (Hrsg., 2011)): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Herausgeber: Institut für Umweltplanung Leibniz Universität Hannover Herrenhäuser Straße 2, 30419 Hannover. Cuvillier Verlag, Göttingen 2011.

- DÜRR, T. (2023): Vogelverluste an Windenergieanlagen in Deutschland. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Stand: 09.08.2023.
- GASSNER, E. (1995): Das Recht der Landschaft – Gesamtdarstellung für Bund und Länder. 360 S., Radebeul.
- GLASER, F., KREINSEN, B., LANGER, A., KALZ, B., KNERR, R., KABUS, T., MEYBAUM, I., RUNGE, S., WIEHLE, I., WOLF, R. & ANJA WOLTER (2013): Managementplanung Natura 2000 im Land Brandenburg. Managementplan für das Vogelschutzgebiet 7017 „Obere Havelniederung“ (Teilbereich NP Stechlin-Ruppiner Land). Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (Hrsg.). Potsdam, im November 2013.
- HAACK, S., GEBAUER, D., BRUNK, I. & TH. GREWE (2008): Pflege- und Entwicklungsplan Naturpark Barnim, FFH-Gebiet Nr.: 573 Kreuzbruch. Erstellt im Auftrag des Landesumweltamtes Brandenburg (Hrsg.). Eberswalde, April 2008.
- HORMANN, M. (2000): Schwarzstorch - *Ciconia nigra*. In: HESSISCHE GESELLSCHAFT FÜR ORNITHOLOGIE UND NATURSCHUTZ (Hrsg.): Avifauna von Hessen. HGON, Echzell.
- JANSSEN, G., HORMANN, M. & C. ROHDE (2004): Der Schwarzstorch - *Ciconia nigra*. Westarp Wissenschaften, Hohenwarsleben.
- LIEDER, K. (2022A): Repowering WEA Klosterfelde. Erfassung Brutvögel 2021. Untersuchungszeitraum: Februar bis Juli 2021. Ronneburg, 26.08.2022.
- LIEDER, K. (2022B): Repowering WEA Klosterfelde. Raumnutzungsanalyse Weißstorch, Schreiadler und Rotmilan 2021. Ronneburg, 26.08.2022.
- KLEIN, M. & R. SCHERER (1996): Schallemissionen von Rotorblättern an Horizontalachs-Windkraftanlagen. Anlagen laufen um bis zu vier Dezibel leiser. Wind Energie Aktuell 8/96: 31-33.
- KORN, M. & S. STÜBING (2003): Regionalplan Oberpfalz-Nord. Ausschlusskriterien für Windenergieanlagen im Vorkommensgebiet gefährdeter Großvögel. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag des Bundesverbands Windenergie, Landesverband Bayern. Linden.
- KORN, M. & S. STÜBING (2011): Ornithologisches Sachverständigengutachten „Schwarzstorch und Milane“ zu ausgewählten Vorrangflächen Windkraft in der VG Emmelshausen (Rheinland-Pfalz). Gutachten im Auftrag der VG Gemeindeverwaltung Emmelshausen. Linden.
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT DER STAATLICHEN VOGELSCHUTZWARTEN (LAG-VSW 2015): Abstandsregelungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten (Stand April 2015). Berichte zum Vogelschutz 51: 15-42.

- LANGGEMACH, T. & T. DÜRR (2013): Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel - Stand 09.10.2013. Staatliche Vogelschutzwarte des Landesamts für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, Nennhausen.
- LUA NRW (2002): Sachinformation Optische Immissionen von Windenergieanlagen. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen.
- KÜSTER ET AL. (2004): Leitfaden zur FFH-Verträglichkeitsprüfung im Bundesfernstraßenbau (Leitfaden FFH-VP). Ausgabe 2004. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. Bonn, Kiel.
- PNL (2014): Natura 2000-Verträglichkeitsuntersuchung für das VSG Vogelsberg zu möglichen Vorranggebieten Windenergie im Teilregionalplan Energie Mittelhessen. Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidiums Gießen. Hungen.
- SCHÜTZE UND PARTNER (2009): Ersterfassung und Managementplanung für das SCI 116 "Täler um Weißenberg". Abschlussbericht August 2009.
- STEVERDING, M. & A. LENK (2011): Fachgutachten zur Raumnutzung des Schwarzstorchs im Bereich Schweinschieder Wald Verbandsgemeinde Meisenheim, Kreis Bad Kreuznach, Rheinland-Pfalz). Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der juwi Wind GmbH. Odernheim.
- STOEFFER, M., ALBRECHT, M., ALLENBACHER, R., FLORIAN, M., KLASAN, S., MARCZIAN, S., ODRZYKOSKI, S., TETZLAFF, I., THIELE, H. & N. V. D. BURG (2020): Raumnutzungsuntersuchungen zum Schreiadler im Bereich des Windparks Klosterfelde und im Kreuzbruch, Zwischenbericht 2020. K&S Umweltgutachten, unveröff. Gutachten im Auftrag der ENERTRAG AG. Zepernick, 11.08.2020.
- STÜBING, S. (2001): Untersuchungen zum Einfluss von Windenergieanlagen auf Herbstdurchzügler und Brutvögel am Beispiel des Vogelsberges (Mittelhessen). Unveröffentl. Diplomarbeit. Fachbereich Biologie, Philipps-Universität Marburg.
- UP UMWELTPLAN GMBH (2022): Bewertung der Rotorgefährdungsfläche für den Rotmilan (*Milvus milvus*) im Repowering Klosterfelde. Bernau 24.10.2022.
- VOß, J.-R. (1998): Folgeuntersuchung der Avifauna als Grundlage für die Beurteilung der Auswirkungen von Windkraftanlagen auf die Vogelwelt am Standort Metzinger Berg bei Berk. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen.
- VSWFFM (Staatliche Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland, 2012): Artenhilfskonzept für den Schwarzstorch (*Ciconia nigra*) in Hessen. Teil A. Textteil. Frankfurt am Main.

Pläne



- Legende**
-  FFH-Gebiet
 -  EG-Vogelschutzgebiet

- Vorhaben**
-  Vorhandene WEA
 -  Geplante WEA
 -  Geplanter Rückbau

Kartenquelle: GDI Brandenburg

Projekt/Bauvorhaben
 Natura 2000-Verträglichkeitsprüfung
 Rückbau von 4 WEA und
 Errichtung und Betrieb einer WEA
 im Windpark Klosterfelde (Landkreis Barnim)

Auftraggeber/Bauherr

 An der Plansche 4
 16321 Bernau

Planbezeichnung
 Lageplan des Vorabensgebietes und der
 umliegenden FFH-/SPA-Gebiete

Maßstab
 1 : 50 000

Anlage/Blatt-Nr.
 1

Alexander Hohmuth
UMWELTPLANUNG
 Mühlenstraße 17A
 07580 Ronneburg

bearbeitet und gezeichnet: A. Hohmuth
 Datum: 06.03.2024
 Unterschrift 

Repowering WEA Klosterfelde Erfassung Brutvögel 2021



Abb. 1: Vorhabensgebiet im Mai 2021

Stand: 26.08.2022

Untersuchungszeitraum: Februar bis Juli 2021

Ingenieurbüro Klaus Lieder – Faunistische Gutachten

Gessentalweg 3

07580 Ronneburg

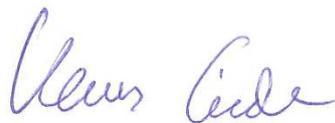
Impressum

Auftraggeber: **umweltplan projekt GmbH**
An der Plansche 4
16321 Bernau

Auftragnehmer: **Ingenieurbüro Klaus Lieder – Faunistische Gutachten**
Gessentalweg 3
07580 Ronneburg

Bearbeitung: *Dipl.-Ing (FH) Klaus Lieder*

Ronneburg, 26.08.2022



Dipl. Ing. (FH) Klaus Lieder

Inhaltsverzeichnis:

Abkürzungen

1. Untersuchungsanlass und Aufgabenstellung
 - 1.1. Allgemein
 - 1.2. Rechtliche Grundlagen
 - 1.3. Beschreibung der relevanten Wirkfaktoren des Vorhabens
2. Beschreibung des Vorhabens
 - 2.1. Gebietsbeschreibung
 - 2.2. Grenzen des Untersuchungsgebietes
 - 2.3. Vorhaben
3. Methode
4. Ergebnisse und Bewertung
5. Zusammenfassung
6. Literatur

Verwendete Abkürzungen:

Gesetzlicher Schutz:

**VSR - Richtlinie 79/409/EWG (Vogelschutzrichtlinie),
VSR I - Richtlinie 79/409/EWG (Vogelschutzrichtlinie), Arten des Anhang I**

BNatSchG - Bundesnaturschutzgesetz

§ - Besonders geschützte Art
§§ - Streng geschützte Art

Gefährdungseinstufung der Brutvögel:

RLD - Rote Liste der Brutvögel Deutschlands (RYS LAVY, BAUER, GERLACH, HÜPPOP, STA HMER & C. SUDFELDT 2020)

Kategorien:

- 1 Bestand vom Erlöschen bedroht, vom Aussterben bedroht
- 2 Stark gefährdet
- 3 Gefährdet
- R Arten mit geographischen Restriktionen in Deutschland
- V Arten der Vorwarnliste

RL-BB - Rote Liste der Brutvögel Brandenburgs (LfU 2019)

Kategorien:

- 1 - Vom Aussterben bedroht
- 2 - Stark gefährdet
- 3 - Gefährdet
- R - Extrem selten
- V - Arten der Vorwarnliste

Sonstige Abkürzungen:

WEA – Windenergieanlagen
BP – Brutpaar
Ind. – Individuen
TAK – Tierökologische Abstandskriterien für die Errichtung von Windenergieanlagen in Brandenburg, Stand 15.09.2018
LfU – Landesamt für Umwelt des Landes Brandenburg

Erläuterung der Brutzeitcodes :

Mögliches Brüten

A1

Art zur Brutzeit im möglichen Bruthabitat festgestellt

A2

Singendes, trommelndes oder balzendes Männchen zur Brutzeit im möglichen Bruthabitat festgestellt

Wahrscheinliches Brüten

B3

Paar zur Brutzeit in geeignetem Bruthabitat festgestellt

B4

Revierverhalten (Gesang, Kämpfe mit Reviernachbarn etc.) an mind. 2 Tagen im Abstand von mind. 7 Tagen am selben Ort lässt ein dauerhaft besetztes Revier vermuten

B5

Balzverhalten (Männchen und Weibchen) festgestellt

B6

Altvogel sucht einen wahrscheinlichen Nestplatz auf

B7

Warn- oder Angstrufe von Altvögeln oder anderes aufgeregtes Verhalten, das auf ein Nest oder Junge in der näheren Umgebung hindeutet

B8

Brutfleck bei gefangenem Altvogel festgestellt

B9

Nest- oder Höhlenbau, Anlage einer Nistmulde u.ä. beobachtet

Sicheres Brüten

C10

Ablenkungsverhalten oder Verleiten (Flügelahmstellen) beobachtet

C11a

Benutztes Nest aus der aktuellen Brutperiode gefunden

C11b

Eischalen geschlüpfter Jungvögel aus der aktuellen Brutperiode gefunden

C12

Eben flügge Jungvögel (Nesthocker) oder Dunenjunge (Nestflüchter) festgestellt

C13a

Altvögel verlassen oder suchen einen Nestplatz auf. Das Verhalten der Altvögel deutet auf ein besetztes Nest hin, das jedoch nicht eingesehen werden kann (hoch oder in Höhlen gelegene Nester)

C13b

Nest mit brütendem Altvogel entdeckt

C14a

Altvogel trägt Kotsack von Nestling weg

C14b

Altvogel mit Futter für die nicht-flüggen Jungen beobachtet

C15

Nest mit Eiern entdeckt

C16

Junge im Nest gesehen oder gehört

Wenn kein detaillierter Brutzeitcode angegeben werden kann:

A

Mögliches Brüten

B

Wahrscheinliches Brüten

C

Sicheres Brüten

1. Untersuchungsanlass und Aufgabenstellung

1.1. Allgemein

Die Firma umweltplan projekt GmbH plant die Repowering einer WEA in einem bestehenden Windpark bei Klosterfelde im Landkreis Barnim. Dafür sollen 4 Altanlagen zurückgebaut werden.

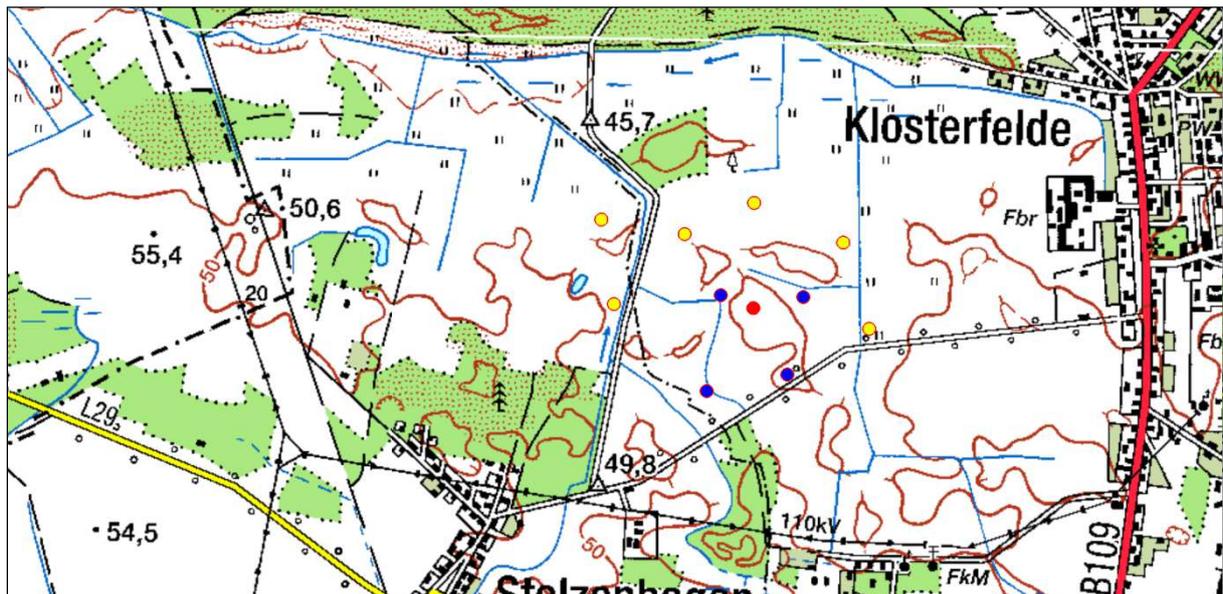


Abb. 2: Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte, Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Die Untersuchung sollte entsprechend des Windkrafterlasses des Landes Brandenburg vom 01.01.2011, den Tierökologischen Abstandskriterien vom 15.09.2018 und Untersuchungsanforderungen vom 15.09.2018 erfolgen.

Nachträglich werden die Änderungen im BNatSchG vom 20.Juli 2022 berücksichtigt.

Folgende Untersuchungsumfänge waren zu bearbeiten:

- Abfrage Daten LfU von Adlerarten, Schwarzstorch, Wanderfalke und Uhu
- Erfassung der TAK – Arten nach Anlage 1 im Schutzbereich, wenn nicht vom LfU anders festgelegt wird
- Erfassung der Brutvogelarten nach Anlage 1 der TAK im Restriktionsbereich (Adler, Störche)
- Erfassung weiterer Brutvogelarten im 300 m Umkreis um die geplante Anlage
- Horsterfassung im Umkreis von 1.000 m

1.2. Rechtliche Grundlagen

Im folgenden Gutachten wird untersucht, ob nachfolgende Verbotstatbestände gemäß § 44 BNatSchG erfüllt sind.

Es ist verboten:

1. Wild lebende Tiere der besonders geschützten Arten nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen oder zu töten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören (**Tötungs- und Verletzungsverbot**).
2. Wild lebende Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderzeiten erheblich zu stören; eine erhebliche Störung liegt vor, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert (**Störungsverbot**).
3. Fortpflanzungs- und Ruhestätten der wildlebenden Tiere der besonders geschützten Arten aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören (**Schädigungsverbot**).

Um den Lebensstättenchutz zu gewährleisten, können im Regelfall entsprechend § 44 Abs. 5 Satz 3 BNatSchG auch vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen ergriffen werden. Dabei handelt es sich um Maßnahmen, die die kontinuierliche, ökologische Funktionalität für die betroffenen Fortpflanzungs- und Ruhestätten bewahren sollen. Die CEF-Maßnahmen müssen vor den Eingriff in direkter funktionaler Beziehung durchgeführt werden. Eine ökologisch-funktionale Kontinuität soll ohne zeitliche Lücken gewährleistet werden. Es handelt sich um vorgezogene Ausgleichmaßnahmen. Über ein begleitendes Monitoring wird der Erfolg kontrolliert.

Bei Vorliegen von Verbotstatbeständen i.S.v § 44 BNatSchG ist die Prüfung einer Ausnahme nach § 45 Abs. 7 BNatSchG vorzunehmen.

Kann eine Ausnahme nicht erteilt werden, besteht die Möglichkeit einer Befreiung nach § 67 Abs. 1 Satz 2 BNatSchG.

Von besonderer Bedeutung für dieses Vorhaben ist die neue Fassung des Bundes-Immissionsschutzgesetz – BimSchG § 16b Repowering von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien:

„(1) Wird eine Anlage zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien modernisiert (Repowering), müssen auf Antrag des Vorhabenträgers im Rahmen des Änderungsverfahren nur Anforderungen geprüft werden, soweit durch das Repowering im Verhältnis zum gegenwärtigen Zustand unter Berücksichtigung der auszutauschenden Anlage nachteilige Auswirkungen hervorgerufen werden und diese für die Prüfung nach § 6 erheblich sein können.

(2) Die Modernisierung umfasst den vollständigen oder teilweisen Austausch von Anlagen oder Betriebssystemen und -geräten zum Austausch von Kapazität oder zur Steigerung der Effizienz oder der Kapazität der Anlage. Bei einem vollständigen Austausch der Anlage sind zusätzlich folgende Anforderungen einzuhalten:

- 1. Die neue Anlage wird innerhalb von 24 Monaten nach dem Rückbau der Bestandsanlage errichtet und*
- 2. der Abstand zwischen der Bestandsanlage und der neuen Anlage beträgt höchstens das Zweifache der Gesamthöhe der neuen Anlage.*

(3) Die Genehmigung einer Windenergieanlage im Rahmen einer Modernisierung nach Absatz 2 darf nicht versagt werden, wenn nach der Modernisierung nicht alle Immissionsrichtwerte der technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm eingehalten werden, wenn aber

- 1. der Immissionsbeitrag der Windenergieanlage nach der Modernisierung niedriger ist als der Immissionsbeitrag der durch sie ersetzten Windenergieanlagen und*
- 2. die Windenergieanlage dem Stand der Technik entspricht.*

(4) Der Umfang der artenschutzrechtlichen Prüfung wird durch das Änderungsgenehmigungsverfahren nach Absatz 1 nicht berührt. Die Auswirkungen der zu ersetzenden Bestandsanlage müssen bei der artenschutzrechtlichen Prüfung als Vorbelastung berücksichtigt werden. Bei der Festsetzung einer Kompensation aufgrund einer Beeinträchtigung des Landschaftsbildes ist die für die zu ersetzende Bestandsanlage bereits geleistete Kompensation abzuziehen.

(5) Die Prüfung anderer öffentlich-rechtlicher Vorschriften, insbesondere des Raumordnungs-, Bauplanungs- und Bauordnungsrechts, und der Belange des Arbeitsschutzes nach § 6 Absatz 1 Nummer 2 bleibt unberührt.

(6) Auf einen Erörterungstermin soll verzichtet werden, wenn nicht der Antragsteller diesen beantragt.

(7) § 19 findet auf Genehmigungsverfahren im Sinne von Absatz 1 für das Repowering von bis zu 19 Windenergieanlagen Anwendung. § 2 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 Buchstabe c der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen bleibt unberührt. Im vereinfachten Verfahren ist die Genehmigung auf Antrag des Trägers des Vorhabens öffentlich bekannt zu machen. In diesem Fall gilt § 10 Absatz 8 Satz 2 bis 6 entsprechend.“

1.3. Beschreibung der relevanten Wirkfaktoren des Vorhabens

Baubedingte Wirkfaktoren

Bei baubedingten Auswirkungen durch Baustraßen und Baueinrichtungsflächen treten in der Regel Flächenverluste auf, die sich pro Anlage zumeist im unteren einstelligen Hektarbereich bewegen. Artenschutzrechtlich relevant ist dies dann, soweit Vögel die betroffenen Flächen als essentieller Nahrungsraum nutzen oder auf diesen Flächen brüten. Baubedingte Störwirkungen durch Lichtkegel von Bauscheinwerfern und Baumaschinenlärm können zu Meidungsverhalten führen.

Ein Teil der Flächen wird nach Abschluss der Bauarbeiten rekultiviert und steht wieder als Lebensraum zur Verfügung.

Anlagenbedingte Wirkfaktoren

Anlagenbedingte Auswirkungen ergeben sich durch das Bauobjekt (ohne Betrieb) an sich. Wesentlich ist der direkte und dauerhafte Verlust von Habitatflächen und Nahrungsräumen. Sind unmittelbar Kernlebensräume betroffen, können solche Habitatverluste erhebliche Auswirkungen auf die lokale Population haben. Insbesondere sind bei einer Mehrzahl von Anlagen in einem Antragsverfahren ungünstige Summationswirkungen (=Gesamtverlust an Habitatfläche) zu prüfen. Der Verlust von Nahrungshabitaten durch Überbauung ist eine Beeinträchtigung, die in der Regel aufgrund der vergleichsweise geringen Flächeninanspruchnahme pro WEA bei Arten mit großen Aktionsräumen oder Arten mit günstigem Erhaltungszustand nicht zu einer erheblichen Beeinträchtigung führt, sofern Ausweichhabitate zur Verfügung stehen oder vorlaufend über vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen entwickelt werden.

Betriebsbedingte Wirkfaktoren

Betriebsbedingte Auswirkungen eines WEA-Projektes können sich durch den Betrieb der Windenergieanlagen (Rotorbewegung, Beleuchtung) sowie durch Unterhaltungsmaßnahmen wie Wartungs- und Reparaturarbeiten ergeben. Maßgeblich ist hier vor allem die Wahrscheinlichkeit des Kollisionstodes mit den sich drehenden Rotoren und durch Anflug in den unteren Mastbereich bei einigen Vogelarten (z.B. Grauammer, Neuntöter). Nachteilige Wirkungen von Schallemissionen im Beeinträchtigen das Balzverhalten einiger Vogelarten (z.B. Wachtelkönig, Rebhuhn) sind möglich.

2. Beschreibung des Vorhabens

2.1. Gebietsbeschreibung

Das Gebiet ist eben bis flachwellig. Im Bereich um die WEA werden die Flächen landwirtschaftlich genutzt. 2021 wurde hier Mais (nach einer Zwischenfrucht bis 10.05.2021) und Sommergetreide angebaut. Größere Grünlandflächen finden nordöstlich der geplanten Anlage. Eine Fläche östlich der geplanten Anlage ist zum Teil verschilft.



Abb. 3: Feuchtgebiet mit Schilf östlich der geplanten Anlage

Waldflächen begrenzen das Gebiet im Norden und Süden. Es handelt sich dabei um Kiefernwälder. Daneben gibt es kleiner Waldflächen, meist ebenfalls mit Kiefern. Laubwaldbestände sind auf meist feuchteren Standorten zu finden.

Im Umkreis von 3.000 m liegen die Ortschaften Klosterfelde und Stolzenhagen. Das Gebiet ist bereits durch mehrere WEA vorbelastet.

2.2. Grenzen des Untersuchungsgebietes

Die Grenzen des Untersuchungsgebietes wurden entsprechend der Aufgabenstellung gewählt.

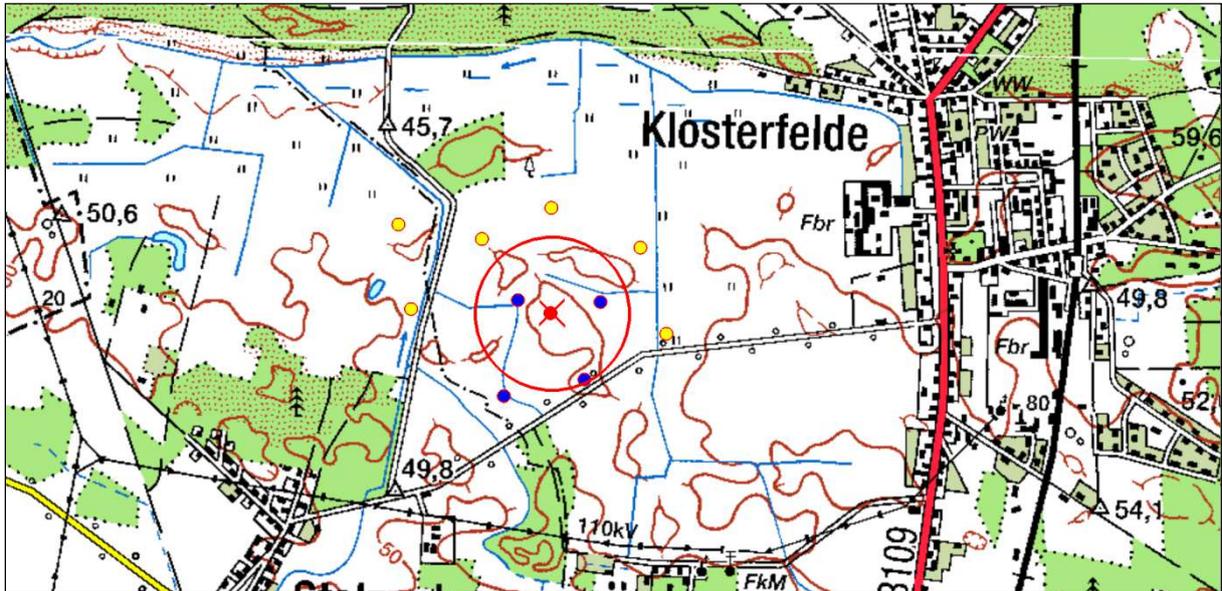


Abb. 4: geplante Anlage - roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte, Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte, Untersuchungsgebiet im 300 m – Radius um die geplanten Anlage nach Anlage 2 Absatz 3 des Windkraftrlasses von 2018 - rote Linie

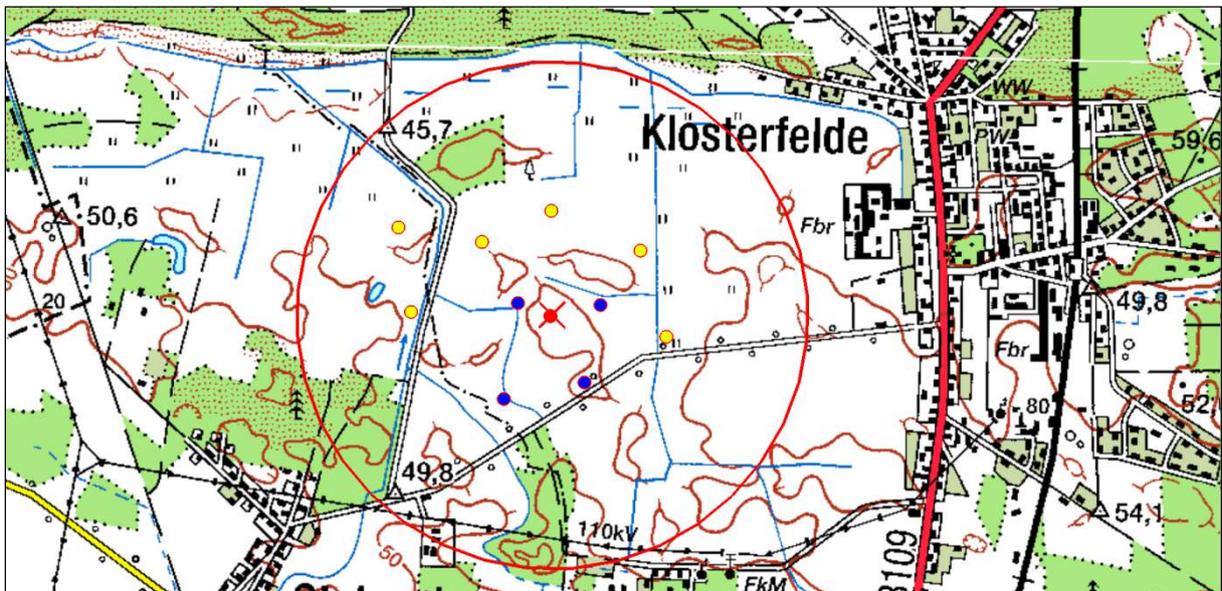


Abb. 5: geplante Anlage - roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte, Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte, Horstkartierung im 1.000 m – Radius um die geplanten Anlage nach Anlage 2 Absatz 3 des Windkraftrlasses von 2018 - rote Linie

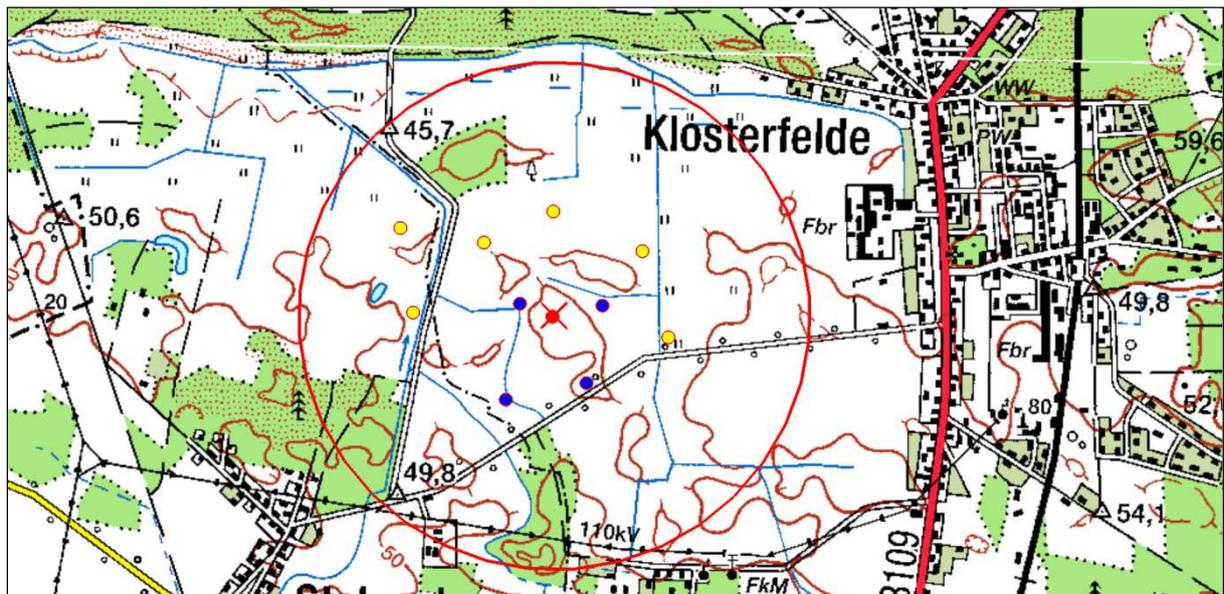


Abb. 6: geplante Anlage - roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte, Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte, Erfassung TAK - Arten im 3.000 m – Radius um die geplanten Anlage nach Anlage 2 Absatz 1 des Windkrafteerlasses von 2018 - rote Linie

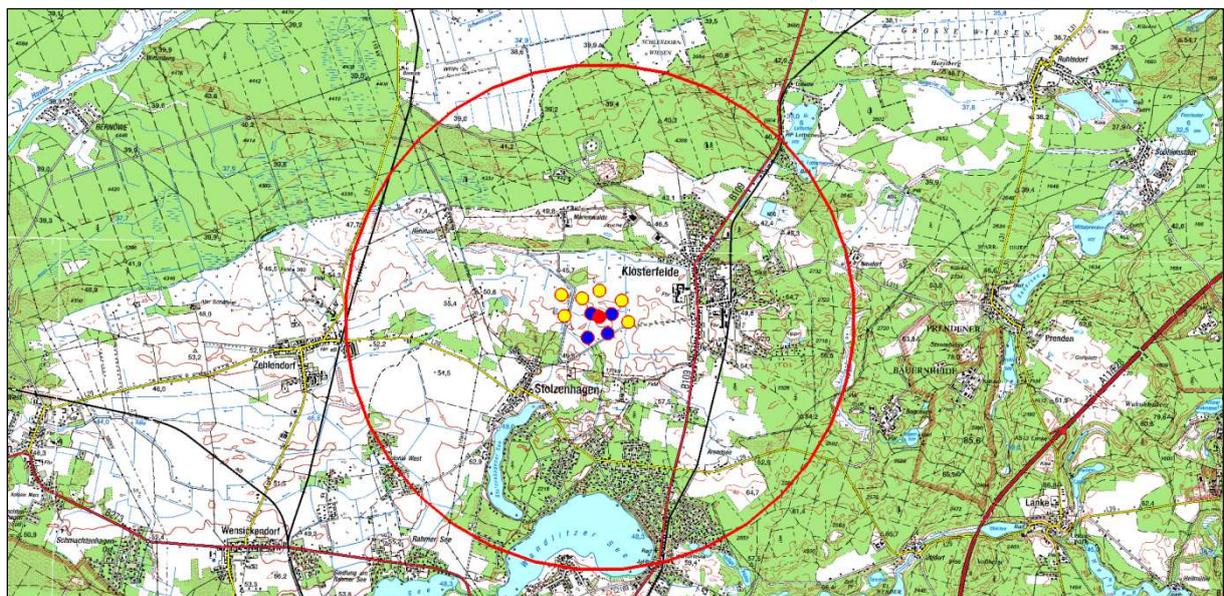


Abb. 7: geplante Anlage - roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte, Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte, Erfassung TAK - Arten im 4.000 m – Radius um die geplanten Anlage (Restriktionsbereich Fischadler) - rote Linie

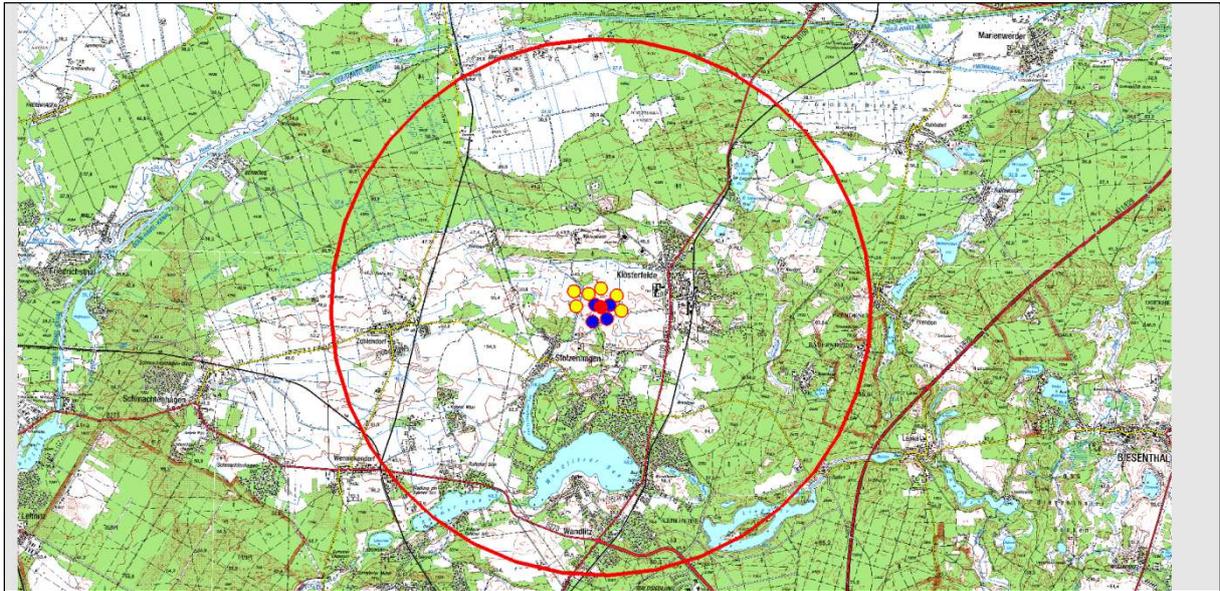


Abb. 8: geplante Anlage - roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte, Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte, Erfassung TAK - Arten im 6.000 m – Radius um die geplanten Anlagen (Restriktionsbereich Schreiadler und Seeadler) - rote Linie

2.3. Vorhaben

Geplant ist eine WEA vom Typ Enercon E 138 mit einer Nabenhöhe von 131 m und einem Rotordurchmesser von 138 m. Dafür sollen vier Altanlagen E 66 zurückgebaut werden.

3. Methode

Während den Kontrollen wurde das Gebiet systematisch nach wertgebenden Vogelarten abgesehen. Alle erfassten Vögel wurden in Tageskarten eingetragen. Daraus wurden die Brutreviere gebildet. Die Erfassungsmethode ist ausführlich in BIBBY, BURGESS & HILL (1995) beschrieben.

Bei der Erfassung und der Bewertung der Beobachtungen wurden die „Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands“ nach ANDRETTZKE, SCHIKORE & SCHRÖDER (2005) beachtet.

Die Begehungen wurden von KLAUS LIEDER, GITTA LIEDER – SÖLDNER und OLIVER REGNER durchgeführt.

Im Vorfeld der Erfassung erfolgte eine Datenabfrage beim LfU. Am 11.03.2021 stellte das LfU entsprechende Daten bereit.

Technische Ausrüstung:

GPSmap 60 der Firma GARMIN
Ferngläser SLC 10 x 42 WB und SLC 8 x 56 WB der Firma SWAROVSKI OPTIK
Spektiv Swarovski ATX 30–70x95

Karte:

Topographische Karte 1: 50.000 Bundesland Brandenburg

Tabelle 1: Begehungen 2021

Datum	Uhrzeit	Wetter
27.02.2021	14.00 – 22.00 Uhr	0 – 5°C, bewölkt, Wind 12 km/h aus WNW
12.03.2021	07.00 – 17.00 Uhr	4 – 8°C, heiter, Wind 38 km/h aus WSW
29.03.2021	07.00 – 17.00 Uhr 20.00 – 23.00 Uhr	8 – 19°C, sonnig, Wind 20 km /h aus SW 10 – 18°C, wolkenlos, Wind 17 km /h aus SW
08.04.2021	07.00 – 19.00 Uhr	-1 – 5°C, heiter, früh Schneeschauer, Wind 25 km/h aus W
19.04.2021	05.00 – 16.00 Uhr	5 – 11°C, wenige Wolken, früh Nebel, Wind 10 km/h aus N
11.05.2021	05.00 – 16.00 Uhr	11 -18°C, wolkig, Wind 7 km/h N
18.05.2021	20.00 – 23.00 Uhr	8 – 11°C, wenige Wolken, Wind 14 km/h aus W
19.05.2021	05.00 – 17.00 Uhr	7 – 15°C, heiter, Wind 15 km/h aus W
31.05.2021	04.00 – 14.00 Uhr	5 – 19°C, sonnig, wenige Wolken, Wind 8 km/h aus N
11.06.2021	05.00 – 17.00 Uhr	14 – 25°C, sonnig, wenige Wolken, Wind 11 km/h aus W
07.07.2021	16.00 – 24.00 Uhr	14 – 19°C, heiter, Wind 9 km/h aus W

4. Ergebnisse und Bewertung

Während der Untersuchung 2021 wurde entsprechend des Windkrafteerlasses des Landes Brandenburg vom 01.01.2011, den Tierökologischen Abstandskriterien und den Untersuchungsanforderungen vom 15.09.2018 im 300 m - Radius um die geplante Anlagen drei Arten festgestellt. Im Umkreis der geplanten WEA wurden vier wertgebende Arten in den massgebenden Schutzabständen und Restriktionsabständen nach TAK 2018 festgestellt.

Entsprechend den Anforderungen des Landes Brandenburg wird das Auftreten der wertgebenden Arten im 3.000 m – Umkreis bzw. 4.000/6.000 m – Umkreis (für Fisch- und Seeadler) und alle Brutvogelarten im 300 m - Umkreis im Folgenden detailliert dargestellt.

Hinsichtlich der Mindestabstände der Brutplätze zu Windenergieanlagen, Häufigkeit der Art, Kollisionsgefahr und Empfindlichkeit gegenüber Windenergieanlagen sind noch folgende Erläuterungen notwendig:

Häufigkeit

Verwendet wurden die aktuellsten Zahlen zum Vorkommen in Deutschland und Brandenburg nach GEDEON et al. (2014), LfU (2021) und RYSLAVY et al. (2020).

Die Größe der lokalen Population ist ebenfalls nicht bekannt und ohnehin nur schwer abgrenzbar. Eine entsprechende aktuelle Datengrundlage fehlt aus dem Untersuchungsgebiet.

Vergleich der Totfundhäufigkeit:

MAMMEN & MAMMEN (2008) schlagen zur Vergleichbarkeit der Totfundhäufigkeit einen Index vor, der aus dem mittleren Bestand in Deutschland (Brutpaare) geteilt durch die Anzahl registrierter Totfunde multipliziert mit der Anzahl der Untersuchungsjahre. Bisher liegen nach DÜRR (2021) Ergebnisse aus den Jahren 2002 bis Mai 2021 vor (20 Jahre).

Je kleiner der Indexwert ist, umso gefährdeter ist die Vogelart.

Generell kann ein Index über 10.000 als völlig unbedeutend hinsichtlich des Tötungsrisikos eingeschätzt werden. Auch Werte zwischen 3.000 und 10.000 weisen auf ein geringes Tötungsrisiko hin. Bei Indexwerten unter 3.000 muss das Auftreten der Art bei Horst kritisch untersucht werden.

Empfindlichkeit nach REICHENBACH et al. (2004):

- Geringe Empfindlichkeit:
Die Art reagiert nicht oder nur mit geringfügigen räumlichen Verlagerungen, Bestandsveränderungen bewegen sich im Rahmen natürlicher Schwankungen.
- Mittlere Empfindlichkeit:
Die Art reagiert mit erkennbaren räumlichen Verlagerungen in einer Größenordnung bis ca. 200 m, es kommt zu Bestandsverringerungen, jedoch nicht zu vollständigen Verdrängungen.

- Hohe Empfindlichkeit:
Die Art reagiert mit starken räumlichen Verlagerungen in Entfernungen von mehr als 200 m, es kommt zu deutlichen Bestandsrückgängen im betrachteten Raum.

Für verschiedene Vogelarten wurden die aktuellen Erkenntnisse, die in „Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel, Stand 10.05.2021“ der LfU dargelegt werden, verarbeitet.

Arten

Jede festgestellte Vogelart wird in systematischer Reihenfolge abgehandelt. Die Systematik, Taxonomie und Nomenklatur richtet nach BARTHEL & KRÜGER (2018, 2019). Brutnachweise und Brutverdacht werden in der Karte als Brutrevier dargestellt.

Brutvorkommen von Vogelarten, bei denen die Tierökologischen Abstandskriterien für die Errichtung von Windenergieanlagen in Brandenburg (Stand 15.09.2018) zu berücksichtigen sind.

Im Umkreis um die geplanten Windenergieanlagen ist das Vorkommen von vier Vogelarten bekannt, die nach der TAK 2018 benannt sind.

Tabelle 2: Brutvogelarten (nach TAK 2018)
Gefährdung und Schutzstatus

Art		Rote Liste		Schutz	
deutscher Name	wissenschaftlicher Name	RLD 2020	RL-BB 2019	B	VSR
Kranich	<i>Grus grus</i> (L.)	-	-	§§	x
Weißstorch	<i>Ciconia ciconia</i> (L.)	V	3	§§	x
Schreiadler	<i>Aquila pomarina</i> C. L. Brehm	1	1	§§	x
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i> (L.)	V	-	§§	x

Tabelle 3: Anzahl der Brutpaare 2021 in Schutz- und Restriktionsbereichen

Art		Brutpaare	TAK 2018	
deutscher Name	wissenschaftlicher Name		Schutzbereich in m	Restriktionsbereich in m
Kranich	<i>Grus grus</i> (L.)	3	500 0 BP	- 3 BP
Weißstorch	<i>Ciconia ciconia</i> (L.)	1	1.000 0 BP	3.000 1 BP
Schreiadler	<i>Aquila pomarina</i> C. L. Brehm	1	3.000 0 BP	6.000 1 BP
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i> (L.)	1	1.000 1 BP	-

Am 20. Juli 2022 wurde das Bundesnaturschutzgesetz geändert. Für das vorliegende Gutachten bedeutsam sind die Änderungen der Abstandskriterien für Brutvögel, die nun bundeseinheitlich geregelt sind.

Es ergeben sich folgende Neuregelungen (BNatschG, Anlage 1 zu §45b):

Tabelle 3: Anzahl der Brutpaare 2021 in jeweiligen Prüfbereichen

Art		Brutpaare	BNatschG, Anlage 1 zu §45b		
deutscher Name	wissenschaftlicher Name		Nahbereich	Zentraler Prüfbereich	Erweiterter Prüfbereich
Kranich	<i>Grus grus</i> (L.)	3	nicht relevant		
Weißstorch	<i>Ciconia ciconia</i> (L.)	1	500 m 0 BP	1.000 m 0 BP	2.000 m 1 BP
Schreiadler	<i>Aquila pomarina</i> <i>C. L. Brehm</i>	1	1.500 m 0 BP	3.000 m 0 BP	5.000 m 1 BP
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i> (L.)	1	500 m 0 BP	1.200 m 1 BP	3.500 m

Bei der Bewertung der Brutvorkommen nach den Maßstäben des BNatschG, Anlage 1 zu §45b ist Folgendes zu beachten:

Nahbereich: „Liegt zwischen den Brutplatz einer Brutvogelart und der Windenergieanlage ein Abstand, der geringer ist als der in Anlage 1 Abschnitt 1 für diese Brutvogelart festgelegte Nahbereich, so ist das Tötungs- und Verletzungsrisiko der den Brutplatz nutzenden Exemplare signifikant erhöht.“

Zentraler Prüfbereich: „Liegt zwischen den Brutplatz einer Brutvogelart und der Windenergieanlage ein Abstand, der größer als der Nahbereich und geringer als der zentrale Prüfbereich ist, die in Anlage 1 Abschnitt 1 für diese Brutvogelart festgelegt sind, so bestehen in der Regel Anhaltspunkte dafür, dass das Tötungs- und Verletzungsrisiko der den Brutplatz nutzenden Exemplare signifikant erhöht ist, soweit

1. eine signifikante Risikoerhöhung nicht auf Grundlage einer Habitatpotenzialanalyse oder einer auf Verlangen des Trägers des Vorhabens durchgeführten Raumnutzungsanalyse widerlegt werden kann oder
2. Die signifikante Risikoanalyse nicht durch fachliche Schutzmaßnahmen hinreichend gemindert werden kann; werden entweder Antikollisionssysteme genutzt, Abschaltung bei landwirtschaftlichen Ereignissen angeordnet, attraktive Ausweichnahrungshabitate angelegt oder phänologiebedingte Abschaltungen angeordnet, so ist für die betreffende Art in der Regel davon auszugehen, dass die Risikoerhöhung hinreichend gemindert wird.“

Erweiterter Prüfbereich: „Liegt zwischen den Brutplatz einer Brutvogelart und der Windenergieanlage ein Abstand, der größer als der zentrale Prüfbereich und höchstens so groß ist wie der erweiterte Prüfbereich, die in der Anlage 1 Abschnitt 1 für diese Brutvogelart festgelegt sind, so ist das Tötungs- und Verletzungsrisiko der den Brutplatz nutzenden Exemplare nicht signifikant erhöht, es sei denn

1. die Aufenthaltswahrscheinlichkeit dieser Exemplare in dem vom Rotor überstrichenen Bereich der Windenergieanlage ist auf Grund artspezifischer Habitatnutzung oder funktionaler Beziehungen deutlich erhöht und
2. die signifikante Risikoerhöhung, die aus der erhöhten Aufenthaltswahrscheinlichkeit folgt, kann nicht durch fachlich anerkannte Schutzmaßnahmen hinreichend verringert werden.“

Kranich (*Grus grus*)

Europäische Vogelart nach VSR

1 Grundinformationen

Rote – Liste Status Deutschland: -
Rote - Liste Status Brandenburg: -
Streng geschützte Art nach BNatSchG: x
Art nach Anhang I der VSR: x
Prioritäre Art für den Vogelschutz in Deutschland: -

Art im UG nachgewiesen: x Vorkommen potentiell möglich:
Status: Brutvogel

Gefährdung oder Beeinträchtigung durch Windenergieanlagen:

Abstandsregelung nach TAK vom 15.09.2018:

Schutzbereich: Einhaltung eines Radius von 500 m um Brutplatz

Restriktionsbereich: -

Abstandsregelung nach BNatSchG, Anlage 1 zu §45b: keine Schutzabstände gefordert

Kollisionsopfer nach DÜRR (2021), Stand 07.05.2021: 29

LfU (2021) Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel:

„Kollisionsgefährdung unter den bisherigen Ausschlusskriterien trotz auch nächtlicher Flugaktivität sehr gering:

- o Die Nahrungssuche erfolgt nur zu Fuß (anders als bei Greifvögeln).
- o Wechsel zwischen Nahrungsflächen erfolgen im bekannten Revier, wo Windfelder auch im Nahbereich der Anlagen durchflogen werden, meist bei Flughöhen um die 20-60 m.
- o Während der 8-wöchigen Jungenaufzucht bis zum Flüggesein fliegen die Altvögel selten.

Minimalabstände nach HÖTKER (2006): angegeben wird der Mittelwert in Metern

- Brutzeit: unbekannt
- außerhalb Brutzeit: unbekannt

Empfindlichkeitseinstufung nach REICHENBACH et al. (2004)

- zur Brutzeit: unbekannt
- außerhalb der Brutzeit: hoch

LfU (2021) Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel:

„ab 400 m Entfernung zu WEA keine Beeinträchtigungen für Kraniche feststellbar (SCHELLER & VÖKLER 2007).“

„Störungen durch Bau, Erschließung, Wartung usw. wahrscheinlicher als durch WEA selbst.“

Mittlerer Brutbestand in Deutschland 2016 nach RYSLAVY et al. (2020): 10.000 Paare

Brutbestand in Brandenburg 2015/2016 nach LfU (2021): 2.700 – 2.900 Reviere

Lokale Population, Vorkommen im Untersuchungsgebiet:

Im Untersuchungsraum wurden 2021 drei Brutreviere gefunden.

Der geforderte Schutzabstand nach TAK wird für alle Brutplätze eingehalten.

2. 1 Prognose des Tötungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr.1 BNatSchG

Totfundindex: 6.897

Es besteht für die Art ein geringes Risiko an einer Windenergieanlage getötet zu werden.

Konfliktvermeidende Maßnahmen erforderlich: nein

Tötungsverbot ist erfüllt: ja nein

2. 2 Prognose des Störungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr.2 BNatSchG

Für den Kranich liegen keine gesicherten Erkenntnisse zu eingehaltenen Minimalabständen zur Brutzeit vor.

Konfliktvermeidende Maßnahmen erforderlich: nein

Störungsverbot ist erfüllt: ja nein

2. 3 Prognose des Schädigungsverbot nach §§ 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG

Fortpflanzungs- und Ruhestätten werden nicht beschädigt oder zerstört.

Konfliktvermeidende Maßnahmen erforderlich: nein

Schädigungsverbot ist erfüllt: ja nein

Tabelle 4: Reviermittelpunkte Kranich 2021



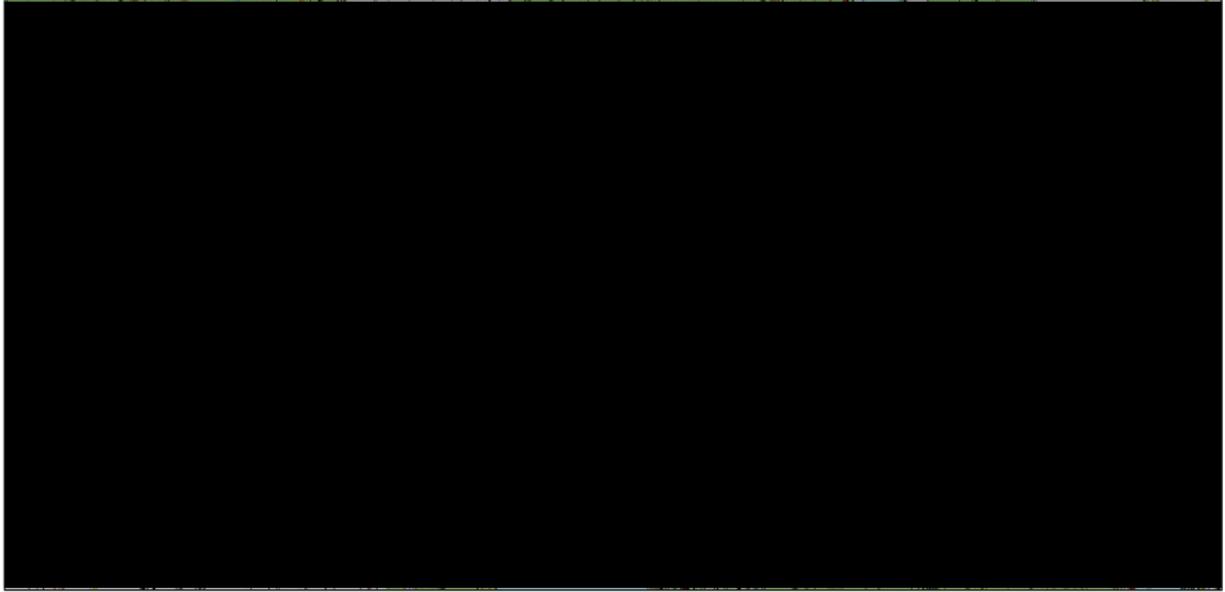


Abb. 9: Brutreviere Kranich 2021 – gelbe Punkte, Untersuchungsfläche 3.000 m – rote Linie, geplanter Standort WEA – roter Punkt

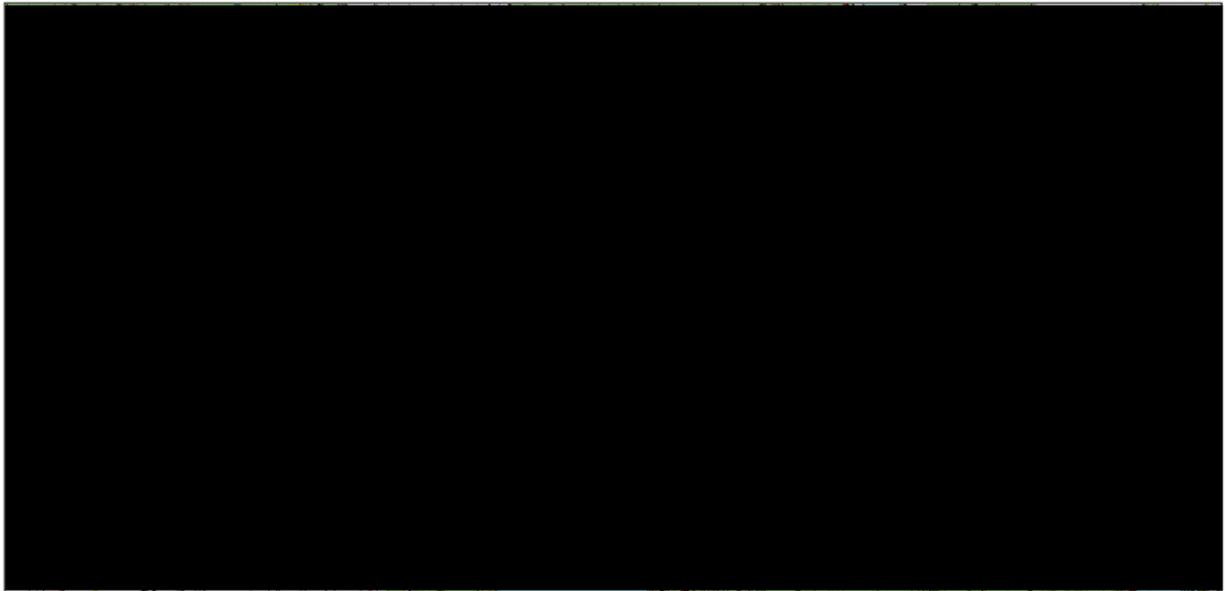


Abb. 10: Schutzbereiche Kranich 500 m – schwarze Linien, Brutplätze – gelbe Punkte, geplante Standorte WEA – rote Punkte, 3.000 m – Radius um die geplanten Anlagen – rote Linie

Weißstorch (*Ciconia ciconia*)

Europäische Vogelart nach VSR

1 Grundinformationen

Rote – Liste Status Deutschland: V
Rote - Liste Status Brandenburg: 3
Streng geschützte Art nach BNatSchG: x
Art nach Anhang I der VSR: x
Prioritäre Art für den Vogelschutz in Deutschland: x

Art im UG nachgewiesen: x Vorkommen potentiell möglich:
Status: Brutvogel

Gefährdung oder Beeinträchtigung durch Windenergieanlagen:

Abstandsregelung nach TAK vom 15.09.2018:

Schutzbereich: Einhaltung eines Radius von 1.000 m zum Horst

Restriktionsbereich: Freihaltung der Nahrungsflächen im Radius zwischen 1.000 bis 3.000 m um den Horst sowie der Flugweg dorthin.

Abstandsregelung nach BNatSchG, Anlage 1 zu §45b:

Nahbereich: 500 m

Zentraler Prüfbereich: 1.000 m

Erweiterter Prüfbereich: 2.000 m

Kollisionsopfer nach DÜRR (2021), Stand 07.05.2021: 85

LfU (2021) Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel:

„Nach TRAXLER et al. (2013) flog ein nicht unerheblicher Teil der beobachteten Weißstörche in Rotorhöhe oder darüber, woraus sich ein hohes Kollisionsrisiko ableiten lässt: minimale Flughöhe 22 % in Rotorhöhe (50-150 m), 44 % darüber / mittlere Flughöhe 22 % in Rotorhöhe (50-150 m), 56 % darüber / maximale Flughöhe 22 % in Rotorhöhe (50-150 m), 56 % darüber.“

Minimalabstände nach HÖTKER (2006): angegeben wird der Mittelwert in Metern

- Brutzeit: unbekannt
- außerhalb Brutzeit: unbekannt

Empfindlichkeitseinstufung nach REICHENBACH et al. (2004)

- zur Brutzeit: unbekannt
- außerhalb der Brutzeit: unbekannt

LfU (2021) Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel:

„Untersuchungen an einem Brutpaar ließen keine Störungen durch WEA erkennen, stattdessen Flächenwahl entsprechend Attraktivität der Nahrungsflächen (DÖRFEL 2008, SCHARON 2008)“

Mittlerer Brutbestand in Deutschland 2016 nach (RYS LAVY et al. (2020): 6.000 – 6.500 BP

Brutbestand in Brandenburg 2020 nach LfU (2021): 1.206 BP

Lokale Population, Vorkommen im Untersuchungsgebiet:

2021 wurde ein Brutpaar in Klosterfelde in 1.660 m Entfernung festgestellt. Bevorzugte Nahrungsflächen der Brutvögel befanden sich nicht im Umfeld der geplanten WEA – siehe Raumnutzungsanalyse.

2. 1 Prognose des Tötungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr.1 BNatSchG

Totfundindex: 1.471

Die Art hat ein erhöhtes Risiko durch eine Kollision an WEA getötet zu werden. Nach KORN, STÜBING & MÜLLER (2004) treten Verluste selten auf und vor allem, wenn der Weg zwischen Horst und Nahrungshabitat versperrt wird. Am Standort der geplanten WEA und im Umkreis von 500 m wurden nur gelegentlich fliegende oder Nahrung suchende Weißstörche beobachtet.

Konfliktvermeidende Maßnahmen erforderlich: nein

Tötungsverbot ist erfüllt: ja nein

2. 2 Prognose des Störungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr.2 BNatSchG

Der Weißstorch meidet Windkraftanlagen offen sichtlich nicht (LfU 2019). Nach KORN, STÜBING & MÜLLER (2004) wurden nahrungssuchende Störche in 50 m Entfernung vor Windenergieanlagen beobachtet, was für eine geringe Scheu gegenüber diesen Anlagen spricht. Nach einer eigenen Beobachtung suchte ein Storch im Spreewald sogar direkt am Mastfuß nach Futter.

Konfliktvermeidende Maßnahmen erforderlich: nein

Störungsverbot ist erfüllt: ja nein

2. 3 Prognose des Schädigungsverbot nach §§ 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG

Fortpflanzungs- und Ruhestätten werden nicht beschädigt oder zerstört.

Konfliktvermeidende Maßnahmen erforderlich: nein

Schädigungsverbot ist erfüllt: ja nein

Tabelle 5: Brutplatz Weißstorch 2021

Nr.	Gauß – Krüger - Koordinaten	Brutstatus

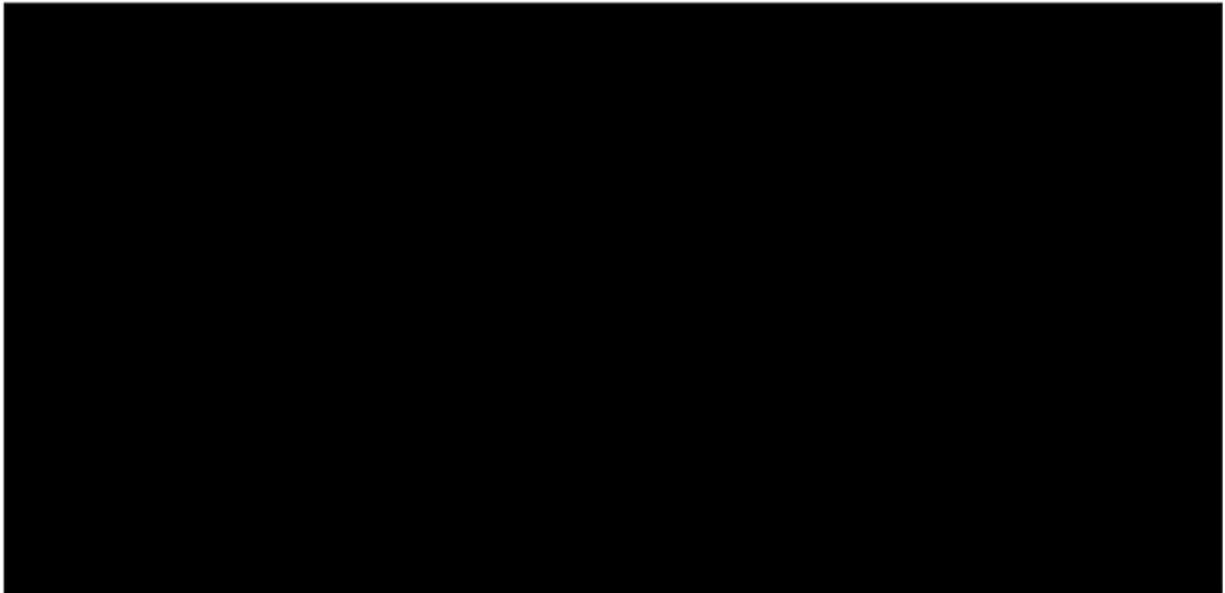


Abb. 11: Horst Weißstorch 2021 – gelber Punkt, Untersuchungsgebiet 3.000 m –Radius – rote Linie, geplanter Standort WEA – roter Punkt



Abb. 12: Horst Weißstorch 2021 – gelber Punkt, Schutzbereich 1.000 m – schwarze Linie, geplanter Standort WEA – roter Punkt, 3.000 m – Radius um die geplanten Anlagen – rote Linie

Schreiadler (*Aquila pomarina*)

Europäische Vogelart nach VSR

1 Grundinformationen

Rote – Liste Status Deutschland: 1
Rote - Liste Status Brandenburg: 1
Streng geschützte Art nach BNatSchG: x
Art nach Anhang I der VSR: x
Prioritäre Art für den Vogelschutz in Deutschland: -

Art im UG nachgewiesen: x Vorkommen potentiell möglich:
Status: Brutvogel im Restriktionsbereich

Gefährdung oder Beeinträchtigung durch Windenergieanlagen:

Abstandsregelung nach TAK vom 15.10.2018:

Schutzbereich: Einhaltung eines Radius von 3.000 m um Brutplatz
Restriktionsbereich: Freihalten der Nahrungsflächen und Gewährleistung der Erreichbarkeit derselben im Radius bis 6.000 m um den Horst.

Abstandsregelung nach BNatSchG, Anlage 1 zu §45b:

Nahbereich: 1.500 m
Zentraler Prüfbereich: 3.000 m
Erweiterter Prüfbereich: 5.000 m
Kollisionsopfer nach DÜRR (2021), Stand 07.05.2021: 6

LfU (2021) Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel:
„Mit hohem Kollisionsrisiko ist zu rechnen, wodurch das Risiko eine für die Population verkraftbare Schwelle von 1-2 Altvogelverlusten pro Jahr (alle Todesursachen kumulativ!) zu überschreiten steigt (BELLEBAUM et al. 2016)“.

Minimalabstände nach HÖTKER (2006): angegeben wird der Mittelwert in Metern

- Brutzeit: unbekannt
- außerhalb Brutzeit: unbekannt

Empfindlichkeitseinstufung nach REICHENBACH et al. (2004)

- zur Brutzeit: unbekannt
- außerhalb der Brutzeit: hoch

LfU (2021) Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel:

„Abnahme der Reproduktion mit zunehmender Zahl WEA bis 6 km vom Horst, signifikant zumindest im 3km-Bereich um die Horste (SCHELLER 2007).

· Dies kann über den Verlust wertvoller Nahrungsflächen erklärt werden, aber auch über Verluste von Altvögeln durch Kollisionen, damit zusammenhängenden Brutverlust und schlechtere Brutergebnisse nach Neuverpaarung (vgl. LANGGEMACH et al. 2010).

· Grundsätzlich scheinen WEA wie auch andere menschliche Infrastruktur (vgl. LANGGEMACH et al. 2001) gemieden zu werden (z. B. MEYBURG et al. 2006), aber zumindest einzelne Vögel zeigen Gewöhnung (z. B. NOWAK 2016) mit der Konsequenz eines Kollisionsrisikos.

· Sowohl Schlagrisiko als auch Nahrungsflächenverlust verschlechtern zusätzlich den Erhaltungszustand der gefährdeten Population.

Mittlerer Brutbestand in Deutschland 2016 nach (RYSLAVY et al. (2020): 120 Paare

Brutbestand in Brandenburg 2020 nach LfU (2021): 27 BP/Reviere

Lokale Population, Vorkommen im Untersuchungsgebiet:

Nach Mitteilung des LfU brütet nördlich der geplanten Anlage außerhalb des Schutzbereiches im Restriktionsbereich der Art. In den Jahren 2017 bis 2020 gab es hier jährlich ein Brutpaar ohne Junge.

Aus Schutzgründen darf der genaue Standort des Brutpaares nicht kartographisch dargestellt werden.

Während der Raumnutzungsanalyse 2021 wurde im 500 m – Radius um die geplante Anlage kein Schreiadler beobachtet.

Die Entfernung des Horstes zur geplanten WEA betrug ca.3.600 m im erweiterten Prüfbereich.

2. 1 Prognose des Tötungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr.1 BNatSchG

Totfundindex: 333

Der bestehende Windpark selbst bietet dem Schreiadler wenig geeignete Nahrungsflächen. Die hochwachsenden Ackerfrüchte verhindern eine erfolgreiche Jagd in diesem Bereich zur Brutzeit der Art. Die durchgeführte Raumnutzungsanalyse ergab keine Nachweise des Schreiadlers im Bereich der geplanten WEA.

Konfliktvermeidende Maßnahmen erforderlich: nein, da Vorhabensgebiet wahrscheinlich nur ausnahmsweise überflogen wird.

Tötungsverbot ist erfüllt: ja nein, da kaum Aktivitäten in diesem Bereich

2. 2 Prognose des Störungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr.2 BNatSchG

Für den Schreiadler liegen keine gesicherten Erkenntnisse zu eingehaltenen Minimalabständen zur Brutzeit vor.

Konfliktvermeidende Maßnahmen erforderlich: nein

Störungsverbot ist erfüllt: ja nein

2. 3 Prognose des Schädigungsverbot nach §§ 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG

Fortpflanzungs- und Ruhestätten werden nicht beschädigt oder zerstört.

Konfliktvermeidende Maßnahmen erforderlich: nein

Schädigungsverbot ist erfüllt: ja nein

Rotmilan (*Milvus milvus*)

Europäische Vogelart nach VSR

1 Grundinformationen

Rote – Liste Status Deutschland: V
Rote - Liste Status Brandenburg: -
Streng geschützte Art nach BNatSchG: x
Art nach Anhang I der VSR: x
Prioritäre Art für den Vogelschutz in Deutschland: -

Art im UG nachgewiesen: x
Status: Brutvogel

Vorkommen potentiell möglich:

Gefährdung oder Beeinträchtigung durch Windenergieanlagen:

Abstandsregelung nach TAK vom 15.09.2018:

Schutzbereich: 1.000 m

Restriktionsbereich: -

Abstandsregelung nach BNatSchG, Anlage 1 zu §45b:

Nahbereich: 500 m

Zentraler Prüfbereich: 1.200 m

Erweiterter Prüfbereich: 3.500 m

Kollisionsopfer nach DÜRR (2021), Stand 07.05.2021: 637

LfU (2021) Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel:

„hohes Schlagrisiko insbesondere für Alt- und Brutvögel (83 % aller Funde, RESCH 2014), wobei nach MAMMEN et al. (2009) auch erfahrene, d. h. mehrjährig bruterfahrene und brutortstreue Vögel verunglücken.“

Minimalabstände nach HÖTKER (2006): angegeben wird der Mittelwert in Metern

- Brutzeit: unbekannt
- außerhalb Brutzeit: unbekannt

Empfindlichkeitseinstufung nach REICHENBACH et al. (2004):

- zur Brutzeit: gering (- mittel ?)
- außerhalb der Brutzeit: unbekannt

LfU (2021) Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel:

Keine Meidung von WEA (u. a. BERGEN 2001, STRASSER 2006, DÖRFEL 2008, TZSCHACKSCH 2011).

Mittlerer Brutbestand in Deutschland 2011 - 2016 nach (RYSILAVY et al. (2020): 14.000 – 16.000 Paare

Brutbestand in Brandenburg 2015/2016 nach LfU (2021): 1.650 – 1.800 BP/Reviere

Lokale Population, Vorkommen im Untersuchungsgebiet:

Im Gebiet wurde 2021 ein Brutpaar gefunden. Der Brutplatz befindet sich damit im zentralen Prüfbereich der Art.

2. 1 Prognose des Tötungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr.1 BNatSchG

Totfundindex: 471

Der Rotmilan ist einem erhöhten Tötungsrisiko durch Kollision mit WEA ausgesetzt. Die geplanten Anlagen befindet sich Schutzabstand der Art. Die Untersuchung zur Raumnutzung erbrachte gelegentliche Nutzung des WEA-Standortes.

In diesem Zusammenhang soll auf den § 16b Abs. 4 BImSchG eingegangen werden:

Im Rahmen der Signifikanzprüfung sei entsprechend der Begründung also zu prüfen, ob durch die Änderungen im Rahmen des Repowerings die Belastungen für die vor Ort auftretenden Arten sinken oder steigen. Dabei sei regelmäßig davon auszugehen, dass durch eine Verringerung der Anlagenzahl und größere Anlagenhöhen „die Eingriffe in den Artenschutz geringer sind“. Gewollt war mit § 16b Abs. 4 BImSchG also offensichtlich die Vorgabe, wonach das Repoweringvorhaben artenschutzrechtlich zulässig sein soll, wenn sich die artenschutzrechtliche Situation durch das Repowering im Vergleich zu der Bestandsituation verbessert oder zumindest gleichbleibt. Dies entspricht auch der Grundsatzregelung in § 16b Abs. 1 (LEE NRW am 05.07.2021).

Damit öffnet sich die Möglichkeit, die vorhandene Vorbelastung (4 Alt-WEA 70706...70709) im Fall des Rückbaus anzurechnen. Für alle untersuchten Großvögel (Kranich, Weißstorch, Rotmilan, Adler) gilt in der geplanten WEA-Konstellation, dass zwischen Horst und Standort E-138 immer eine weitere schon vorhandene und bestehen bleibende Fremd-WEA als „Riegel“ vorhanden ist (siehe Lageplan Abbildung 2). Ein freier Anflug / damit Gefährdung durch die E-138 dürfte zumindest deutlich reduziert sein.

Konfliktvermeidende Maßnahmen erforderlich: ja

Um Verlusten durch Kollision mit WEA durch den Rotmilan und natürlich auch anderen Greifvogel- und Eulenarten vorzubeugen, sind folgende Maßnahme empfohlen:

Mastfußbereich, Schotterfläche

- Landwirtschaftliche Nutzung bis an den Mastfuß, ansonsten Schotterfläche so klein wie möglich
- Schotterfläche Stauden-Grasmischung einsäen
- Mahd nur im Winter und mehrjähriger Pflegerhythmus
- Keine Komposthaufen in der Nähe der WEA
- Abschaltung der WEA im Zeitraum von 3 Tagen während landwirtschaftlicher Tätigkeiten (Bodenbearbeitung, Ernte)

Tötungsverbot ist erfüllt:

nein, bei Umsetzung von Abschaltzeiten und der weiteren genannten Maßnahmen

2. 2 Prognose des Störungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr.2 BNatSchG

Für den Rotmilan liegen keine gesicherten Erkenntnisse zu eingehaltenen Minimalabständen zur Brutzeit vor.

Konfliktvermeidende Maßnahmen erforderlich: nein

Störungsverbot ist erfüllt: ja nein

2. 3 Prognose des Schädigungsverbot nach §§ 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG

Fortpflanzungs- und Ruhestätten werden nicht beschädigt oder zerstört.

Konfliktvermeidende Maßnahmen erforderlich: nein

Schädigungsverbot ist erfüllt: ja nein

Tabelle 6: Brutplatz Rotmilan 2021

Nr.	Gauß – Krüger - Koordinaten	Brutstatus

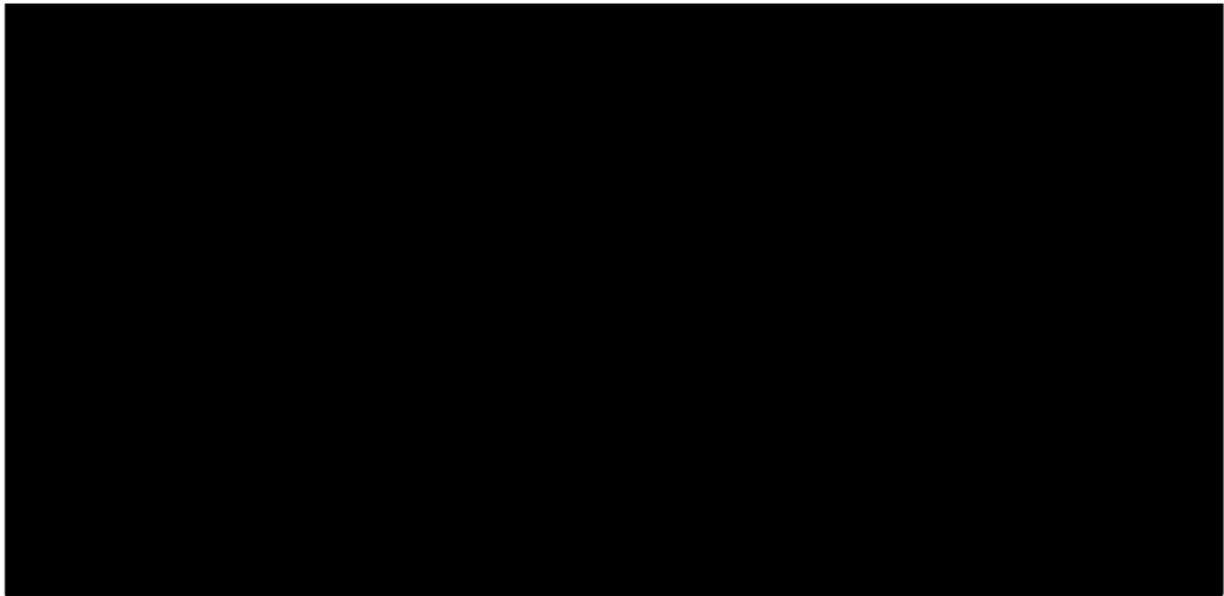


Abb. 13: Horst Rotmilan 2021 – gelber Punkt, Untersuchungsgebiet 3.000 m –Radius – rote Linie, geplanter Standort WEA – roter Punkt

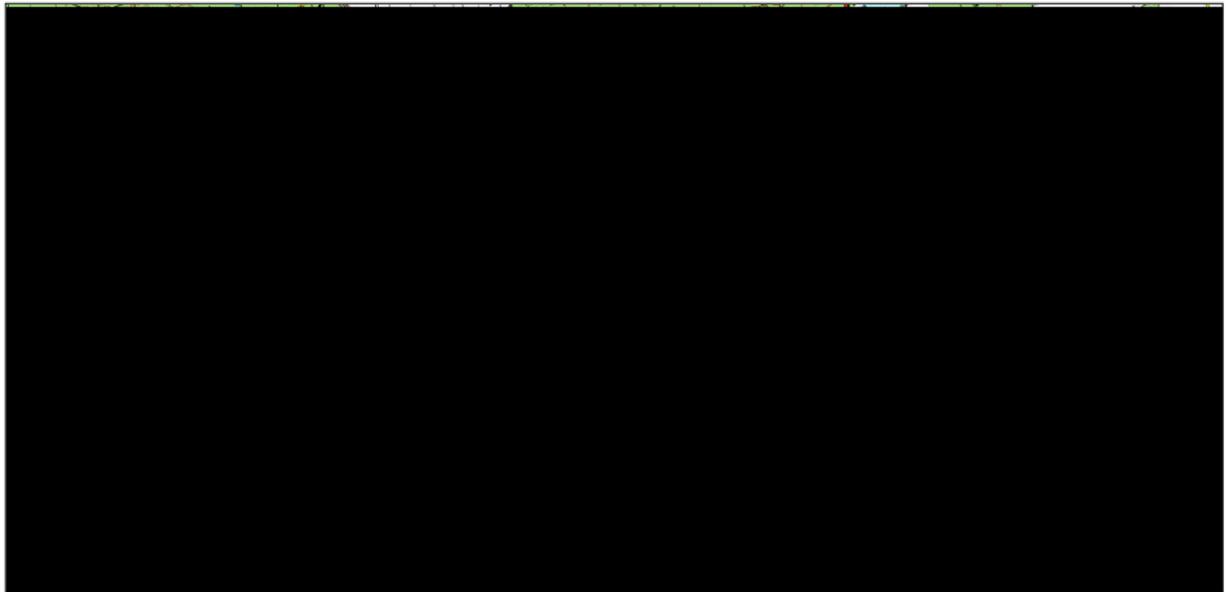


Abb. 14: Horst Rotmilan 2021 – gelber Punkt, Schutzbereich 1.000 m – rote Linie, Untersuchungsgebiet 3.000 m – Radius – rote Linie, geplanter Standort WEA – roter Punkt

Im 3.000 m –Radius sind nach Angabe des LfU zwei weitere Brutplätze ohne Angaben von Jahren bekannt, die 2021 nicht besetzt waren. Wahrscheinlich handelt es sich um Wechselhorste des 2021 festgestellten Brutpaares.

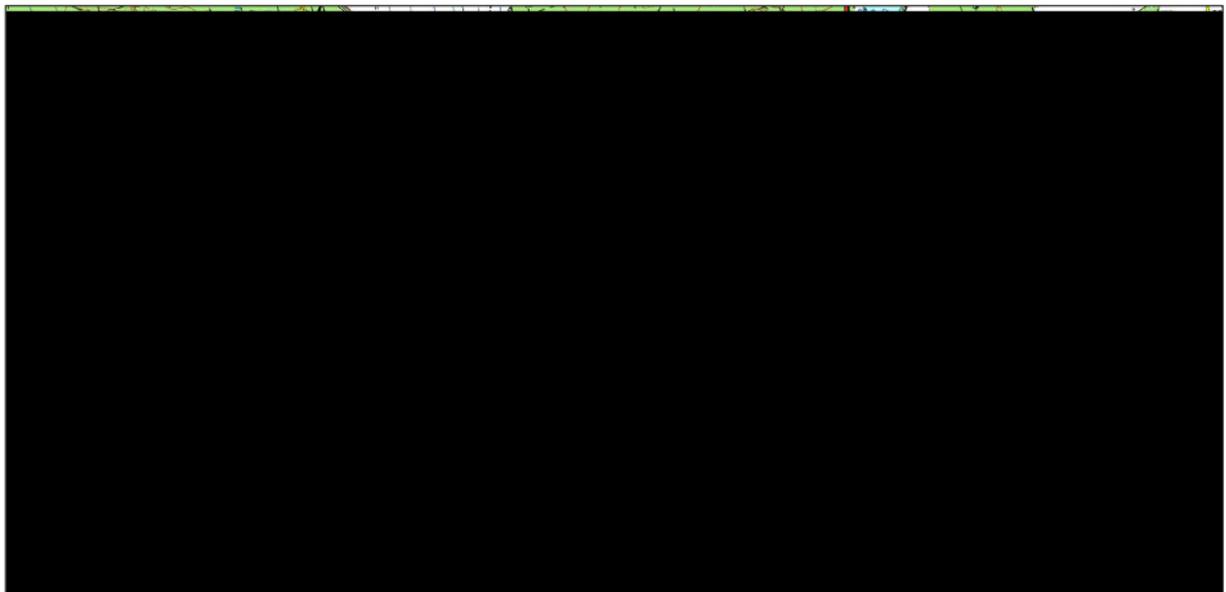


Abb. 15: ältere Horststandorte Rotmilan – gelbe Punkte, Schutzbereiche nach TAK 1.000 m – schwarze Linien, Repowering WEA – roter Punkt, 3.000 m – Radius – rote Linie

Erfassung weiterer Brutvogelarten im 300 m –Radius um die geplanten Anlagen

Die Gesamtuntersuchungsfläche beträgt ca. 29 ha. Auf diesen Flächen wurde eine vollständige Erfassung der Brutvögel durchgeführt. 2021 wurden hier 3 Brutvogelarten festgestellt.

Tabelle 9: alle Brutvogelarten im 300 m – Radius um die geplanten WEA - Gefährdung, Schutzstatus und Brutreviere (Status „V“ ist keine Art der Roten Liste)

Art		Rote Liste		Schutz		Reviere
deutscher Name	wissenschaftlicher Name	RLD 2020	RL-BB 2019	B	VSR	
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i> L.	3	3	§	-	2
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i> L.	-	-	§	-	1
Goldammer	<i>Emberiza citrinella</i> L.	-	-	§	-	1

Die Vorkommen der Arten werden im folgenden Karten dargestellt. Für Arten der roten Listen der Brutvögel, streng geschützten Arten und Arten des Anhang I der EU - Vogelschutzrichtlinie werden die Koordinaten der Fundorte mitgeteilt.

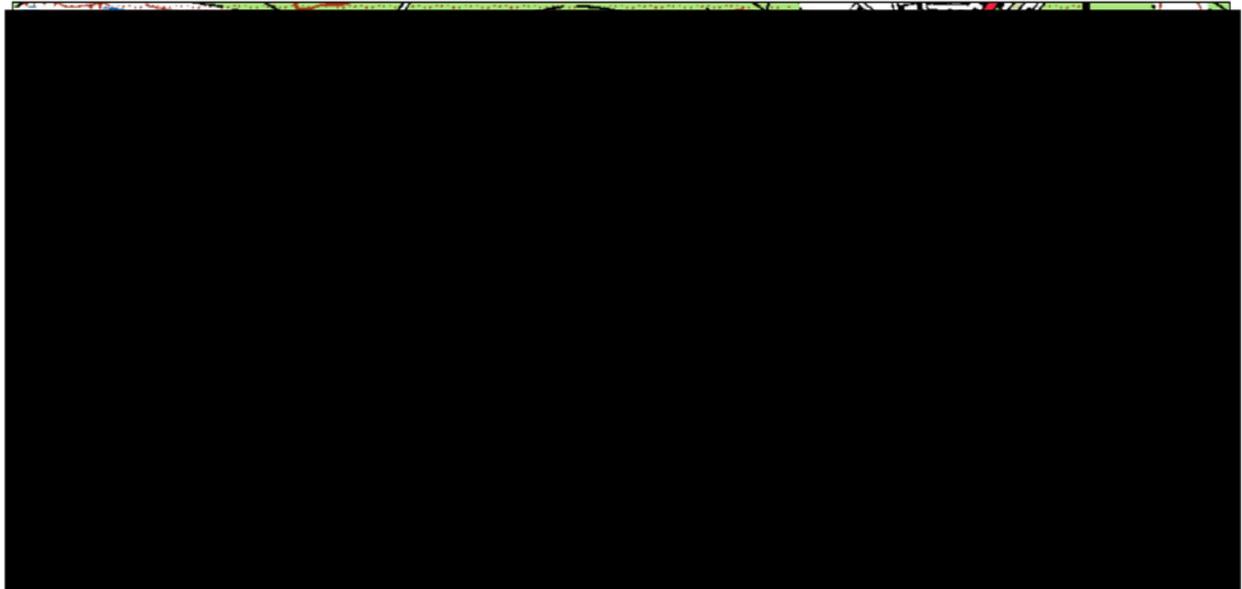
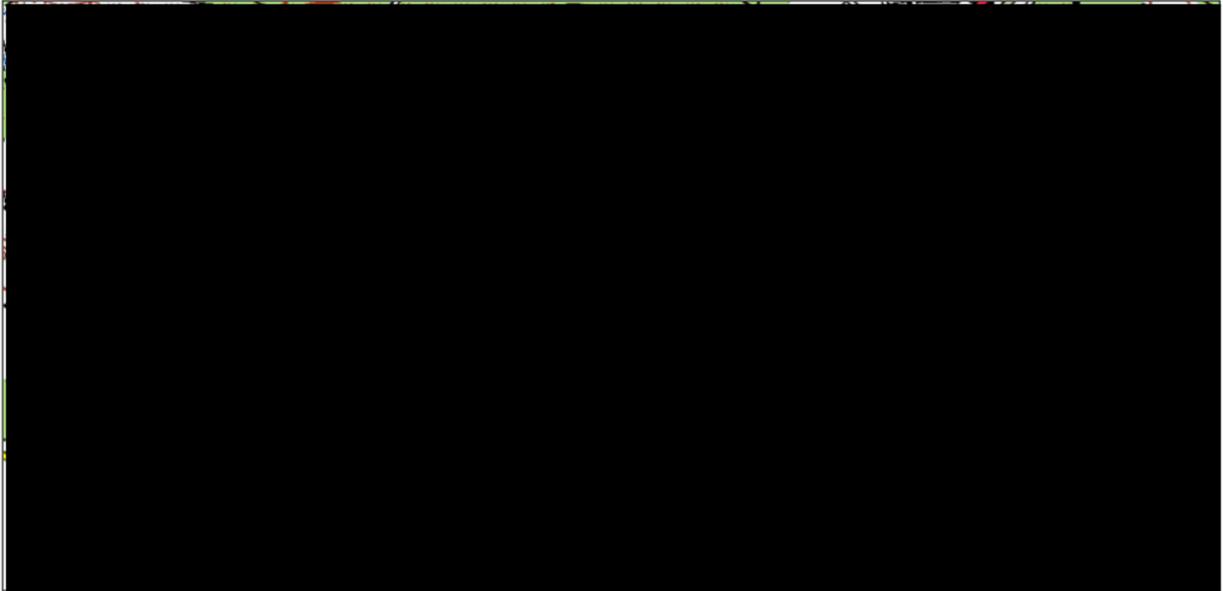


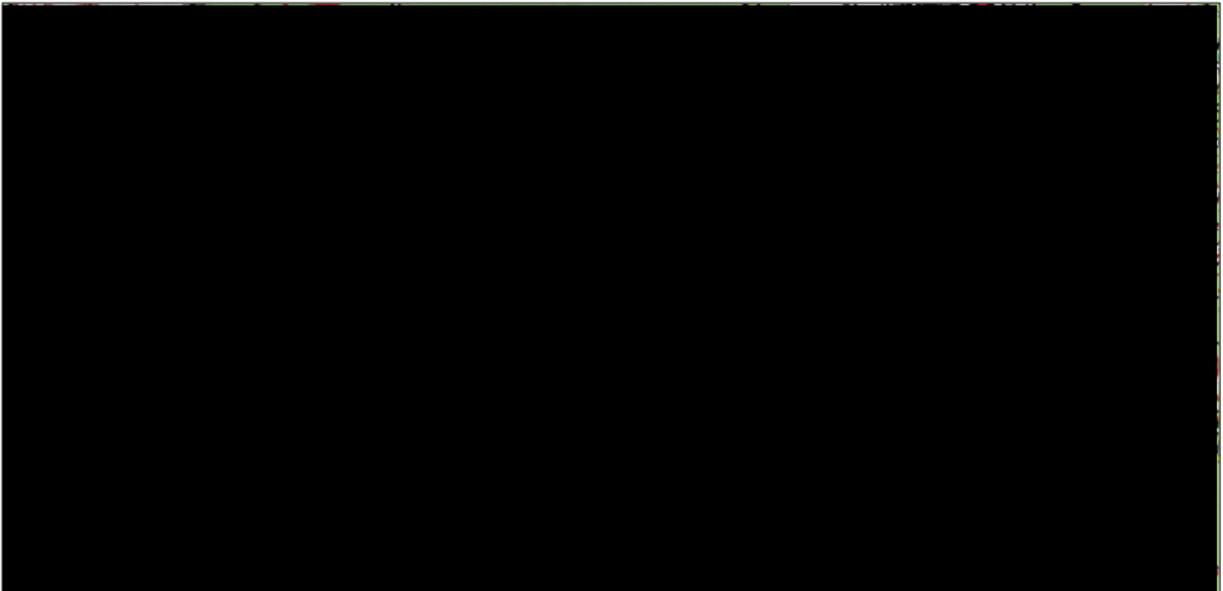
Abb. 16: Brutreviere Feldlerche 2021 – gelbe Punkte
geplanter Standort WEA – roter Punkt, 300 m – Radius – rote Linie

Tabelle 10: Brutreviere Feldlerche

Nr.	Gauß – Krüger - Koordinaten	Brutstatus 2021



*Abb. 17: Brutrevier Schafstelze 2021 – gelber Punkt
geplanter Standort WEA – roter Punkt, 300 m – Radius – rote Linie*



*Abb. 18: Brutrevier Goldammer 2021 – gelber Punkt
geplanter Standort WEA – roter Punkt, 300 m – Radius – rote Linie*

Horstkartierung in 1.000 m - Umkreis

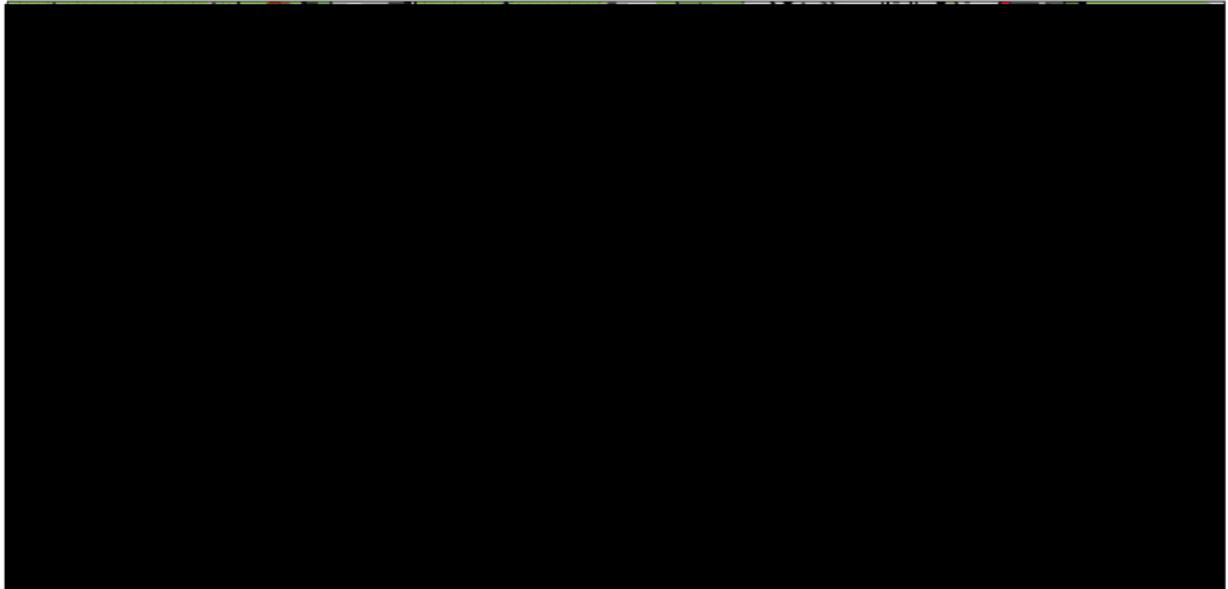


Abb. 19: Horstkartierung 2021, Horste – gelbe Punkte
geplanter Standort WEA – roter Punkt, 1.000 m – Untersuchungsradius – rote Linie

Horst 1 – Kiefer, Nutzer Mäusebussard

Horst 2 – Kiefer, leer

Ein weiterer Horst auf einer Kiefer war vom Rotmilan besetzt – siehe Artkapitel.

5. Zusammenfassung

Im weiteren Umkreis um die geplante Windenergieanlage (Repowering) bei Klosterfelde wurde 2021 das Vorkommen von vier Vogelarten festgestellt, die nach der TAK 2018 benannt ist. Es handelt sich um den Kranich, Weißstorch, Schreiadler und Rotmilan. Die Brutplätze, befinden sich (bis auf den Rotmilan) außerhalb der geforderten Schutzabstände nach TAK für diese Arten.

Nach Abstandsregelung nach BNatSchG, Anlage 1 zu §45b gibt es für den Kranich keinen Schutzbereich mehr. Weißstorch und Rotmilanbrutplätze befinden sich im zentralen Prüfbereich und der Schreiadler im erweiterten Prüfbereich der Art. Eine durchgeführte Raumnutzungsanalyse ergab keine Hinweise auf ein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko für diese Arten.

Im Umkreis von 300 m um die geplante Anlage wurden alle Brutvögel erfasst. Es wurden 3 Brutvogelarten gefunden. Für die bodenbrütenden Arten sollte bei einer Baudurchführung zur Brutzeit das Baufeld auf mögliche Bruten (insbesondere Nest- und Höhlenbau, besetzte Nester, Altvögel mit Futter, Warn- und Angstrufe von Altvögeln oder anderes aufgeregtes Verhalten, das auf ein Nest oder Junge in der näheren Umgebung hindeuten) kontrolliert werden. Dies trifft ebenso auf gehölzbrütende Arten bei der Rodung von Hecken oder Bäumen zu. Die Oberbodenentnahme und eventuelle Gehölzrodungen sollten vor der Brutzeit der Vögel erfolgen.

Für keine der Vogelarten ist das Tötungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr.1 BNatSchG, Schädigungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 und 3 sowie Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG und das Störungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG durch den Bau und Betrieb der Windkraftanlagen bei Klosterfelde erfüllt.

Aus avifaunistischer Sachlage hinsichtlich der Brutvögel im Bereich der geplanten WEA bei Klosterfelde (Bau und Betrieb) bestehen keine schwerwiegenden artenschutzrechtliche Bedenken.

6. Literatur

- ANDRETZKE, H., SCHIKORE, T. & K. SCHRÖDER (2005): Artensteckbriefe. In: SÜDBECK, P. et al. (Hrsg.): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. S.135 – 695. Radolfzell.
- BAUER, H.- G, BEZZEL, E. & W. FIEDLER (2005) : Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. 2. Auflage. - Wiebelsheim.
- BARTHEL P. H. & T. KRÜGER (2018): Artenliste der Vögel Deutschlands. – Vogelwarte **56**, 171 – 203
- BARTHEL P. H. & T. KRÜGER (2019): Liste der Vögel Deutschlands. Version 3.2. - Deutsche Ornithologen-Gesellschaft, Radolfzell.
- BELLEBAUM, J., T. LANGGEMACH & W. SCHELLER (2016): An der Belastungsgrenze? Schreiadler und Windenergienutzung. Vogelwarte **54**: 342-343.
- BEVANGER, K., BERNTSEN, F., S. CLAUSEN, E. L. DAHL, Ø. FLAGSTAD, A. FOLLESTAD, D. HALLEY, F. HANSEN, L. JOHNSEN, P., KVALØY, P. LUND-HOEL, R. MAY, T. NYGÅRD, H. C. PEDERSEN, O. REITAN, E. RØSKAFT, Y. STEINHEIM, B. STOKKE & R. VANG (2010): Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway (Bird-Wind). Report on findings 2007-2010. NINA Report **620**,152 S.
- BIBBY, C. J., N.D. BURGESS & D. A. HILL (1995): Methoden der Feldornithologie. Radebeul.
- CRAMP, S. (Hrsg.) (1977): Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa – The Birds of the Western Palearctic. Bd. I Ostrich to Ducks, Oxford University Press.
- DÖRFEL, D. (2008): Windenergie und Vögel – Nahrungsflächenmonitoring des Frehner Weißstorchbrutpaares im zweiten Jahr nach Errichtung der Windkraftanlagen. In: Kaatz C. & M. Kaatz (Hrsg.): 3. Jubiläumsband Weißstorch. Loburg: 278-283.
- GATTER, W. (2000): Vogelzug und Vogelbestände in Mitteleuropa. – Wiesbaden.
- GEDEON, K., GRÜNEBERG, C., MITSCHKE, A., SUDFELDT, C.; EIKHORST, W., FISCHER, S., FLADE, M., FRICK, S., GEIERSBERG, I., KOOP, B., KRAMER, M., KRÜGER, T., ROTH, N., RYSLAVY, T., STÜBING, S., SUDMANN, S.R., STEFFENS, R. & K WITT (2014): Atlas Deutscher Brutvogelarten. Atlas of German Breeding Birds. Stiftung Vogelmonitoring Deutschland und Dachverband Deutscher Avifaunisten. Münster.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N. & K. M. BAUER (1987): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 1, 2. Auflage.
- HANDKE, K. (2000): Vögel und Windkraft im Nordwesten Deutschlands. In: LÖBF Mitteilungen **2**, S. 47-55.
- HANDKE, K., J. ADENA, P. HANDKE & M. SPRÖTGE (2004): Räumliche Verteilung ausgewählter Brut- und Rastvogelarten in Bezug auf vorhandene Windenergieanlagen in einem Bereich der küstennahen Krummhörn (Groothusen/Ostfriesland). Bremer Beitr. Naturk. Naturschutz **7**: 11-46.
- HÖTKER, H., K. M. THOMSEN & H. KÖSTER (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Michael – Otto – Institut im NABU, gefördert vom Bundesamt für Naturschutz, Bergenhusen.
- ISSELBÄCHER, K. & T. ISSELBÄCHER (2001): Windenergieanlagen. In: RICHARZ, R., E. BEZZEL & M. HORMANN: Taschenbuch für Vogelschutz. Wiebelsheim.

- LANGGEMACH, T., T. BLOHM & T. FREY (2001): Zur Habitatstruktur des Schreiadlers (*Aquila pomarina*) an seinem westlichen Arealrand - Untersuchungen aus dem Land Brandenburg. *Acta ornithoecologica* **4.2-4**: 237-267.
- LANGGEMACH, T., P. SÖMMER, K. GRASZYNSKI, B.-U. MEYBURG & U. BERGMANIS (2010): Analyse Schlechter Reproduktionsergebnisse beim Schreiadler (*Aquila pomarina*) in Brandenburg im Jahr 2009. *Otis* **18**: 51-64.
- LFU (2019): Rote Liste und Liste der Brutvögel der Brutvögel des Landes Brandenburg 2019. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 28 (2,3)
- MEBS, T. & D. SCHMIDT (2006): Die Greifvögel Europas, Nordafrikas und Vorderasiens. Biologie, Kennzeichen, Bestände. – Stuttgart.
- MEYBURG, B.-U., C. MEYBURG, J. MATTHES & H. MATTHES (2006): GPS-Satelliten-Telemetrie beim Schreiadler *Aquila pomarina*: Aktionsraum und Territorialverhalten im Brutgebiet. *Vogelwelt* **127**: 127-144.
- MÖCKEL, R. & T. WIESNER (2007): Zur Wirkung von Windkraftanlagen auf Brut- und Gastvögel in der Niederlausitz (Land Brandenburg). *Otis* **15**: 1–133.
- NOWAK, D. (2016): Orlik krzykliwy *Clanga pomarina* w krajobazie Karpat. Magurski Park Narodowy. Krempna. 104 S.
- REICHENBACH, M.(2004): Langzeituntersuchungen zu Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel des Offenlandes – erste Zwischenergebnisse nach drei Jahren. - Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz **7**, 107 – 136
- REICHENBACH, M., K. HANDKE & F. SINNING (2004): Der Stand des Wissens zur Empfindlichkeit von Vogelarten gegenüber Störungswirkungen von Windenergieanlagen. - Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz **7**, 229 – 244
- RICHARZ, R., E. BEZZEL & M. HORMANN (2001): Taschenbuch für Vogelschutz. Wiebelsheim.
- RYSLAVY, T., BAUER, H.-G., GERLACH, O. HÜPPOP, O., STAHLER, J. & C. SUDFELDT (2020): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands, 6. Fassung, 30.September 2020 – Berichte zum Vogelschutz **57**, 13 – 112
- RYSLAVY, T., H. HAUPT & R. BESCHOW (2011): Die Brutvögel in Brandenburg und Berlin – Ergebnisse der ADEBAR-Kartierung 2005 – 2009. – *Otis* **19**. Sonderheft
- SCHELLER, W. (2007): Standortwahl von Windenergieanlagen und Auswirkungen auf die Schreiadlerbrutplätze in Mecklenburg-Vorpommern. *Naturschutzarb. Meckl.-Vorp.* **50** (2):12-22.
- SCHELLER, W. (2008): Notwendigkeit von Waldschutzarealen für den Schreiadler (*Aquila pomarina*). *Ber. Vogelschutz* **45**: 51-60.
- STIENEN, E. W. M., W. COURTENS, J. EVERAERT & M. VAN DE WALLE (2008): Sexbiased mortality of Common Terns in windfarm collisions. *Condor* **110**: 154-157.

Unveröffentlichte Daten:

- BERGEN, F. (2001): Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebes von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. Diss. Univ. Bochum
- DÜRR, T. (2021): Vogelverluste an Windenergieanlagen in Deutschland. Stand vom 07.05.2020, Internetabfrage am 12.01.2020

- HÖTKER, H. (2006): Auswirkung des „Repowering“ von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. – Untersuchung im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig- Holstein.
- LfU (2021): Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel.
- Stand 10. Mai 2021
- MAMMEN, U; MAMMEN K.; STRASSER, C. & A. RESETARITZ (2006): Rotmilan und Windkraft – eine Fallstudie in der Querfurter Platte. – Poster auf dem 6. Internationalen Symposium Populationsökologie von Greifvogel- und Eulenarten vom 19.10. bis zum 22.10.2006 in Meisdorf/Halle
- RESCH, F. (2014): Vogelschlag an Onshore-Windenergieanlagen in der Bundesrepublik Deutschland. Bachelorarbeit HNE Eberswalde, Matrikelnr. 221003: 46 S.
- TRAXLER, A., S. WEGLEITNER, H. JAKLITSCH, A. DAROLOVA´, A. MELCHER, J. KRISTOFIK, R. JURECEK, L. MATEJOVICOVA, M. PRIVREL, A. CHUDY, P. PROKOP, J. TOMECEK & R. VACLAV (2013): Untersuchungen zum Kollisionsrisiko von Vögeln und Fledermäusen an Windenergieanlagen auf der Parndorfer Platte 2007 – 2009, Endbericht. Unveröff. Gutachten: 1-98.
- REICHENBACH, M. (2003): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel – Ausmaß und planerische Bewältigung. – Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Naturwissenschaften (Dr. ret. Nat.). Berlin.
- SCHARON, J. (2008): Auswirkungen des Windparks Dahme/Mark (Kreis Teltow Fläming) auf die Avifauna. Gutachten, 42 S
- SHELLER, W. & F. VÖKLER (2007): Zur Brutplatzwahl von Kranich *Grus grus* und Rohrweihe *Circus aeruginosus* in Abhängigkeit von Windenergieanlagen. Orn. Rundbr. Meckl.-Vorp. 46: 1-24.
- STRASSER, C. (2006): Totfundmonitoring und Untersuchung des artspezifischen Verhaltens von Greifvögeln in einem bestehenden Windpark in Sachsen-Anhalt. Dipl.-Arb., Trier, 87 S.
- TZSCHACKSCH, S. (2011): Beobachtungen zum Vorkommen und zum Verhalten der Avifauna in ausgewählten Windparks der Nauener Platte - Schwerpunkt Greifvögel. Diplomarb. Humboldt-Univers. Berlin, 105 S.

Repowering WEA Klosterfelde Raumnutzungsanalyse Weißstorch, Schreiadler und Rotmilan 2021



Abb. 1: Vorhabensgebiet im Mai 2021

Stand: 26.08.2022

Untersuchungszeitraum März 2021 bis September 2021

Ingenieurbüro Klaus Lieder – Faunistische Gutachten

Gessentalweg 3

07580 Ronneburg

Impressum

Auftraggeber: **umweltplan projekt GmbH**
An der Plansche 4
16321 Bernau

Auftragnehmer: **Ingenieurbüro Klaus Lieder – Faunistische Gutachten**
Gessentalweg 3
07580 Ronneburg

Bearbeitung: *Dipl.-Ing (FH) Klaus Lieder*

Ronneburg, 26.08.2022



Dipl. Ing. (FH) Klaus Lieder

Inhaltsverzeichnis:

1. Untersuchungsanlass und Aufgabenstellung
2. Methode
3. Ergebnisse und Bewertung
4. Zusammenfassung
5. Literatur

Verwendete Abkürzungen:

WEA – Windenergieanlagen
BP – Brutpaar
Ind. – Individuen
TAK – Tierökologische Abstandskriterien für die Errichtung von Windenergieanlagen in Brandenburg, Stand 15.09.2018
LfU – Landesamt für Umwelt des Landes Brandenburg
UG – Untersuchungsrichtlinie
VSR – EU-Vogelschutzrichtlinie

1. Untersuchungsanlass und Aufgabenstellung

Die Firma umweltplan projekt GmbH plant die Repowering einer WEA in einem bestehenden Windpark bei Klosterfelde im Landkreis Barnim. Dafür sollen 4 Altanlagen zurückgebaut werden.

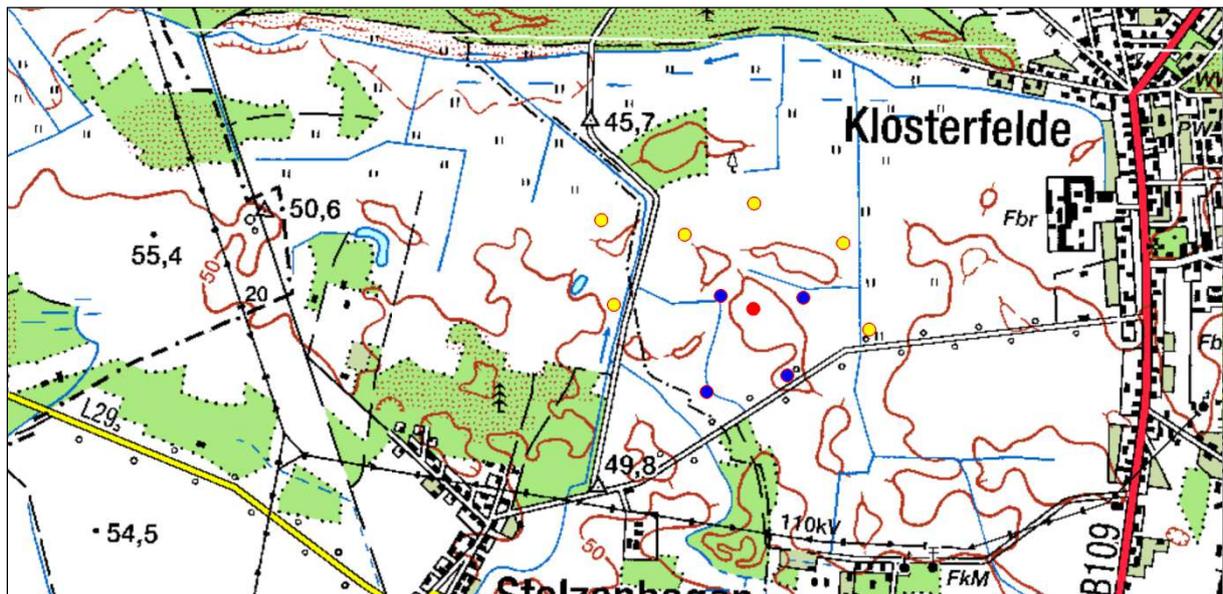


Abb. 2: Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte, Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Die Untersuchung sollte entsprechend tierökologischer Parameter im Rahmen von Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen im Land Brandenburg mit Stand 15.09.2018 erfolgen.

Für Adler und Störche sind die Flächen bei Einzelanlagen im 500 m – Umkreis hinsichtlich der Funktion Nahrungsfläche und als Flugkorridor zu den Nahrungsflächen zu untersuchen. Der Untersuchungszeitraum ist auf den Niststättenerlass des Landes Brandenburg auszurichten. Sie hat den Zeitraum der Revierbesetzung bis zur Auflösung des Familienverbandes bzw. Verlassen der Niststätten zu umfassen, wobei der Schwerpunkt in der Zeit der Jungenaufzucht liegen soll. Die Beobachtungstage haben die Morgen- oder Abenddämmerung einzuschließen.

Für den Schreiadler sind mind. 20 ganztägige (mind.12 Stunden) und für Weißstorch mind. 10 halbtägige Beobachtungen nach Anlage 2 des Windkraftherlasses Brandenburg gefordert. Für den Rotmilan bestehen derartige Forderungen nicht. Es wurden jedoch alle Beobachtungen erfasst.

Die Brutzeit des Schreiadlers erstreckt sich auf einen Zeitraum von Anfang April bis Mitte September. Für den Rotmilan wird die Zeitspanne von Mitte März bis Mitte August und für den Weißstorch von Ende März bis Mitte August angegeben (Niststättenerlass Brandenburg).

Es sind deshalb 22 Termine erforderlich, um alle Forderungen zu erfüllen.

Tabelle 1: Aufteilung der 22 Kontrolltermine 2021

Monat	3	4	5	6	7	8	9
Weißstorch	1	4	4	4	4	1	
Schreiadler		4	4	4	4	3	1
Rotmilan	2	4	4	4	4	1	
gesamt	2	4	4	4	4	3	1

Vorkommen relevanter Arten im Untersuchungsgebiet:

Weißstorch (*Ciconia ciconia*)

Tabelle 2: Brutplatz Weißstorch 2021

Nr.	Gauß – Krüger - Koordinaten	Brutststatus
1		



Abb. 2: Horst Weißstorch 2021 – gelber Punkt, Untersuchungsgebiet 3.000 m –Radius – rote Linie, geplanter Standort WEA – roter Punkt

Schreiadler (*Aquila pomarina*)

Nach Mitteilung des LfU brütet nördlich der geplanten Anlage außerhalb des Schutzbereiches im Restriktionsbereich der Art. In den Jahren 2017 bis 2020 gab es hier jährlich ein Brutpaar ohne Junge. Aus Schutzgründen darf der genaue Standort des Brutpaares nicht kartographisch dargestellt werden.

Rotmilan (*Milvus milvus*)

Tabelle 3: Brutplatz Rotmilan 2021

Nr.	Gauß – Krüger - Koordinaten	Brutstatus
1		

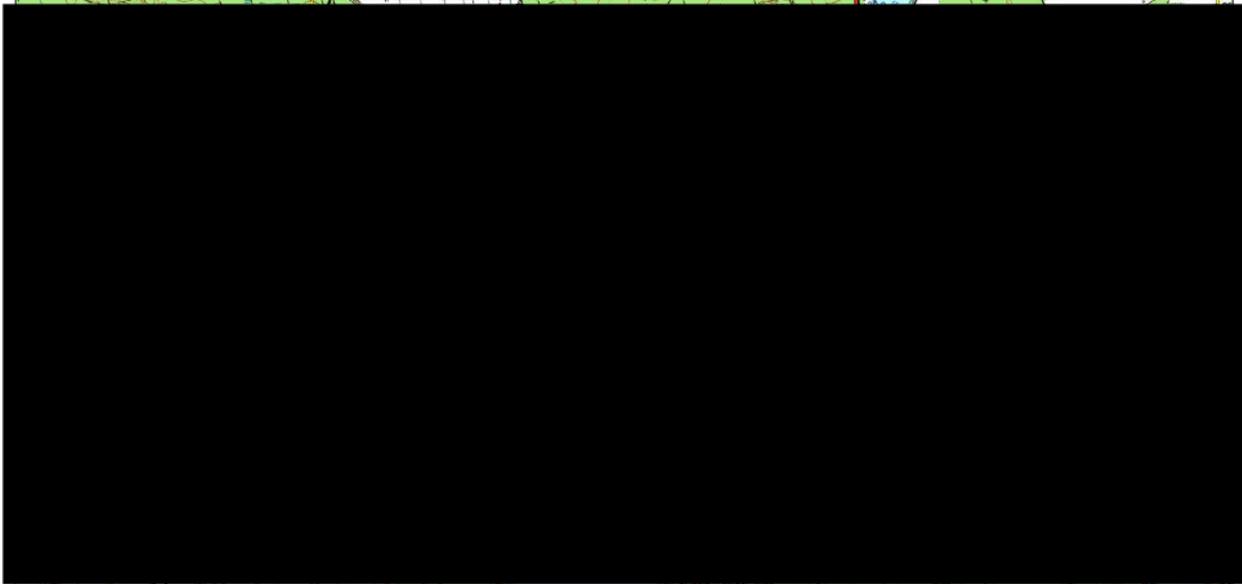


Abb. 3: Horst Rotmilan 2021 – gelber Punkt, Untersuchungsgebiet 3.000 m –Radius – rote Linie, geplanter Standort WEA – roter Punkt

Der Abstand zwischen Horst und der geplanten WEA beträgt 760 m.

Am 20. Juli 2022 wurde das Bundesnaturschutzgesetz geändert. Für das vorliegende Gutachten bedeutsam sind die Änderungen der Abstandskriterien für Brutvögel, die nun bundeseinheitlich geregelt sind.

Es ergeben sich folgende Neuregelungen (BNatschG, Anlage 1 zu §45b):

Tabelle 3: Anzahl der Brutpaare 2021 in jeweiligen Prüfbereichen

Art		Brutpaare	BNatschG, Anlage 1 zu §45b		
deutscher Name	wissenschaftlicher Name		Nahbereich	Zentraler Prüfbereich	Erweiterter Prüfbereich
Kranich	<i>Grus grus</i> (L.)	3	nicht relevant		
Weißstorch	<i>Ciconia ciconia</i> (L.)	1	500 m 0 BP	1.000 m 0 BP	2.000 m 1 BP
Schreiadler	<i>Aquila pomarina</i> C. L. Brehm	1	1.500 m 0 BP	3.000 m 0 BP	5.000 m 1 BP
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i> (L.)	1	500 m 0 BP	1.200 m 1 BP	3.500 m

Bei der Bewertung der Brutvorkommen nach den Maßstäben des BNatschG, Anlage 1 zu §45b ist Folgendes zu beachten:

Nahbereich: „Liegt zwischen den Brutplatz einer Brutvogelart und der Windenergieanlage ein Abstand, der geringer ist als der in Anlage 1 Abschnitt 1 für diese Brutvogelart festgelegte Nahbereich, so ist das Tötungs- und Verletzungsrisiko der den Brutplatz nutzenden Exemplare signifikant erhöht.“

Zentraler Prüfbereich: „Liegt zwischen den Brutplatz einer Brutvogelart und der Windenergieanlage ein Abstand, der größer als der Nahbereich und geringer als der zentrale Prüfbereich ist, die in Anlage 1 Abschnitt 1 für diese Brutvogelart festgelegt sind, so bestehen in der Regel Anhaltspunkte dafür, dass das Tötungs- und Verletzungsrisiko der den Brutplatz nutzenden Exemplare signifikant erhöht ist, soweit

1. eine signifikante Risikoerhöhung nicht auf Grundlage einer Habitatpotenzialanalyse oder einer auf Verlangen des Trägers des Vorhabens durchgeführten Raumnutzungsanalyse widerlegt werden kann oder
2. Die signifikante Risikoanalyse nicht durch fachliche Schutzmaßnahmen hinreichend gemindert werden kann; werden entweder Antikollisionssysteme genutzt, Abschaltung bei landwirtschaftlichen Ereignissen angeordnet, attraktive Ausweichnahrungshabitats angelegt oder phänologiebedingte Abschaltungen angeordnet, so ist für die betreffende Art in der Regel davon auszugehen, dass die Risikoerhöhung hinreichend gemindert wird.“

Erweiterter Prüfbereich: „Liegt zwischen den Brutplatz einer Brutvogelart und der Windenergieanlage ein Abstand, der größer als der zentrale Prüfbereich und höchstens so groß ist wie der erweiterte Prüfbereich, die in der Anlage 1 Abschnitt 1 für diese Brutvogelart festgelegt sind, so ist das Tötungs- und Verletzungsrisiko der den Brutplatz nutzenden Exemplare nicht signifikant erhöht, es sei denn

1. die Aufenthaltswahrscheinlichkeit dieser Exemplare in dem vom Rotor überstrichenen Bereich der Windenergieanlage ist auf Grund artspezifischer Habitatnutzung oder funktionaler Beziehungen deutlich erhöht und
2. die signifikante Risikoerhöhung, die aus der erhöhten Aufenthaltswahrscheinlichkeit folgt, kann nicht durch fachlich anerkannte Schutzmaßnahmen hinreichend verringert werden.“

Entsprechend der neuen Gesetzgebung ist im vorliegenden Fall für den Brutplatz des Rotmilans im zentralen Prüfbereich eine Habitatpotenzialanalyse im Umkreis von 1.200 m um die geplante Anlage erforderlich. Für den Bereich um Umkreis von 500 m wurde eine Raumnutzungsanalyse nach TAK durchgeführt.

Weißstorch- und Schreiadlerbrutplatz befinden sich im erweiterten Prüfbereich. Hier kann die durchgeführte Raumnutzung im Umkreis von 500 m zur Beurteilung eines erhöhten Tötungs- und Verletzungsrisikos beitragen.

2. Methode

Die Untersuchung 2021 erfolgte entsprechend den Vorgaben des Landes Brandenburg. Im 500 - m Radius der WEA wurde die Funktion als Nahrungsfläche und als Flugkorridor zu den Nahrungsflächen ermittelt. Der Beobachtungspunkt wurde so ausgewählt, dass ein guter Überblick über das Untersuchungsgebiet gewährleistet war.

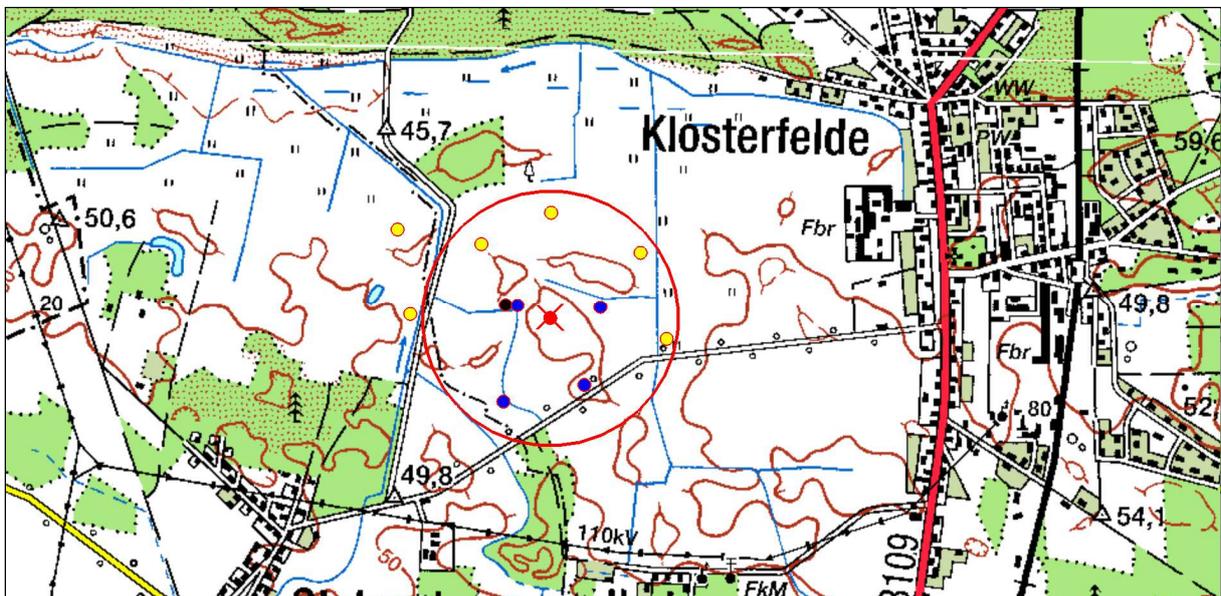


Abb. 5: Beobachtungspunkt – gelber Punkt, 500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte, Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Das Gebiet ist eben bis flachwellig. Im Bereich um die WEA werden die Flächen landwirtschaftlich genutzt. 2021 wurde hier Mais (nach einer Zwischenfrucht bis 10.05.2021) und Sommergetreide angebaut. Größere Grünlandflächen finden nordöstlich der geplanten Anlage. Eine Fläche östlich der geplanten Anlage ist zum Teil verschliff.

Waldflächen begrenzen das Gebiet im Norden und Süden. Es handelt sich dabei um Kiefernwälder. Daneben gibt es kleiner Waldflächen, meist ebenfalls mit Kiefern. Laubwaldbestände sind auf meist feuchteren Standorten zu finden.

Es erfolgten 2 halbtägige (6 Stunden) und 20 ganztägige (12 Stunden) Beobachtungen. Erfasst wurden Wetter, Uhrzeit, Flughöhe und Flugrichtung, Rastdauer, Anzahl der Vögel und soweit möglich das Alter der Vögel (Altvögel oder flügge Jungvögel).

Die Ergebnisse, inklusive der Beobachtungspunkte werden in Karten sowie tabellarisch dargestellt mit Angaben zum Erfassungsdatum, Uhrzeit, Verhalten, geschätzter Flughöhe, -richtung, Individuenzahl und Wetterbedingungen.

Die Erfassungen wurden von Klaus Lieder, Gitta Lieder-Söldner und Oliver Regner durchgeführt. Alle Beteiligten verfügen über langjährige Erfahrungen mit Raumnutzungsuntersuchungen bei Großvögeln im Rahmen der Planung von Windenergieanlagen in Deutschland: Schwarzstorch – Projekte Großbardau/Grimma in Sachsen, Sachsenbrunn/Eisfeld und Tanna/Schleiz in Thüringen, Briesensee/Lübben in Brandenburg und Gössersdorf/Kulmbach in Bayern

Seeadler – Projekte bei Herzberg/Proßmarke und Bademeusel/Forst in Brandenburg

Fischadler – Projekte Büden in Sachsen-Anhalt und Vierraden in Brandenburg

Rotmilan – Projekte Seligenstädt/Gera, Eineborn und Großenstein in Thüringen, Großbardau/Grimma, Markersdorf/Penig und Nebelschütz/Kamenz in Sachsen, Herrengosserstedt und Büden in Sachsen-Anhalt

Schwarzmilan – Projekt Seligenstädt/Gera in Thüringen und Palmnicken in Brandenburg

Rohrweihe – Projekt Großenstein in Thüringen

Technische Ausrüstung:

GPSmap 60 der Firma GARMIN

Ferngläser SLC 10 x 42 WB und SLC 8 x 56 WB der Firma SWAROVSKI OPTIK

Spektiv ABO – TELEVID 77 B 20x – 60x der Firma Leica

Handys mit Kompassfunktion der Firma SAMSUNG

Karte:

Topographische Karte 1: 50.000 Bundesland Brandenburg



Abb. 6: Teil der Untersuchungsfläche im Mai 2022

Tabelle 4: Begehungen 2021

Begehung Nr.	Datum	Uhrzeit	Wetter
1	18.03.2021	06.30 – 12.30	-1 – 5°C, , heiter, Wind 12 km/h aus W
2	29.03.2021	12.00 – 18.00	15 – 19°C, sonnig, 27 km/h aus SW
3	08.04.2021	06.00 – 18.00	2 – 8°C, teilweise sonnig, am Nachmittag kurze Schauer, 26 km/h aus W
4	11.04.2021	06.00 – 18.00	7 – 16°C, sonnig, 15 km/h aus OSO
5	17.04.2021	06.00 – 18.00	6 – 12°C, teilweise sonnig, 14 km/h aus N
6	24.04.2021	07.00 – 19.00	4 – 9°C, heiter, 18 km/h aus WNW
7	01.05.2021	05.00 – 17.00	6 – 12°C, teilweise sonnig, 5 km/h aus O
8	08.05.2021	08.00 – 20.00	1 – 15°C, heiter, 12 km/h aus W
9	22.05.2021	04.00 – 16.00	9 – 18°C, heiter, am Nachmittag kurze Schauer, 24 km/h aus SW
10	29.05.2021	08.00 – 20.00	7 – 17°C, heiter, 28 km/h aus SW
11	06.06.2021	04.00 – 16.00	16 – 29°C, sonnig, wenige Wolken, 7 km/h aus N
12	12.06.2021	09.00 – 21.00	17 – 22°C, sonnig, 15 km/h aus W
13	19.06.2021	05.00 – 17.00	22 – 33°C, wenige Wolken, 8 km/h aus OSO
14	26.06.2021	10.00 – 22.00	19 – 27°C, wenige Wolken, 10 km/h aus N
15	03.07.2021	05.00 – 17.00	14 – 25°C, wenige Wolken, 15 km/h aus WNW
16	10.07.2021	07.00 – 19.00	15 – 25°C, teilweise sonnig, 21 km/h aus WSW
17	17.07.2021	06.00 – 18.00	20 – 28°C, wolkig, 14 km/h aus NNW
18	24.07.2021	08.00 – 20.00	16 – 30°C, wenige Wolken, 14 km/h aus O
19	01.08.2021	06.00 – 18.00	14 – 23°C, heiter, 11 km/h aus W
20	08.08.2021	07.00 – 19.00	17– 24°C, heiter, 27 km/h aus WSW
21	20.08.2021	06.30 – 18.30	16 – 21°C, teilweise sonnig, 13 km/h aus WSW
22	14.09.2021	06.00 – 18.00	9 – 19°C, wenige Wolken, 9 km/h aus ONO

3. Ergebnisse und Bewertung

Im Rahmen der durchgeführten Kontrollen gelangen folgende Beobachtungen:

Weißstorch:

- vier Beobachtungen mit 11 Ind.

Schreiadler:

- keine Beobachtung

Rotmilan:

- 14 Beobachtungen

Tabelle 5: Beobachtungen Weißstorch und Rotmilan 2021

Begehung Nr.	Datum	Uhrzeit	Weißstorch	Rotmilan
1	18.03.2021	06.30 – 12.30		
2	29.03.2021	12.00 – 18.00		
3	08.04.2021	06.00 – 18.00		
4	11.04.2021	06.00 – 18.00		2 x 1 Ind.
5	17.04.2021	06.00 – 18.00	1 x 1.Ind.	
6	24.04.2021	07.00 – 19.00		1 x 1 Ind.
7	01.05.2021	05.00 – 17.00		
8	08.05.2021	08.00 – 20.00	1 x 4 Ind.	1 x 6 Ind.
9	22.05.2021	04.00 – 16.00		2 x 1 Ind.
10	29.05.2021	08.00 – 20.00		1 x 2 Ind.
11	06.06.2021	04.00 – 16.00		1 x 1 Ind.
12	12.06.2021	09.00 – 21.00		
13	19.06.2021	05.00 – 17.00		
14	26.06.2021	10.00 – 22.00		1 x 1 Ind.
15	03.07.2021	05.00 – 17.00		
16	10.07.2021	07.00 – 19.00		
17	17.07.2021	06.00 – 18.00	1 x 1 Ind.	
18	24.07.2021	08.00 – 20.00		3 x 1 Ind.
19	01.08.2021	06.00 – 18.00	1 x 5 Ind.	1 x 4 Ind.
20	08.08.2021	07.00 – 19.00		1 x 3 Ind.
21	20.08.2021	06.30 – 18.30		
22	14.09.2021	06.00 – 18.00		
gesamt			4 x / 11 Ind.	14 x / 21 Ind.

Flugbewegungen und Rast sind in den nachfolgenden Karten dargestellt.

Weißstorch

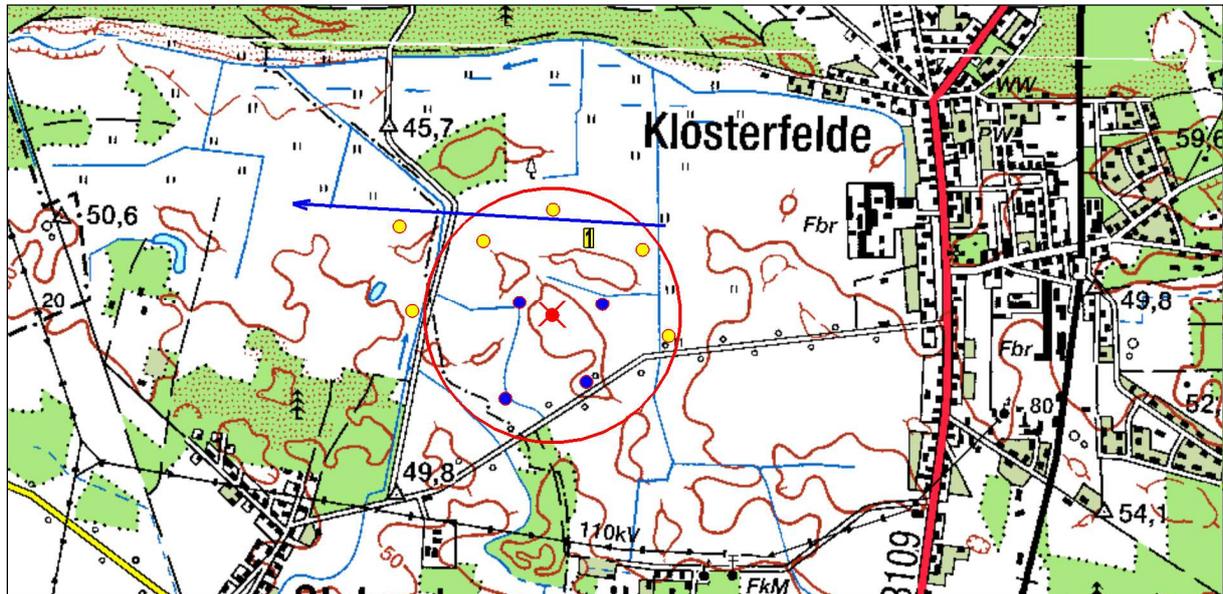


Abb. 7: Flugbewegung am 17.04.2021 – blaue Linie
500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte,
Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Tabelle 6: Beobachtung Weißstorch am 17.04.2021

Nr.	Uhrzeit	Bemerkung
1	08.25 – 08.29	1 Ind. überfliegend in 40 - 50 m Höhe

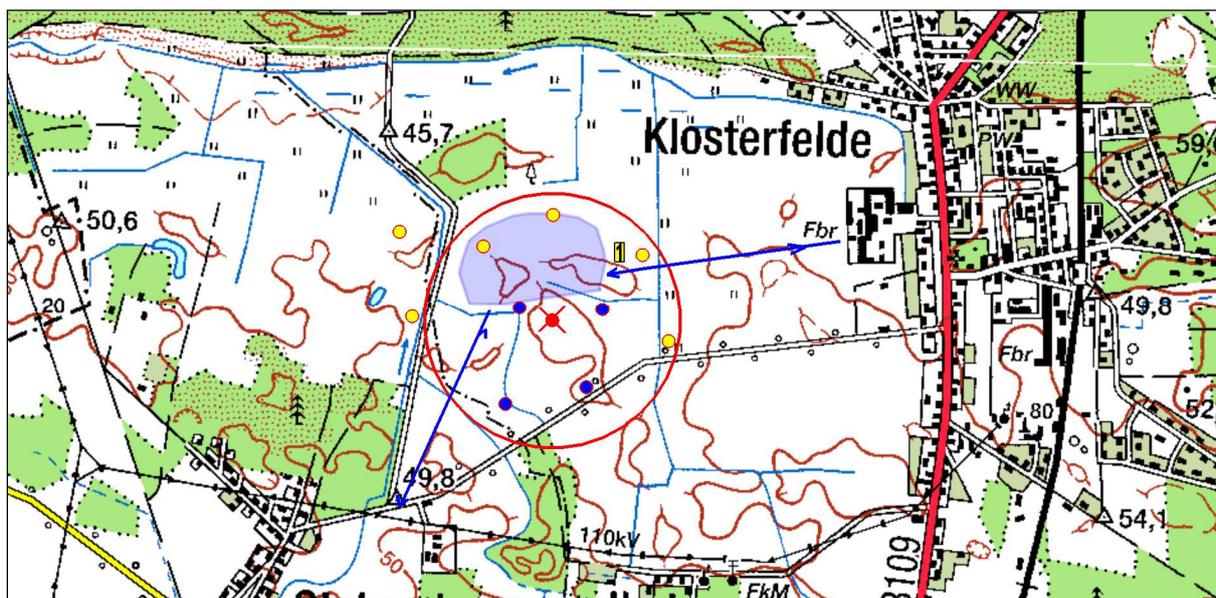


Abb. 8: Flugbewegung am 08.05.2021 – blaue Linien, Rast - blaue Fläche
500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte,
Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Tabelle 7: Beobachtung Weißstorch am 08.05.2021

Nr.	Uhrzeit	Bemerkung
1	ständig	4 Ind. rastend/fliegend in 20 - 40 m Höhe

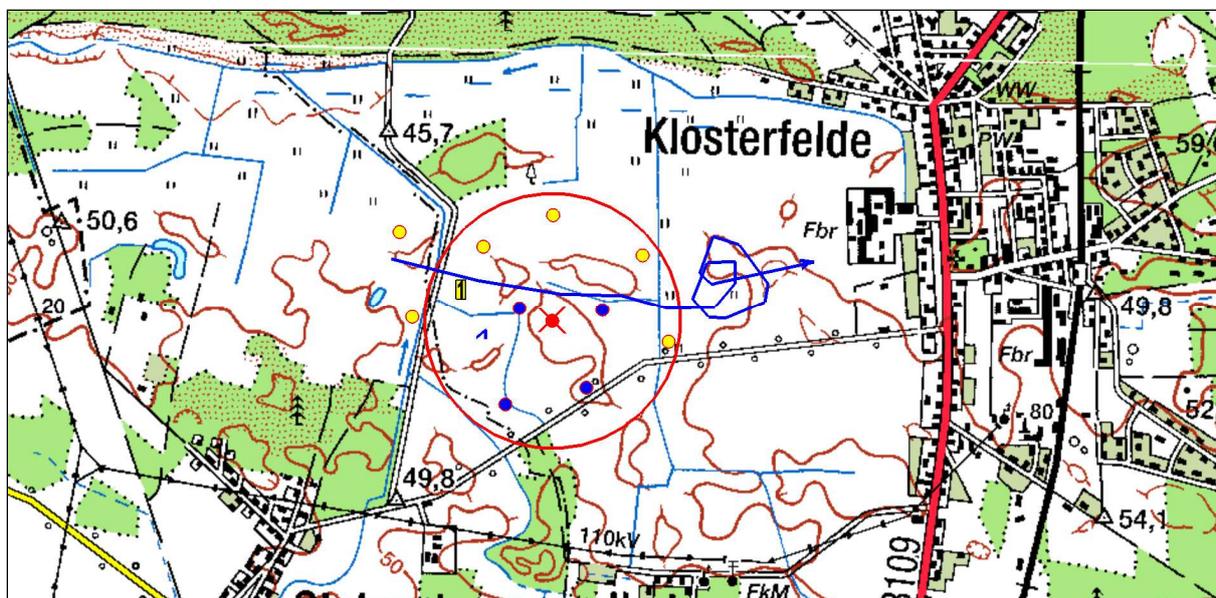


Abb. 9: Flugbewegung am 17.07.2021 – blaue Linie
500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte,
Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Tabelle 8: Beobachtung Weißstorch am 17.07.2021

Nr.	Uhrzeit	Bemerkung
1	12.13 – 12.27	1 Ind. fliegend/kreisend in 30 - 70 m Höhe

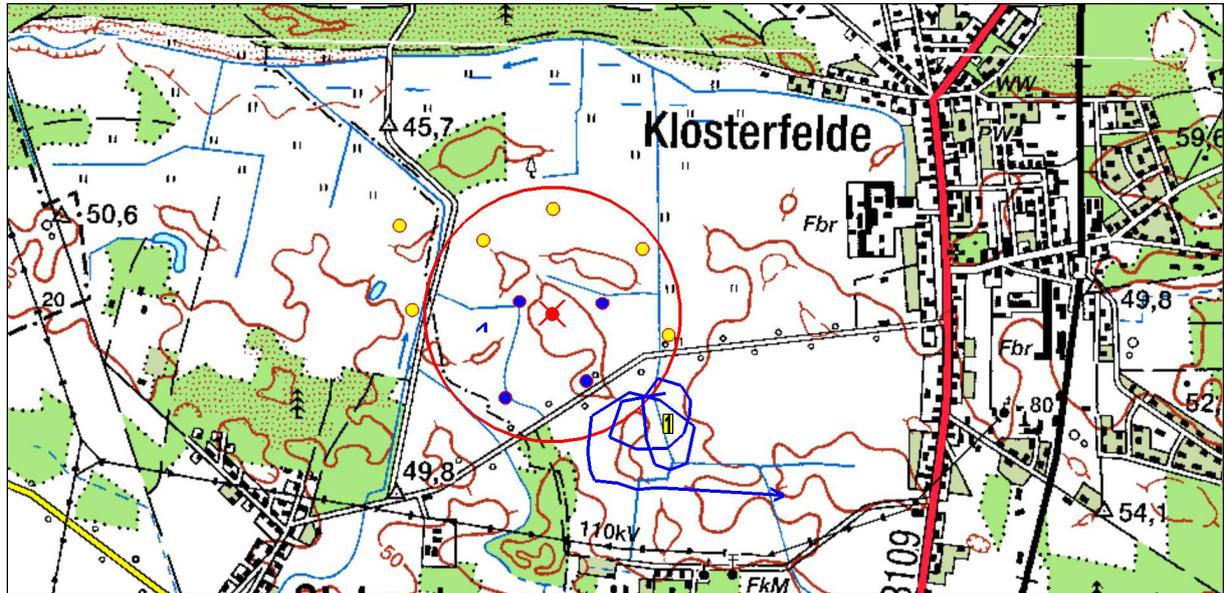


Abb. 10: Flugbewegung am 01.08.2021 – blaue Linie
500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte,
Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Tabelle 9: Beobachtung Weißstorch am 01.08.2021

Nr.	Uhrzeit	Bemerkung
1	14.18 – 14.31	5 Ind. kreisend/fliegend in 60 - 80 m Höhe

Rotmilan:

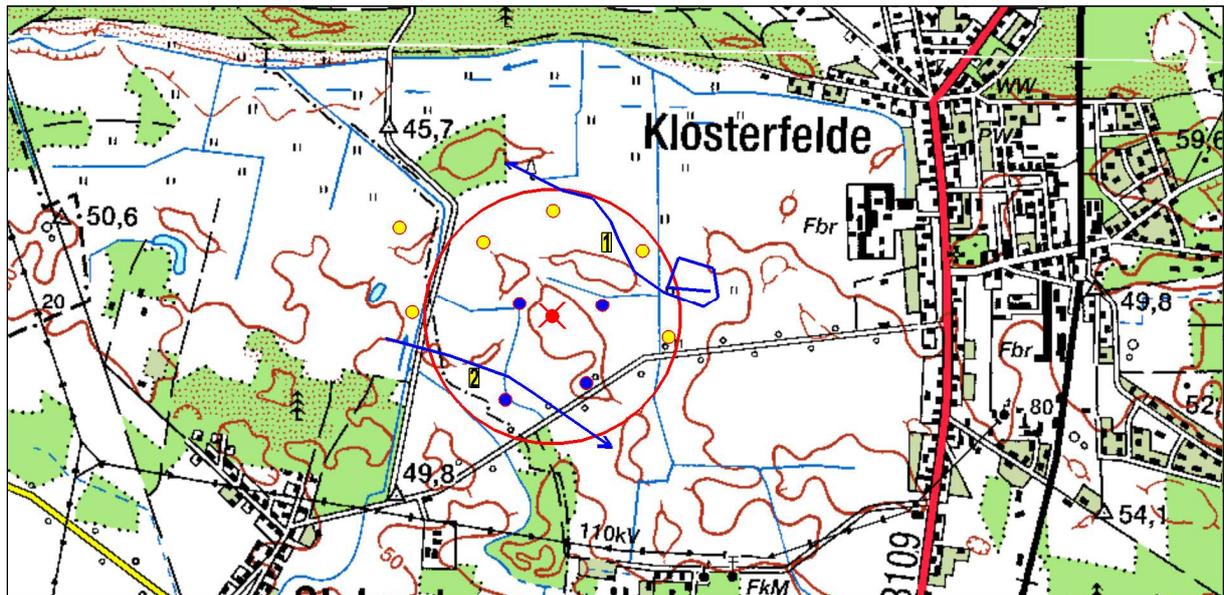


Abb. 11: Flugbewegungen am 11.04.2021 – blaue Linien
500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte,
Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Tabelle 10: Beobachtungen Rotmilan am 11.04.2021

Nr.	Uhrzeit	Bemerkung
1	10.59 – 11.09	1 Ind. fliegend in 30 - 40 m Höhe
2	15.38 – 15.42	1 Ind. fliegend in 40 - 50 m Höhe

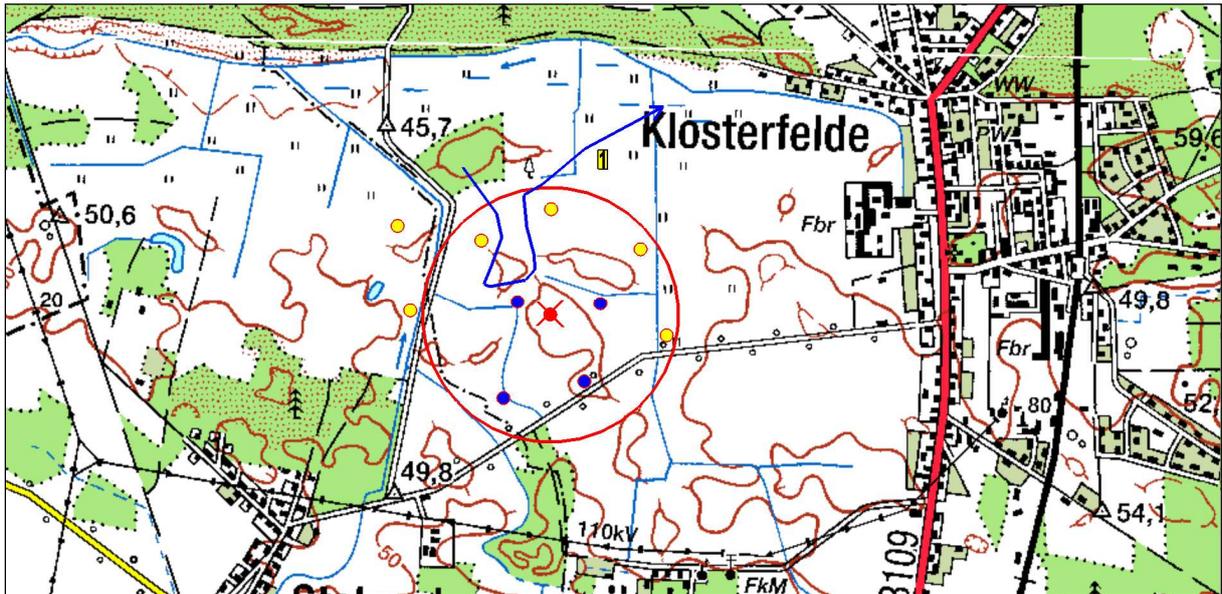


Abb. 12: Flugbewegung am 24.04.2021 – blaue Linie
500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte,
Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Tabelle 11: Beobachtung Rotmilan am 24.04.2021

Nr.	Uhrzeit	Bemerkung
1	06.44 – 06.52	1 Ind. fliegend in 30 - 40 m Höhe

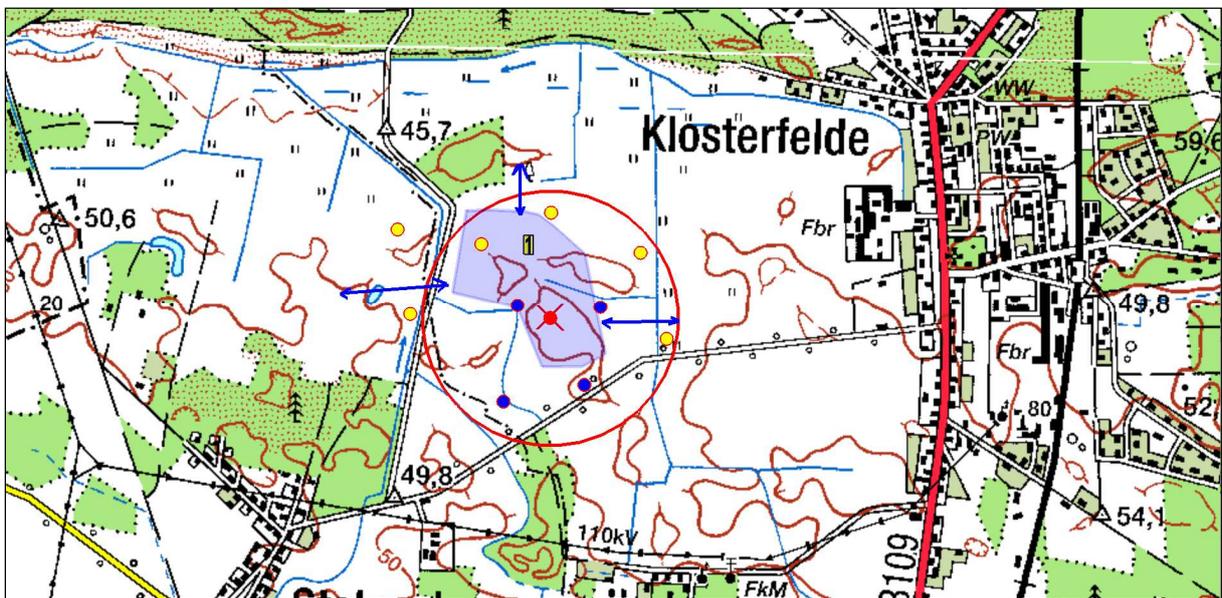


Abb. 13: Flugbewegungen am 08.05.2021 – blaue Linien, Rast - blaue Fläche
500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte,
Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Tabelle 12: Beobachtungen Rotmilan am 08.05.2021

Nr.	Uhrzeit	Bemerkung
1	ständig	6 Ind. rastend/fliegend in 10 - 30 m Höhe

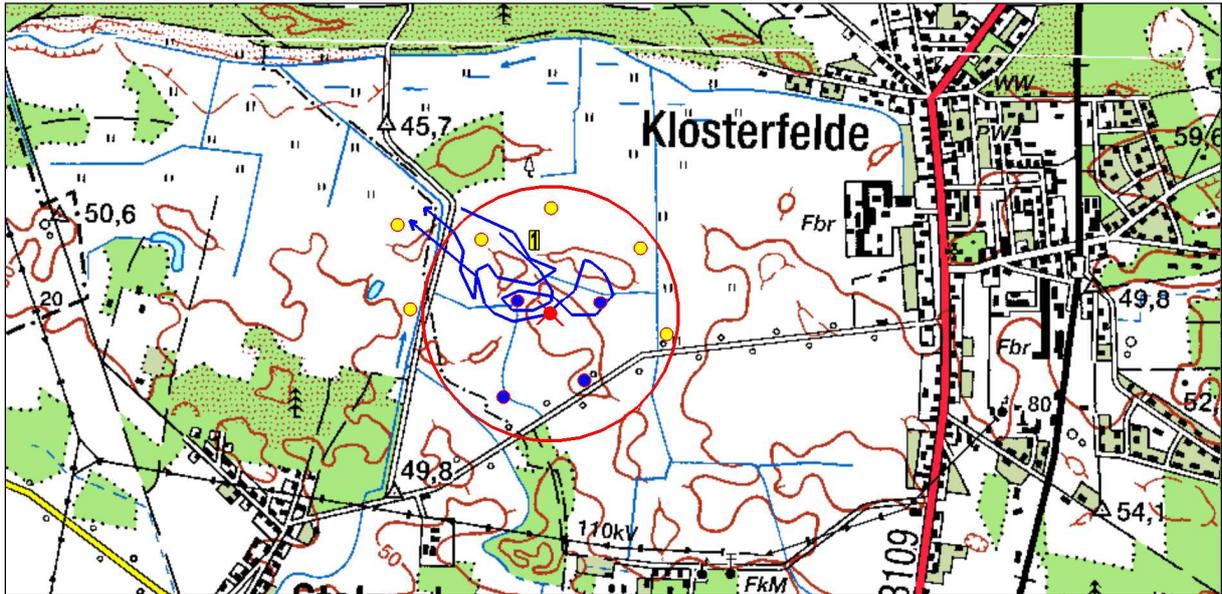


Abb. 14: Flugbewegungen am 29.05.2021 – blaue Linien
500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte,
Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Tabelle 13: Beobachtungen Rotmilan am 29.05.2021

Nr.	Uhrzeit	Bemerkung
1	10.45 – 11.12	2 Ind. fliegend in 20 - 40 m Höhe

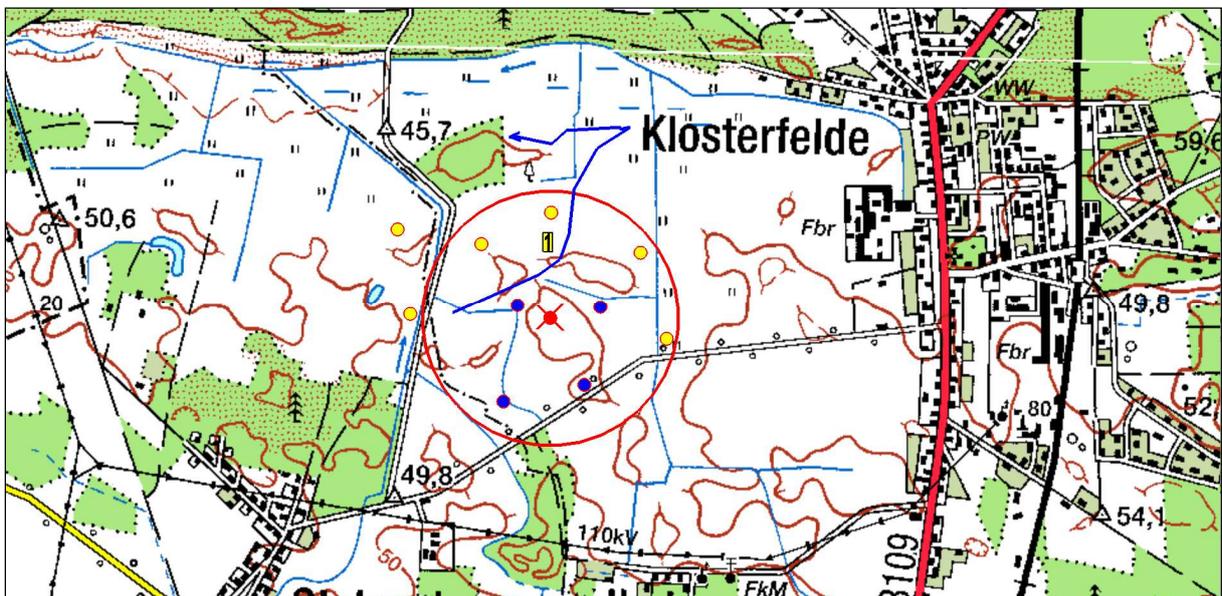


Abb. 15: Flugbewegung am 06.06.2021 – blaue Linie
500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte,
Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Tabelle 14: Beobachtung Rotmilan am 06.06.2021

Nr.	Uhrzeit	Bemerkung
1	05.23 – 05.27	1 Ind. fliegend in 40 - 50 m Höhe

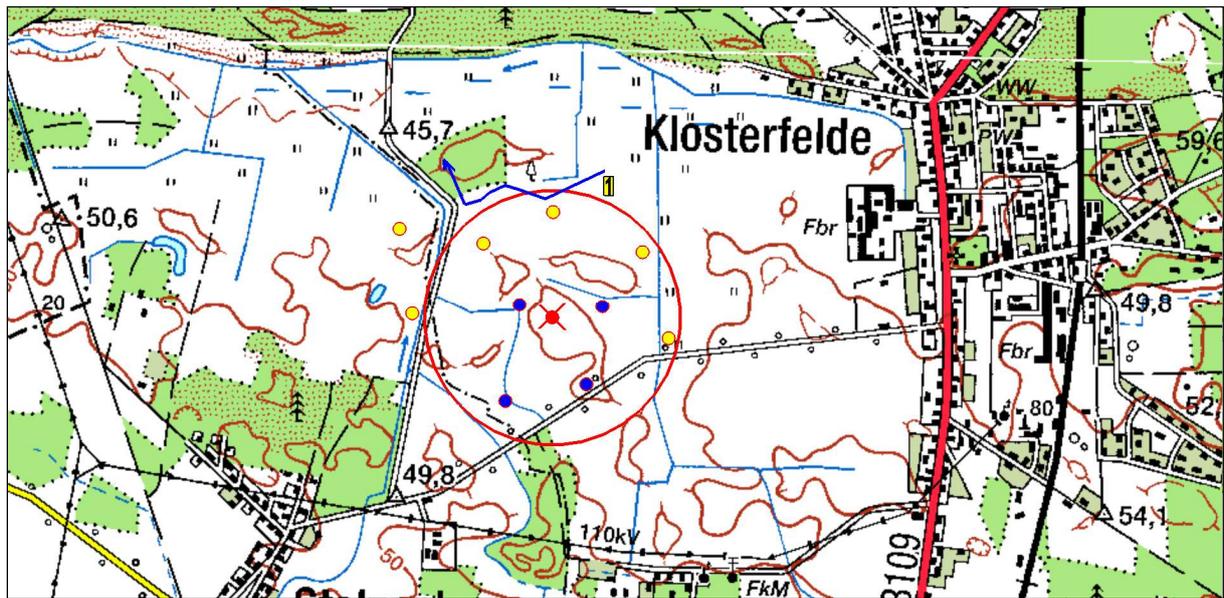


Abb. 16: Flugbewegung am 26.06.2021 – blaue Linie
500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte,
Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Tabelle 15: Beobachtung Rotmilan am 26.06.2021

Nr.	Uhrzeit	Bemerkung
1	17.20 – 17.24	1 Ind. fliegend in 30 - 40 m Höhe

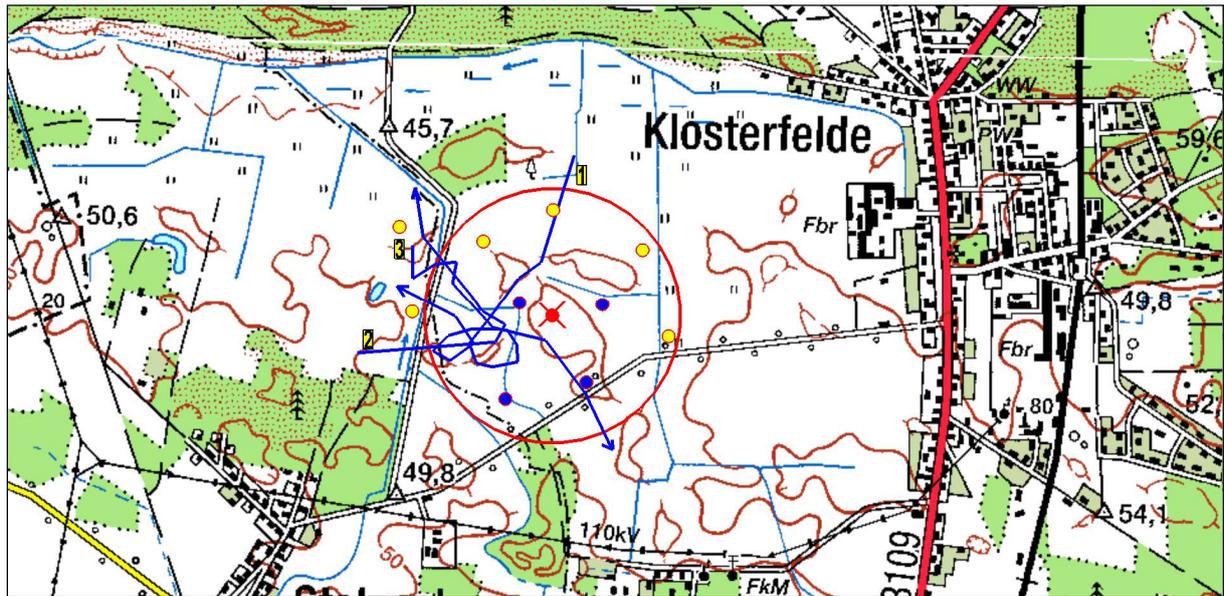


Abb. 17: Flugbewegungen am 24.07.2021 – blaue Linien
500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte,
Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Tabelle 16: Beobachtungen Rotmilan am 24.07.2021

Nr.	Uhrzeit	Bemerkung
1	10.11 - 10.34	1 Ind. fliegend in 20 - 30 m Höhe
2	10.25 – 10.49	1 Ind. fliegend in 20 - 30 m Höhe
3	14.23 – 14.32	1 Ind. fliegend in 30 - 40 m Höhe

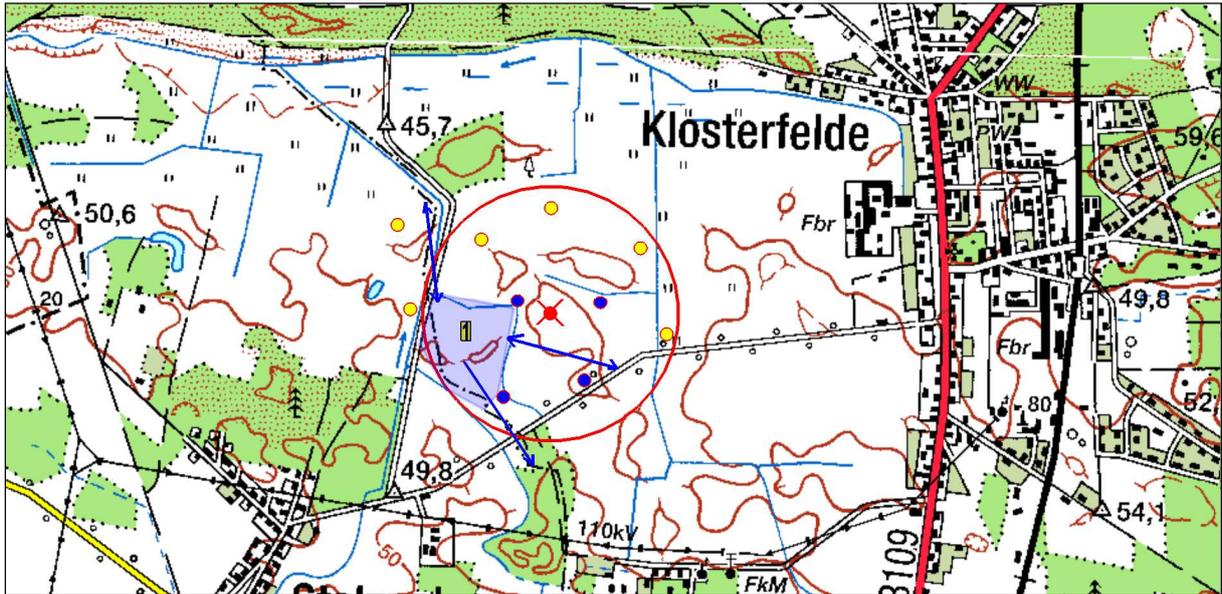


Abb. 18: Flugbewegungen am 01.08.2021 – blaue Linien, Rast – blaue Fläche
500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte,
Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Tabelle 17: Beobachtungen Rotmilan am 01.08.2021

Nr.	Uhrzeit	Bemerkung
1	ständig	4 Ind. rastend/fliegend in 10 - 30 m Höhe

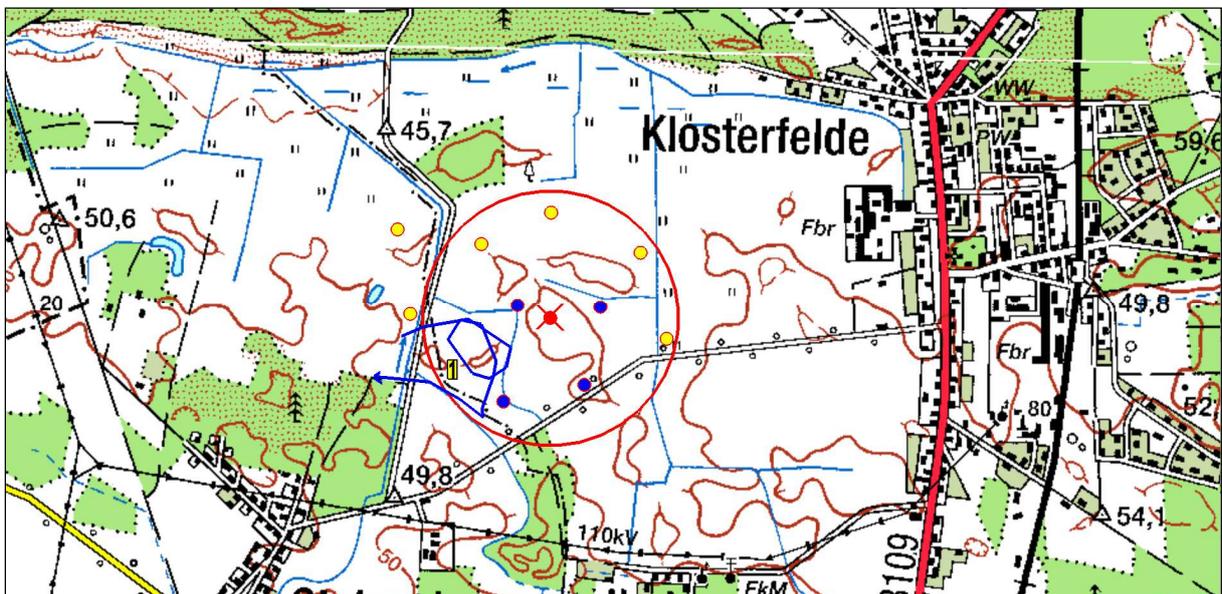


Abb. 19: Flugbewegungen am 08.08.2021 – blaue Linien
500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte,
Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

Tabelle 18: Beobachtungen Rotmilan am 08.08.2021

Nr.	Uhrzeit	Bemerkung
1	15.19 – 15.28	3 Ind. fliegend/kreisend in 30 - 50 m Höhe

Habitatpotenzialanalyse Rotmilan

Die Flächen im 1.200 m –Umkreis wurden an Hand von Luftbildern abgegrenzt und anschließen im Gelände verifiziert.

Habitatansprüche: Offenes Land mit nicht zu hoher Vegetation (BAUER ET AL. 2005).

Ackerland wird im Betrachtungsraum hauptsächlich zum Anbau von Mais, Raps und Wintergetreide genutzt. Die Nahrungsverfügbarkeit auf Ackerland ist für den Rotmilan deshalb nur gelegentlich vorhanden:

Raps – ab Ende April hochwachsend und bis zur Ernte ab Mitte Juli/August nicht mehr nutzbar

Wintergetreide - ab Ende April hochwachsend und bis zur Ernte ab Anfang Juli/August nicht mehr nutzbar

Mais – ab Ende Juni hochwachsend und bis zur Ernte ab Mitte September nicht mehr nutzbar, im April häufig Ausbringung von Gülle und damit Vernichtung von Kleinsäugetieren

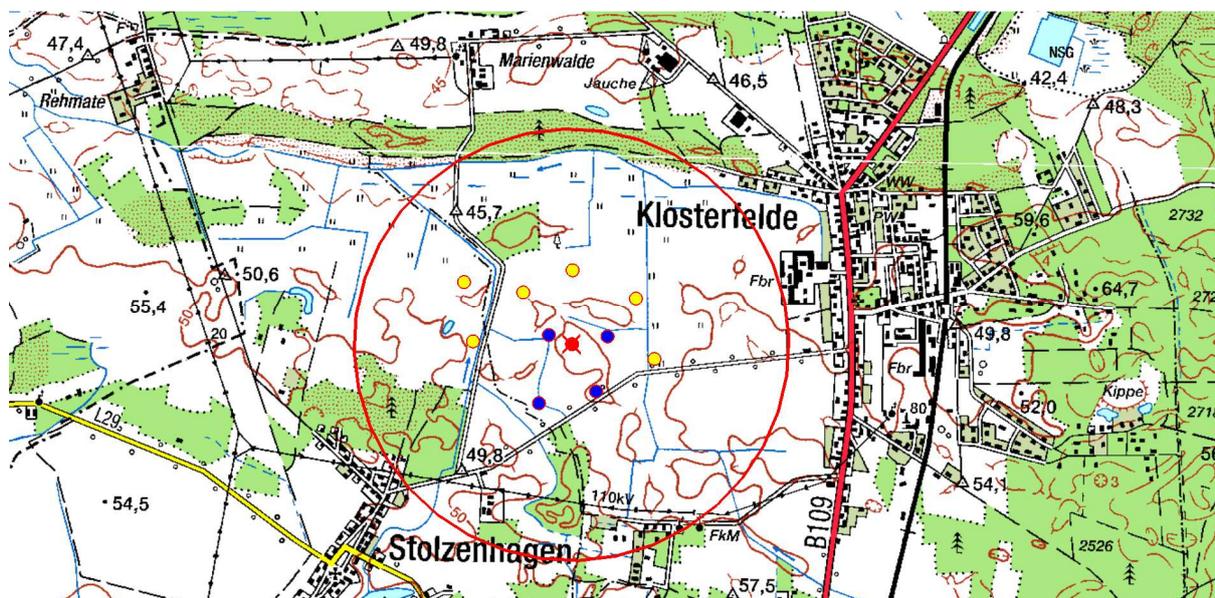


Abb. 20: Untersuchungsradius für Habitatpotenzialanalyse 1.200 m – rote Linien
500 m – Radius - rote Linie, Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte,
Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte

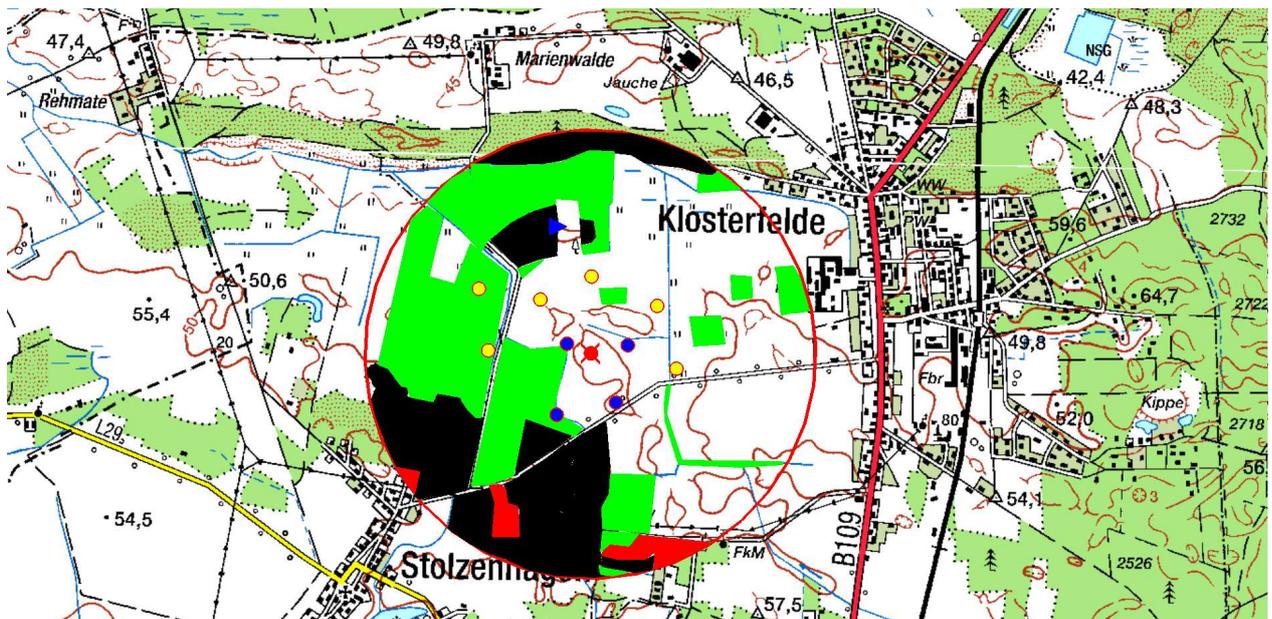


Abb. 21: Neubau WEA – roter Punkt, Bestandsanlagen WEA – gelbe Punkte, Bestandsanlagen WEA Rückbau – blaue Punkte, Brutplatz Rotmilan 2021 Nr. 1 – blaues Dreieck
Habitatpotenzialanalyse im 1.200 m – Radius um den Brutplatz – roter Kreis
attraktive Nahrungsflächen:

- Grünland und Streuobstwiesen – grüne Flächen – Nahrung Kleinsäuger, Reptilien und Lurche
- Siedlungen und Gewerbeflächen – rote Flächen – Kleinsäuger, Abfälle

gelegentlich genutzte Nahrungsflächen:

- Ackerland – weiße Flächen – Kleinsäuger, Regenwürmer
- Straßen – Verkehrsopfer(Tiere)

ungeeignete Flächen:

- Wald – schwarze Flächen

Diskussion:

Die bevorzugten Nahrungsflächen befinden sich südlich, nördlich und westlich des Brutplatzes. Bevorzugte Flugstrecken im Bereich der geplanten WEA sind nicht erkennbar und damit auch keine erhöhte Gefährdung durch den Bau und Betrieb der geplanten WEA.

4. Zusammenfassung

An 22 Kontrolltagen 2021 zwischen 18.03.2021 und 14.09.2021 wurden im Umkreis von 500 m um die geplanten Anlagen die Aktivitäten von Weißstorch, Schreiadler und Rotmilan untersucht.

Es gelang keine Beobachtung des Schreiadlers.

Weißstörche wurden an 4 Beobachtungstagen gesichtet. Nur im Mai suchten 4 Ind. nach Nahrung auf einer frisch abgeernteten Fläche. Die weiteren Beobachtungen beziehen sich auf überfliegende Vögel. Weißstörche sind nur bei bestimmten Ereignissen (Bodenbearbeitung, Ernte) zu erwarten. Ansonsten fehlen entsprechende Nahrungsressourcen bzw. sind auf Grund der Vegetationshöhe nicht sichtbar bzw. erreichbar.

Rotmilane nutzten die Fläche zu Nahrungssuche gelegentlich. Nur bei Erntereignissen hielten sich mehrere Rotmilane länger auf der Fläche auf. Ein Großteil der Untersuchungsfläche war längere Zeit durch hohe Vegetation (Mais, Getreide) nicht für den Rotmilan nutzbar.

Die Habitatpotenzialanalyse im 1.200 m-Umkreis zeigt, dass keine bevorzugten Habitate um Umfeld der geplanten WEA liegen.

Das Schädigungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr. 3 und 1 i.V.m. Abs. 5 sowie Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG und das Störungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG werden durch den Bau und Betrieb der Windkraftanlage nicht erfüllt.

5. Literatur

- BAUER, H.- G, BEZZEL, E. & W. FIEDLER (2005) : Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. 2. Auflage. - Wiebelsheim.
- BIBBY, C. J., N.D. BURGESS & D. A. HILL (1995): Methoden der Feldornithologie. Radebeul.
- KORN, M., STÜBING, S. & A. MÜLLER (2004): Schutz von Großvögeln durch Festlegung pauschaler Abstandsradien zu Windenergieanlagen – Möglichkeiten und Grenzen. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz **7**, 273 – 279
- LANGGEMACH, T. & B.-U. MEYBURG (2011): Funktionsraumanalyse – ein Zauberwort der Landschaftsplanung mit Auswirkungen auf den Schutz von Schreiadlern (*Aquila pomarina*) und anderen Großvögeln. – Berichte zum Vogelschutz **47/48**, 167 – 181
- MAMMEN, U., NICOLAI B., BÖHNER, J., MAMMEN, K., WEHRMANN, J., FISCHER S. & G. DORNBUSCH (2014): Artenhilfsprogramm Rotmilan des Landes Sachsen – Anhalt. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen – Anhalt 5/2014
- MEBS, T. & D. SCHMIDT (2006): Die Greifvögel Europas, Nordafrikas und Vorderasiens. Biologie, Kennzeichen, Bestände. – Stuttgart.

Deltabetrachtung nach § 45 c) Abs.2 BNatSchG

im Rahmen der artenschutzrechtlichen Prüfung
eines Repowerings von vier Windenergieanlagen am
Standort Klosterfelde

Beschreibung des Vorhabens

Die Antragsstellerin Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG beabsichtigt das Repowering von vier Bestandswindenergieanlagen am Standort Klosterfelde, Landkreis Barnim. Im Rahmen des Repowerings wird eine Neuanlage des Typs ENERCON E-138 am Standort Klosterfelde neuerrichtet.

Vergleich der Windenergieanlagen

Die vier Bestandsanlagen, welche im Rahmen des Bauvorhabens zurückgebaut werden, sind Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-66 18.70 mit einer Nabenhöhe von 98 m und einer Nennleistung von je 1.800 kW. Neuerrichtet wird am Standort eine Windenergieanlage des Typs ENERCON E-138 mit einer Nabenhöhe von 131 m und einer Nennleistung von 4.200 kW. Weitere Kennzahlen der beiden Anlagentypen sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Vergleich der Anlagentypen vor und nach der Realisierung des Bauvorhabens.

	Bestandsanlagen	Neuanlage
Typ	ENERCON E-66	ENERCON E-138
Anzahl	vier	eins
Gesamthöhe	131 m	199 m
Nabenhöhe	98 m	131 m
Rotorfläche	4x 3.848 m ² = 15.394 m ²	1x 15.085 m ²
Rotordurchgang	63 m	62 m

Eine graphische, nicht maßstabsgetreue Gegenüberstellung der beiden Anlagentypen geht aus der Abbildung 1 hervor.

Durch den Rückbau der vier Anlagen, insbesondere der beiden südlichen reduziert sich auch die Ausdehnung des gesamten Windparks um einige ha.

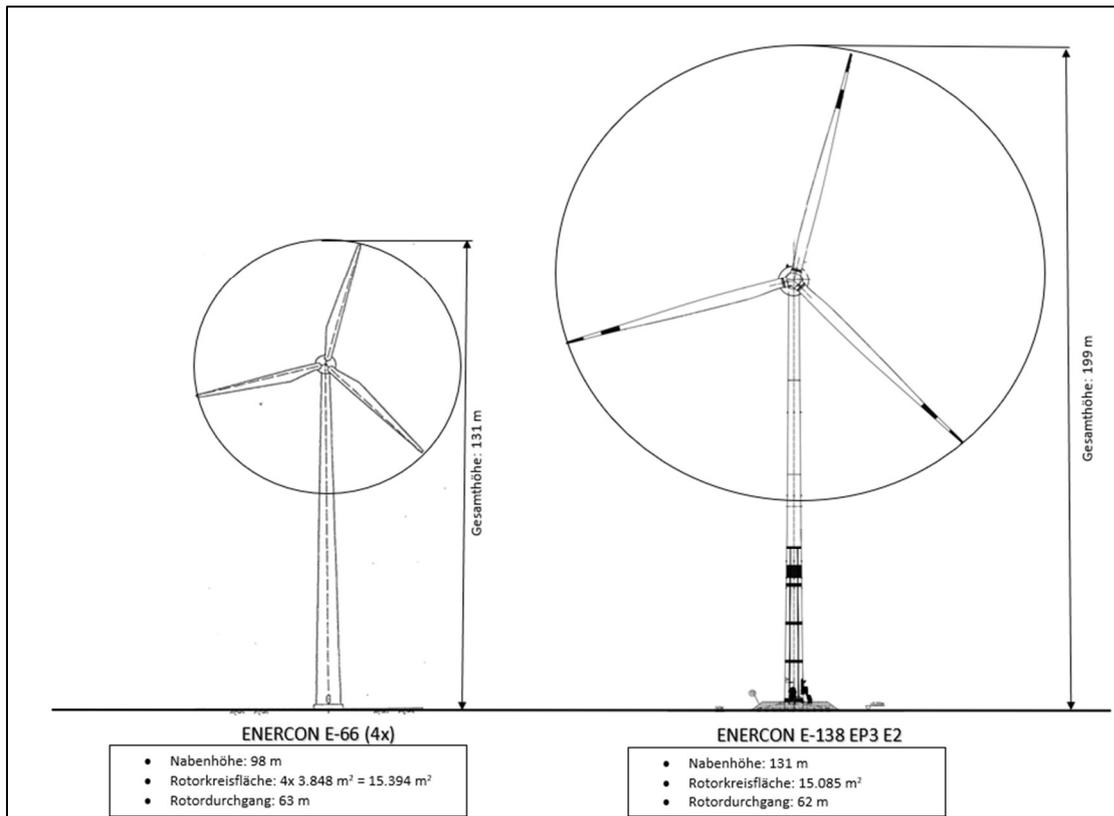


Abbildung 1: Vergleich der Anlagentypen vor und nach dem Repowering.

Die Abbildung 2 verdeutlicht die Lage des Bauvorhabens. Dabei sind die zurückzubauenden Windenergieanlagen blau gekennzeichnet. Der Standort der Neuanlage ist rot markiert. Weitere Bestandsanlagen anderer Betreibergesellschaften sind gelb hinterlegt.

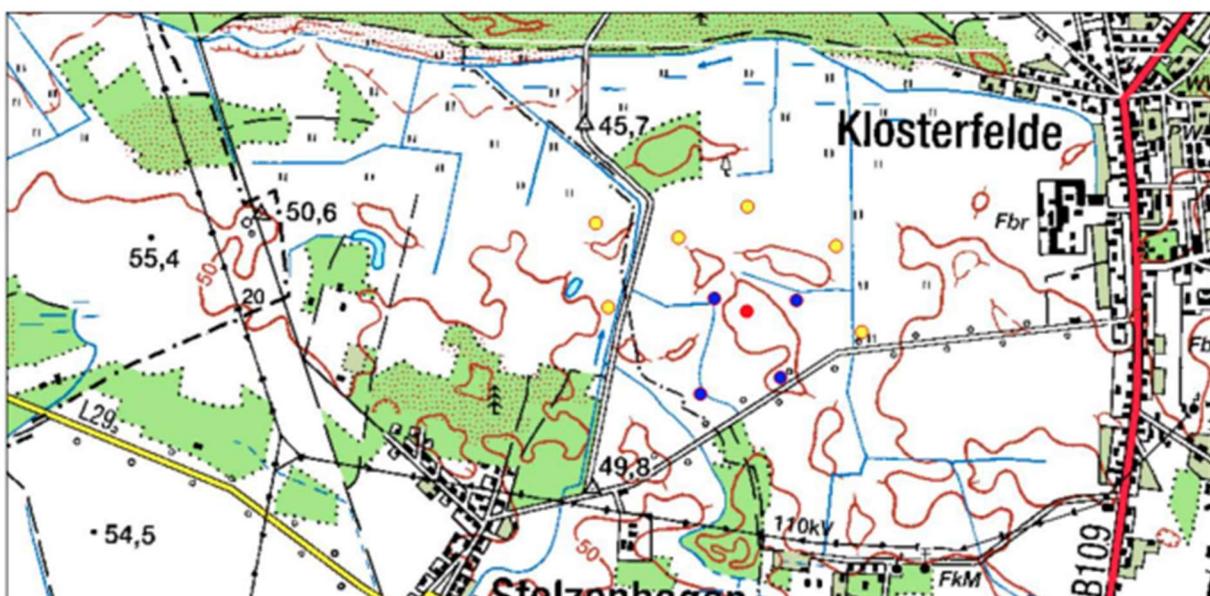


Abbildung 2: Übersicht über die Lage des Bauvorhabens - blau: Bestandsanlagen, rot - Neuanlage

Planungsrechtliche Zuordnung der Bestandsanlagen

Die vier Bestandsanlagen wurden im Jahr 2002 im Windeignungsgebiet Klosterfelde im Rahmen des sachlichen Teil Windenergie des Regionalplans der regionalen Planungsgemeinschaft Barnim-Uckermark errichtet.

Lage der Brutplätze der kollisionsgefährdeten Arten

Durch Begehungen des Vorhabenstandortes konnten sechs Brutpaare kollisionsgefährdeter Arten innerhalb des arttypischen Prüfbereichs gemäß des BNatschGs ausfindig gemacht werden.

Tabelle 2: Übersicht über die Brutpaare kollisionsgefährdeter Arten am Standort Klosterfelde.

Art		Brutpaare	BNatschG, Anlage 1 zu §45b		
deutscher Name	wissenschaftlicher Name		Nahbereich	Zentraler Prüfbereich	Erweiterter Prüfbereich
Kranich	<i>Grus grus</i> (L.)	3	nicht relevant		
Weißstorch	<i>Ciconia ciconia</i> (L.)	1	500 m 0 BP	1.000 m 0 BP	2.000 m 1 BP
Schreiadler	<i>Aquila pomarina</i> <i>C. L. Brehm</i>	1	1.500 m 0 BP	3.000 m 0 BP	5.000 m 1 BP
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i> (L.)	1	500 m 0 BP	1.200 m 1 BP	3.500 m

Im zentralen Prüfbereich der Neuanlage ist ein Brutpaar des Rotmilans (*Milvus milvus*) zu verorten. Dieses befindet sich in ca. 760 m Entfernung nördlich des Standortes der Neuanlage. Durch den Rückbau der vier Bestandsanlagen vergrößert sich der Abstand zu der nächstgelegenen WEA des Vorhabensträgers. Die Abbildung 3 zeigt die Lage des Rotmilanhorstes zum Standort der Neuanlage.

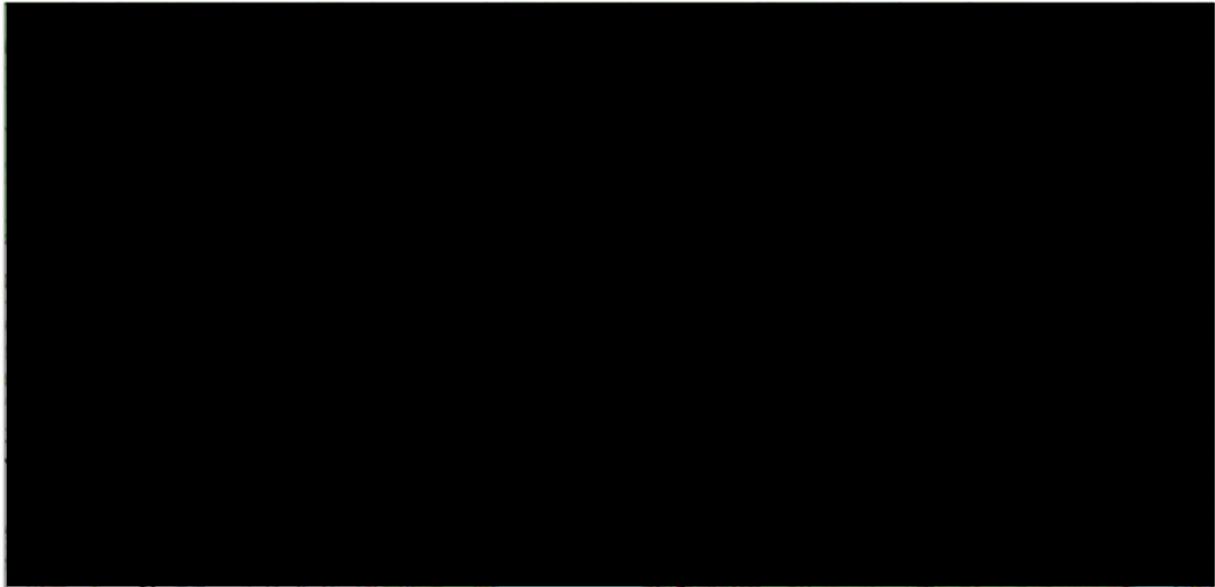


Abbildung 3: Lage des Rotmilanhorstes (gelb) im zentralen Prüfbereich (1.200 m) des Bauvorhabens (rot).

Im erweiterten Prüfbereich (2.000 m) in Hinblick auf das Vorkommen des Weißstorches (*Ciconia ciconia*) lässt sich ein Brutpaar verorten. Die Brutstätte liegt östlich des geplanten Anlagenstandortes in der Ortschaft Klosterfelde, vgl. Abbildung 4.

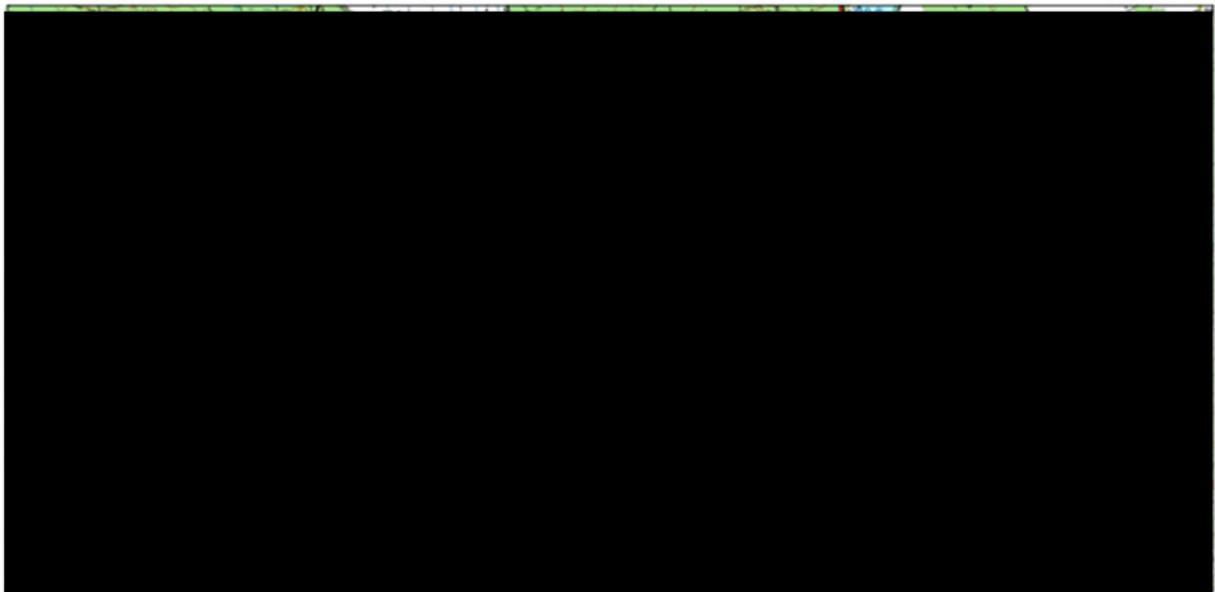


Abbildung 4: Brutstätte des Weißstorches im erweiterten Prüfbereich (2.000 m) der Neuanlage.

Für den Schreiadler ist ein erweiterter Prüfbereich von 5.000 m im BNatschG vorgesehen. Innerhalb dieses Umkreises um den Standort der Neuanlage ist in nördliche Richtung ein Brutpaar des Schreiadlers zu verorten. Ein genauer Standort des Brutplatzes ist aufgrund des Schutzes der Brutstätte nicht bekannt.

Berücksichtigung der Belange des Artenschutzes zum Zeitpunkt der Genehmigung

Für die Bestandsanlagen liegen genehmigungsrechtlich keine Auflagen zu Abschaltzeiten für Fledermäuse vor. Abschaltzeiten während der Mahd umliegender landwirtschaftlich genutzter Flächen sind genehmigungsrechtlich bei den vier Bestandsanlagen des Typs ENERCON E-66 18.70 ebenfalls nicht beauftragt worden.

Im Rahmen der Errichtung der Bestandsanlagen im Jahr 2002 wurden zum Ausgleich der Eingriffe in die Natur und das Landschaftsbild Sträucher und Hecken im Umfeld des bestehenden Windparks gepflanzt.

Durchgeführte Schutzmaßnahmen

Die Bestandsanlagen werden ohne Schutzmaßnahmen, wie Sie in Anlage 1 Abschnitt 2 zu § 45b BNatschG vorgesehen sind, betrieben.

Fazit

Der Standort des Bauvorhabens befindet sich nicht innerhalb eines Natura-2000 Gebietes. Die Signifikanzschwelle im Sinne des BNatschG wird durch das Vorhaben nicht überschritten. Es kommt zu keiner Erhöhung der Rotorfläche. Auch die Abstände zu umliegenden Brutstätten kollisionsgefährdeter Arten vergrößern sich durch das Repowering. Da die Bestandsanlagen aufgrund fehlender genehmigungsrechtlicher Vorgaben ohne artenschutzrechtliche Schutzmaßnahmen betrieben werden, sind die Auswirkungen der Neuanlage aus artenschutzrechtlicher Sicht als wesentlich geringer einzuschätzen.

14.1 Klärung des UVP-Erfordernisses**Klassifizierung des Vorhabens nach Anlage 1 des UVPG:**

Nummer: 1.6.2
Bezeichnung: Errichtung und Betrieb einer Windfarm mit Anlagen mit einer Gesamthöhe von jeweils mehr als 50 Metern mit 6 bis weniger als 20 Windkraftanlagen,
Eintrag (X, A, S): A

UVP-Pflicht

- Eine UVP ist zwingend erforderlich. Die erforderlichen Unterlagen nach § 4e der 9. BImSchV und § 16 des UVPG sind im Formular 14.2 beigefügt.
- Eine UVP ist nicht zwingend erforderlich, wird aber hiermit beantragt.
- UVP-Pflicht im Einzelfall
- Die Vorprüfung wurde durch die Genehmigungsbehörde bereits durchgeführt. Sie hat ergeben, dass keine UVP erforderlich ist.
- Die Vorprüfung wurde durch die Genehmigungsbehörde bereits durchgeführt. Sie hat ergeben, dass eine UVP erforderlich ist. Die erforderlichen Unterlagen nach § 4e der 9. BImSchV und § 16 des UVPG sind im Formular 14.2 beigefügt.
- Die Vorprüfung wurde noch nicht durchgeführt; diese wird hiermit beantragt. Die notwendigen Unterlagen zur Durchführung der Vorprüfung enthält der vorliegende Antrag.
- Das Vorhaben ist in der Anlage 1 des UVPG nicht genannt. Eine UVP ist nicht erforderlich.

UVP-BERICHT

Rückbau von 4 WEA und Errichtung und Betrieb einer WEA im Windpark Klosterfelde (Landkreis Barnim, Gemeinde Wandlitz)

Auftraggeber:
umweltplan projekt GmbH
An der Plansche 4
16321 Bernau

Ronneburg, 30.01.2023 

INHALT

Inhalt
Tabellen
Abbildungen
Pläne

Inhalt

1	Einleitung	7
1.1	AUSGANGSSITUATION / AUFGABENSTELLUNG	7
1.2	RECHTLICHE GRUNDLAGEN	7
1.3	BEARBEITUNGSMETHODIK	8
1.4	UNTERSUCHUNGSRAHMEN/DATENGRUNDLAGEN	9
2	Vorhabensbeschreibung	10
2.1	LAGEBESCHREIBUNG	10
2.2	TECHNISCHE BESCHREIBUNG DES VORHABENS	11
3	Bestandserfassung und -bewertung der Schutzgüter des UVPG	13
3.1	GRUNDLAGEN ZUR BESCHREIBUNG DER SCHUTZGÜTER DES UVPG	13
3.1.1	DERZEITIGE FLÄCHENNUTZUNGEN IM VORHABENSGBIET (NUTZUNGSKRITERIEN).....	13
3.1.2	NATURRÄUMLICHE EINORDNUNG / MORPHOLOGIE	13
3.2	SCHUTZGUT MENSCH (EINSCHLIEßLICH KULTUR- UND SACHGÜTER)	14
3.3	SCHUTZGUT FLÄCHE	16
3.4	SCHUTZGUT BODEN	17
3.5	SCHUTZGUT WASSER	19
3.6	SCHUTZGUT KLIMA / LUFT.....	20
3.7	SCHUTZGUT ARTEN & BIOTOPE	22
3.7.1	BIOTOPTYPEN, FLORA UND VEGETATION	22
3.7.1.1	Untersuchungsumfang / Erfassungs- und Bewertungskriterien	22
3.7.1.2	Bestandserfassung.....	23
3.7.1.3	Bewertung der Biotop- und Nutzungstypen des Untersuchungsgebietes.....	25
3.7.2	AVIFAUNA.....	26
3.7.2.1	Vorbemerkungen	26
3.7.2.2	Brutvögel	26

3.7.2.3	Windenergiesensible Vogelarten gemäß Anlage 1 (zu § 45b Abs. 1 bis 5).....	29
3.7.2.4	Ergebnisse der Raumnutzungsanalyse 2021	31
3.7.2.5	Zug- und Rastvögel	32
3.7.3	FLEDERMÄUSE	33
3.7.4	SCHUTZGEBIETE UND -OBJEKTE NACH NATURSCHUTZRECHT	34
3.8	SCHUTZGUT LANDSCHAFTSBILD UND ERHOLUNGSEIGNUNG	34
3.8.1	UNTERSUCHUNGSUMFANG / ERFASSUNGS- UND BEWERTUNGSKRITERIEN	34
3.8.2	LANDSCHAFTSBILD DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES	37
3.8.2.1	Erfassung von Landschaftsbildeinheiten.....	37
3.8.2.2	Bewertung der Landschaftsbildeinheiten	39
4	Darstellung und Bewertung der vorhabensbedingt zu erwartenden Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft.....	40
4.1	VORBEMERKUNGEN	40
4.1.1	ENERGIEPOTENZIAL UND CO ₂ -VERMEIDUNG.....	40
4.1.2	METHODISCHE GRUNDSÄTZE DER WIRKUNGSPROGNOSE	41
4.2	SCHUTZGUT MENSCH/KULTUR- UND SACHGÜTER.....	42
4.2.1	BAUBEDINGTE AUSWIRKUNGEN AUF DAS SCHUTZGUT MENSCH.....	42
4.2.2	ANLAGE- UND BETRIEBSBEDINGTE AUSWIRKUNGEN AUF DAS SCHUTZGUT MENSCH	43
4.2.3	BAU- UND ANLAGEBEDINGTE AUSWIRKUNGEN AUF DAS KULTURELLE ERBE UND SONSTIGE SACHGÜTER (KULTUR- UND SACHGÜTER).....	48
4.3	SCHUTZGUT FLÄCHE.....	48
4.4	SCHUTZGUT BODEN	49
4.4.1	BAUBEDINGTE AUSWIRKUNGEN	49
4.4.2	ANLAGEBEDINGTE AUSWIRKUNGEN	49
4.4.3	BETRIEBSBEDINGTE AUSWIRKUNGEN	50
4.5	SCHUTZGUT WASSER	50
4.5.1	BAUBEDINGTE AUSWIRKUNGEN AUF DAS GRUNDWASSER	51
4.5.2	ANLAGEBEDINGTE AUSWIRKUNGEN AUF DAS GRUNDWASSER	51
4.5.3	BETRIEBSBEDINGTE AUSWIRKUNGEN AUF DAS GRUNDWASSER.....	52
4.5.4	AUSWIRKUNGEN AUF OBERFLÄCHENGEWÄSSER.....	52
4.6	SCHUTZGUT KLIMA / LUFT.....	52
4.6.1	BAUBEDINGTE AUSWIRKUNGEN	52
4.6.2	ANLAGEBEDINGTE AUSWIRKUNGEN	52
4.6.3	BETRIEBSBEDINGTE AUSWIRKUNGEN	53
4.7	SCHUTZGUT ARTEN & BIOTOPE	53

4.7.1	FLÄCHEN-/BIOTOPINANSPRUCHNAHME.....	53
4.7.2	AUSWIRKUNGEN AUF DIE AVIFAUNA	55
4.7.2.1	Vorbemerkungen	55
4.7.2.2	Störwirkungen auf die Avifauna während der Bauphase	55
4.7.2.3	Auswirkungen auf die Avifauna durch die anlagebedingte Flächeninanspruchnahme.....	55
4.7.2.4	Störwirkungen auf die Avifauna während der Betriebsphase	56
4.7.2.4.1	Allgemeines.....	56
4.7.2.4.2	Literaturdaten zur Störwirkung von WEA auf Brut- und Gastvögel.....	58
4.7.2.4.3	Literaturauswertung zum Kollisionsrisiko	61
4.7.2.4.4	Prognose der Beeinträchtigung von Brutvögeln durch die Störwirkung der Rotoren	68
4.7.2.4.5	Prognose der Beeinträchtigung von Zug- und Rastvögeln durch die Störwirkung der Rotoren	69
4.7.2.4.6	Prognose der Beeinträchtigung der Avifauna durch die Kollision von Tieren mit den WEA	69
4.7.3	AUSWIRKUNGEN AUF DIE FLEDERMAUSFAUNA	71
4.7.3.1	Empfindlichkeit von Fledermäusen gegenüber den anlage- und betriebsbedingten Wirkungen von WEA.....	71
4.7.3.2	Prognose der Auswirkungen auf die Fledermausfauna.....	73
4.8	SCHUTZGUT LANDSCHAFTSBILD	74
4.8.1	VORBEMERKUNGEN.....	74
4.8.2	SICHTBARKEITSBETRACHTUNG	76
4.9	WECHSELWIRKUNGEN	79
4.10	KUMULATIVE WIRKUNGEN DES VORHABENS MIT ANDEREN WINDPARKS ODER EINZELANLAGEN.....	81
5	Maßnahmen zur Vermeidung und Kompensation der erheblichen Beeinträchtigungen.....	82
5.1	MAßNAHMEN ZUR VERMEIDUNG UND MINIMIERUNG DER ERHEBLICHEN BEEINTRÄCHTIGUNGEN.....	82
5.2	VERBLEIBENDE UNVERMEIDBARE ERHEBLICHE BEEINTRÄCHTIGUNGEN DER SCHUTZGÜTER DES UVPG.....	84
6	Fachgutachterliches Ergebnis der Umweltverträglichkeitsstudie	84
7	Prüfung anderweitiger Lösungsmöglichkeiten.....	84
8	Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der erforderlichen Angaben	85
9	Allgemeinverständliche Zusammenfassung	85

10 Quellen 89

Tabellen

Tabelle 1	Vorhandene WEA im Windpark Klosterfelde	10
Tabelle 2	Bewertung der im Untersuchungsgebiet verbreiteten Hauptbodenformen	19
Tabelle 3	Biotoptypen im Vorhabensgebiet (500 m Radius)	25
Tabelle 4	Gesamtartenliste der Brutvogelfauna	26
Tabelle 5	Bereiche zur Prüfung bei kollisionsgefährdeten Brutvogelarten (Anlage 1, Abschnitt 1 BNatSchG)	29
Tabelle 6	Unterschreitung der Prüfbereiche nach BNatSchG	31
Tabelle 7	Nachweise von Fledermausarten in Gondelhöhe einer Bestands-WEA	33
Tabelle 8	Nachweise von Quartieren im 2 km Radius um den geplanten WEA- Standort	34
Tabelle 9	Auftretende Schattenwurfimmissionen an den Immissionsorten und verursachende WEA (Kuntzsch 2020b)	46
Tabelle 10	Übersicht der anlagebedingten Biotopinanspruchnahme	53
Tabelle 11	Vogelartengruppen mit unterschiedlicher Empfindlichkeit gegenüber dem Betrieb von WEA	57
Tabelle 12	Artspezifische Empfindlichkeit von Brutvögeln gegenüber WEA nach REICHENBACH (2003)	59
Tabelle 13	Artspezifische Empfindlichkeit von Gastvögeln gegenüber WEA nach Reichenbach (2003)	60
Tabelle 14	Vogelverluste an Windenergieanlagen in Deutschland seit 2002 – Auszug aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg (Stand: 17. Juni 2022)	62
Tabelle 15	Vogelverluste an Windenergieanlagen in Deutschland – Auflistung der 20 am häufigsten nachgewiesenen Arten mit Angaben zum Gesamtbestand (Gedeon et al. 2014)	67
Tabelle 16	Fledermausverluste an Windenergieanlagen in Deutschland seit 2002 – Auszug aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg (Stand: 17. Juni 2022).	73
Tabelle 17	Verbleibende erhebliche Beeinträchtigungen der Schutzgüter des UVPG ...	84

Abbildungen

Abbildung 1	Abgrenzung des Naturraums „Westbarnim“ (www.bfn.de).....	13
Abbildung 2	Windpark Klosterfelde aus der Vogelperspektive mit derzeitigem Bestand (im Vordergrund die rückzubauenden 4 WEA).....	77
Abbildung 3	Windpark Klosterfelde aus der Vogelperspektive im Planzustand (im Vordergrund die geplante WEA, 4 WEA wurden rückgebaut)	78
Abbildung 4	Schema der Wirkpfade zwischen den einzelnen Schutzgütern des UVPG (ENVECO 2014)	79

Pläne

Plan 1	Übersichtskarte mit territorialer Einordnung des Vorhabensgebietes	M 1 : 250 000
Plan 2	Lageplan des Vorhabensgebietes	M 1 : 30 000 / 1 : 10 000
Plan 3	Plan der Biotop- und Nutzungstypen	M 1 : 10 000
Plan 4	WEA-sensible Brutvögel des Vorhabensgebietes	M 1:10.000
Plan 5	Landschaftsbild des Untersuchungsgebietes	M 1: 20.000

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation / Aufgabenstellung

Die umweltplan projekt GmbH plant den Rückbau von 4 WEA und die Errichtung einer neuen WEA im Windpark Klosterfelde. Der Windpark besteht gegenwärtig aus insgesamt 10 WEA.

Zur Genehmigung dieses Vorhabens ist ein Genehmigungsverfahren nach § 16b BImSchG durchzuführen.

Als Basis für die UVP ist vom Vorhabenträger gem. § 16 UVPG ein **UVP-Bericht** zu erarbeiten, in denen die voraussichtlichen Umweltauswirkungen des Vorhabens beschrieben werden. Dieser wurde vom LfU Brandenburg, Referat T13 gefordert und wird hiermit vorgelegt.

1.2 Rechtliche Grundlagen

Gemäß § 11 UVPG (kumulierende Vorhaben) sowie Nr. 1.6.2 der Anlage 1 zum UVPG ist für WEA, die Teil einer Windfarm mit 6 bis weniger als 20 WEA sind, zu Beginn des Genehmigungsverfahrens eine allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls durchzuführen (UVP-VP). Im Rahmen dieser Vorprüfung wird durch die zuständigen Behörden, anhand der in der Anlage 3 zum UVPG aufgeführten Kriterien, überschlägig geprüft, ob das Vorhaben erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen haben kann und damit die Erforderlichkeit einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) im Genehmigungsverfahren besteht.

Die Unterlagen zur UVP-Vorprüfung wurden bereits 2022 bei der Genehmigungsbehörde eingereicht. Die UVP-Vorprüfung der Behörde ergab die Erforderlichkeit einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Diese ist entsprechend durchzuführen. Im Rahmen der UVP wird durch die zuständigen Behörden die Umweltverträglichkeit des geplanten Vorhabens anhand der in der Anlage 4 zum UVPG aufgeführten Kriterien geprüft.

Gemäß § 2 (1) UVPG umfasst der UVP-Bericht:

die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der unmittelbaren und mittelbaren Auswirkungen eines Vorhabens auf

- 1. Menschen, insbesondere menschliche Gesundheit*
- 2. Tiere und Pflanzen und biologische Vielfalt,*
- 3. Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft,*
- 4. kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter sowie*
- 5. die Wechselwirkungen zwischen den vorgenannten Schutzgütern.*

Nach § 16 (1) UVPG hat der Träger des Vorhabens der zuständigen Behörde einen Bericht zu den voraussichtlichen Umweltauswirkungen des Vorhabens (UVP-Bericht) vorzulegen.

1.3 Bearbeitungsmethodik

Die fachliche und methodische Erstellung des UVP-Berichts erfolgt in Anlehnung an den fachlichen Empfehlungen der UVP-Verwaltungsvorschrift (UVPVwV). Darüber hinaus wurde bei der Bearbeitung spezieller fachlicher Fragestellungen vielfach die aktuelle Fachliteratur mit herangezogen (s. im jeweiligen Zusammenhang).

Die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen des geplanten Vorhabens erfolgt schutzgutbezogen. Als Auswertungsmodell wurde überwiegend eine **verbal-argumentative Konfliktbewertung** verwendet.

Bearbeitungsschritte des UVP-Berichts

Erster Bearbeitungsschritt ist eine **Bestandserfassung** der Schutzgüter und deren Darstellung in Text- und Kartenform. Gesondert von der Bestandserfassung vorzunehmen ist eine **Bestandsbewertung** nach den schutzgutspezifischen fachlichen Vorgaben (z. B. Hinweise zum Vollzug der Eingriffsregelung HVE 2009). Diese wiederum bildet die Grundlage für die im Rahmen der Konfliktanalyse vorzunehmende Bewertung der vorhabenspezifischen Beeinträchtigungen.

Die **Konfliktanalyse** ist wie die Bestandserfassung und -bewertung getrennt für alle Schutzgüter, wenn erforderlich getrennt nach räumlich-funktionalen Einheiten und soweit möglich auch unter getrennter Betrachtung aller Wirkfaktoren vorzunehmen. Mögliche Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern sind zu berücksichtigen. Eine Unterscheidung räumlich-funktionaler Einheiten kann immer dann unterbleiben, wenn im gesamten Untersuchungsgebiet von einer einheitlichen Beeinträchtigungsintensität auszugehen ist.

Zentrales Ziel der Konfliktanalyse ist es, Aussagen zur Erheblichkeit der nachteiligen Umweltauswirkungen auf die einzelnen Schutzgüter zu treffen. Um die entsprechenden Bewertungen nachvollziehbar zu gestalten, wird nachfolgend eine Definition des vom Wortlaut her unbestimmten Rechtsbegriffs Erheblichkeit gegeben (vgl. z.B. KÖPPEL et al. 1998):

„Erheblich sind Beeinträchtigungen, wenn sie ein bestimmtes Maß an negativer Veränderung des Naturhaushaltes überschreiten und dadurch zu einem (teilweisen oder vollständigen) Funktionsverlust der Schutzgüter führen. Dies trifft unter anderem immer dann zu, wenn Wert- und Funktionselemente von besonderer (hoher) Bedeutung durch den Eingriff beeinträchtigt werden (z. B. seltene und bedrohte Arten und Lebensräume). Auch Beeinträchtigungen von Wert- und Funktionselementen von allgemeiner (geringer) Bedeutung können, sofern sie großflächig wirken, als erheblich betrachtet werden. Schließlich sind Beeinträchtigungen von Schutzgütern mit allgemeiner Bedeutung auch dann erheblich, wenn es auf größerer Fläche zu einem vollständigen Verlust der Schutzgutfunktionen kommt (z. B. vollständige Beseitigung oder Versiegelung des Oberbodens).“

Die Bewertung der Erheblichkeit der vorhabenspezifischen Beeinträchtigungen erfolgt in dem vorliegenden UVP-Bericht vorwiegend verbal-argumentativ. Nur dort, wo empirische

Schwellenwerte für die Bewertung bestimmter Wirkfaktoren vorliegen (z. B. in Form von Grenz- und Beurteilungswerten für Schall- und Schattenwurfimmissionen der WEA), wird auf diese zurückgegriffen.

Im Rahmen der Prognose der Beeinträchtigungen sind schließlich auch **Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen** zu berücksichtigen, die geeignet sind, das Ausmaß der Beeinträchtigungen der einzelnen Schutzgüter zu verringern.

Nicht vermeidbare erhebliche Beeinträchtigungen erfordern die **Festlegung von Ausgleichs- und/oder Ersatzmaßnahmen** (Kompensationsmaßnahmen), durch die die Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts bzw. des Landschaftsbildes am Vorhabenstandort oder an anderer Stelle wiederhergestellt oder verbessert wird. Die detaillierte Ermittlung des erforderlichen Umfangs an Kompensationsmaßnahmen sowie deren Planung sind Gegenstand des zum geplanten Vorhaben ebenfalls zu erarbeitenden Landschaftspflegerischen Begleitplans (LBP).

Abschließend erfolgt eine zusammenfassende, verbal-argumentative **Beurteilung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens**.

1.4 Untersuchungsrahmen/Datengrundlagen

Schwerpunkte des UVP-Berichts zum Rückbau von 4 WEA und die Errichtung einer WEA im Windpark Klosterfelde sind die Ermittlung der Auswirkungen auf die durch Errichtung und Betrieb von WEA potenziell besonders betroffenen Schutzgüter:

- Fauna (Vögel, Fledermäuse, Feldhamster),
- Boden / Fläche,
- Landschaftsbild und
- Mensch (Wohnqualität der angrenzenden Siedlungsgebiete).

Zur Erstellung des UVP-Berichts konnte teilweise auf bereits vorliegende Daten und Unterlagen zurückgegriffen werden, die bereits umfassend im Rahmen der Antragsvorbereitung des geplanten Vorhabens zusammengestellt und erarbeitet wurden.

Zur Erfassung der Schutzgüter des UVPG und Erstellung des UVP-Berichts wurden außerdem die folgenden Kartierungen durchgeführt:

- Die Erfassung der aktuellen Nutzungs- und Biotopstruktur erfolgte im April 2021 gemäß der Biotopkartieranleitung Brandenburg (LUA 2011).
- Die Avifauna, insbesondere die Brutvögel wurden von Februar 2021 bis Juli 2021 erfasst und dokumentiert (LIEDER 2022A); eine Raumnutzungsanalyse entsprechend der tierökologischen Parameter im Rahmen von Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen (WEA) im Land Brandenburg wurde ebenfalls 2021 durchgeführt (LIEDER 2022B).

- Es erfolgten außerdem Raumnutzungsuntersuchungen zum Schreiadler im Bereich des Windparks Klosterfelde und im Kreuzbruch in den Jahren 2018, 2019 und 2020 (STOEFER 2018-2020)
- Zur Erfassung der Fledermäuse im Vorhabensgebiet und den angrenzenden Flächen, wurden in 2021 fledermauskundliche Kartierungen durchgeführt (HOFFMEISTER 2021).
- Zur Erfassung des Landschaftsbildes und der Erholungseignung des betroffenen Raumes wurden Begehungen durchgeführt.

Als weitere Grundlagen zur Erfassung und Beschreibung der Schutzgüter des UVPG wurden vom Vorhabensträger, als Grundlagen für die Ermittlung und Bewertung der Auswirkungen des Betriebes der geplanten WEA auf das Schutzgut Mensch, eine aktuelle Schallimmissionsprognose (KUNTZSCH 2022A) und ein aktuelles Schattenwurfgutachten (KUNTZSCH 2022B) sowie eine Visualisierung des Windparks (UMWELTPLAN 2023) zur Verfügung gestellt. Die detaillierte Beschreibung der entsprechenden Untersuchungs- und Betrachtungsumfänge sowie die Auflistung aller genutzten Datenquellen sind den entsprechenden Kapiteln zu den Schutzgütern vorangestellt.

2 Vorhabensbeschreibung

2.1 Lagebeschreibung

Das Vorhabensgebiet befindet sich im Westen des Landkreises Barnim, unmittelbar nördlich von Wandlitz (vgl. auch **Plan 1**). Verwaltungsstrukturell gesehen, liegt der Windpark in der Gemarkung Klosterfelde.

Das Umfeld der geplanten WEA-Standorte liegt in der von Gehölzen und Waldinseln gegliederten Feldflur ca. 1.300 m westlich von Klosterfelde (vgl. auch **Plan 2**). Einen Überblick zu allen im Betrachtungsraum vorhandenen WEA gibt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..**

Tabelle 1 Vorhandene WEA im Windpark Klosterfelde

WEA-Anzahl	WEA-Bezeichnung	Anlagentyp	Spitzenhöhe	Status
4	3, 4, 5, 6	Enercon E-66	133 m	geplanter Rückbau
2	7, 8	Enercon E-66	133 m	Bestand
2	1, 2	Enercon E-92	184 m	Bestand
1	9	Enercon E-101	186 m	Bestand
1	10	Enercon E-82	179,4 m	Bestand

Regionalplanerische Einordnung

Die 10 vorhandenen WEA befinden sich nach dem derzeit rechtsverbindlichen Regionalplan Uckermark-Barnim im Eignungsgebiet „Klosterfelde“.

2.2 Technische Beschreibung des Vorhabens

umweltplan plant am beschriebenen Standort die Errichtung und den Betrieb einer WEA des Typs ENERCON E-138.

Beschreibung des geplanten Anlagentyps

Der Anlagentyp ENERCON E-138 ist durch folgende Parameter gekennzeichnet:

Nabenhöhe:	131 m
Rotordurchmesser:	138 m
Gesamthöhe:	199 m
Nennleistung:	4,2 MW

Die WEA erhält eine Tages- und eine Nachtkennzeichnung. Die Tageskennzeichnung wird aus 3 roten Farbfeldern von je 6 m Länge in den äußeren Bereichen der Rotorblätter und einer roten Markierung an den WEA-Türmen bestehen. Die bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung (BNK) wird durch eine rotblinkende Befeuerung auf den WEA-Gondeln sowie durch zwei Befeuerungsringe am Turm erfolgen, die sich erst bei Erkennung eines sich nahenden Luftfahrzeuges einschaltet. Dadurch erfolgt eine Reduzierung der (blinkenden) Nachtkennzeichnung, da in den rückzubauenden 4 WEA keine BNK eingebaut ist.

Geplanter WEA-Standort

Der konkret geplante Standort ist einschließlich Kranstellflächen und Zuwegung im entsprechenden Lageplan (**Plan 2**) dargestellt.

Der geplante Standort liegt in der Gemarkung Klosterfelde, ca. 1.300 m westlich der gleichnamigen Ortschaft.

Flächeninanspruchnahme

Am WEA-Standort selbst werden das Fundament der WEA sowie die als Schotterfläche ausgebildete Kranstellfläche errichtet. Die geplante WEA sollen durch Errichtung eines 4,5 m breiter Schotterweges an das im Windfeld bereits vorhandene Wegenetz angebunden werden. Fundament, Kranstellfläche sowie Zuwegung sind auch im Lageplan (**Plan 2**) dargestellt. In Anspruch genommen wird überwiegend intensiv bewirtschaftete Ackerfläche.

- Fundament (Vollversiegelung): ca. 398 m²,
- Kranstellfläche (Schotterflächen): ca. 1.280 m²,

- Neue Zuwegung (Schotterflächen): ca. 750 m².

Mit dem gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA werden insgesamt 6.980 m² bebaute Flächen wiedernutzbar gemacht. Daraus ergibt sich im Windpark Klosterfelde eine Netto-Flächenrückgewinnung von ca. 4.552 m².

Erschließungs- und Bauaufwand (baubedingt, temporär)

Zur Gründung des Turmfundamentes, zur Errichtung des Zufahrtsweges und der Kranstellfläche sind Tiefbauarbeiten erforderlich. Die Erdverlegung des Netzkabels wird im Wesentlichen mittels Kabelpflug erfolgen. Geplant ist die Anbindung an das im vorhandenen Windfeld verlaufende Kabelnetz. Die Bauzeit wird auf insgesamt ca. 4 Monate geschätzt, wobei Unterbrechungen des Bauablaufs möglich sind.

Anfall von Abfällen

Bei der Montage und beim Aufstellen der WEA anfallende Abfälle werden ordnungsgemäß entsorgt. Beim Anlagenbetrieb fallen in größeren zeitlichen Abständen Betriebsmittel/Hydrauliköl an. Dieses wird aufgefangen und ordnungsgemäß entsorgt. Nach Aufgabe der Windenergienutzung wird die Anlage ordnungsgemäß zurückgebaut und die Teile entsorgt bzw. wiederverwertet.

Betrieb der Windenergieanlagen (betriebsbedingt, dauerhaft)

Durch den Betrieb der WEA werden Lärmemissionen entstehen und es ergeben sich Schattenwurfeffekte. Zudem wird, vor allem während der Bauphase, eine Erhöhung des Verkehrsaufkommens zu zusätzlichen Lärm- und Schadstoffemissionen führen.

Vom Hersteller werden für den geplanten Anlagentyp Enercon E-138 Schallemissionspegel von 93,4 bis 106,0 dB (A) angegeben. Die geplante WEA kann im ertrags- oder schallopptimierten Modus betrieben werden.

Die Beschattungsbereiche der vorhandenen 10 WEA liegen zwischen 1.486 m und 2.214 m. Der Beschattungsbereich der geplanten WEA wird nicht darüber hinausgehen (vgl. **Kap. 4.2**).

Während der Betriebsphase wird das Verkehrsaufkommen nicht signifikant erhöht, da die WEA nur sporadisch vom Wartungspersonal angefahren werden.

Unfallrisiken

Die beim Betrieb der WEA gegebenen Unfallrisiken bewegen sich auf einem sehr niedrigen Niveau. Es laufen weder Produktionsprozesse ab, noch wird in relevantem Umfang mit umwelt- oder gesundheitsgefährdenden Stoffen umgegangen. Erhöhte Unfallrisiken bestehen während der Montage und des Aufstellens der WEA. Hier gelten die entsprechenden Arbeitsschutzvorschriften der zuständigen Berufsgenossenschaft.

3 Bestandserfassung und -bewertung der Schutzgüter des UVPG

3.1 Grundlagen zur Beschreibung der Schutzgüter des UVPG

3.1.1 Derzeitige Flächennutzungen im Vorhabensgebiet (Nutzungskriterien)

Der Windpark Klosterfelde liegt inmitten einer ackerbaulich bewirtschafteten Feldflur. Der gesamte Offenlandbereich westlich Klosterfelde wird ackerbaulich genutzt. Gegliedert ist diese Ackerflur durch einige Restwaldflächen/Waldinseln, Gräben mit begleitenden Gehölzen sowie untergeordneten Straßen/Wegen, die von alten Obstbäumen und neuen Gehölzpflanzungen gesäumt werden.

3.1.2 Naturräumliche Einordnung / Morphologie

Naturraum/Relief

Entsprechend der Landschaftsgliederung des Landes Brandenburg ist der Vorhabensstandort der Landschaftseinheit Westbarnim, die zur übergeordneten „Ostbrandenburgischen Platte“ gehört, zuzuordnen.

Der Westbarnim bildet den westlichen Teil der Hochfläche des Barnim, der sich mehr oder weniger deutlich aus den umgebenden Talungen des Eberswalder Urstromtals im Norden, des Odertals im Osten, der Havelniederung im Westen und des Berliner Urstromtals im Süden heraushebt. Innerhalb des Barnim bildet das Panketal die Grenze zwischen dem niedrigeren Westbarnim und den höher liegenden Barnimplatten sowie dem nördlich an diese anschließenden Waldhügelland des Oberbarnim.

Der Windpark Klosterfelde liegt im zentralen nördlichen Teil des Westbarnim, der grundsätzlich ein ebenes bis flachwelliges, nur in Teilbereichen ein durch glaziale Abflussrinnen stärker gegliedertes Relief aufweist.



Abbildung 1 Abgrenzung des Naturraums „Westbarnim“ (www.bfn.de)

Geologie

Regionalgeologisch betrachtet, liegt das Vorhabensgebiet im Bereich des Westbarnim, einer Grundmoräneninsel, die sich westlich an die Barnimplatte, einer Grundmoränenhochfläche anschließt. Es handelt sich um die Eisrandlage des Frankfurter Stadiums während der Weichsel-Kaltzeit, zu der auch der Barnim und das Berliner Urstromtal gehören. Flachwellige Sanderflächen mit kleinen Dünen, flachhügelige lehmige Grundmoräneninseln und vereinzelte Endmoränenhügel bestimmen im Wesentlichen das Relief. Der Untergrund wird demzufolge vor allem von Sand bestimmt (BFN, WAGENBRETH & STEINER 1990).

3.2 Schutzgut Mensch (einschließlich Kultur- und Sachgüter)

Lage der geplanten WEA-Standorte zu Siedlungsgebieten / Vorbelastungen der Siedlungsgebiete

Der geplante WEA-Standort und der Standort der bereits vorhandenen 10 WEA liegen im Außenbereich. Die dem geplanten WEA-Standort am nächsten gelegenen Siedlungsgebiete sind die im Folgenden aufgelisteten Ortschaften. Die Mindestentfernungen zwischen dem geplanten WEA-Standort und diesen Siedlungsgebieten (Wohnbebauung) betragen:

- Klosterfelde - ca. 1.310 m,
- Stolzenhagen - ca. 1.070 m und
- Marienwalde - ca. 1.750 m.

Diese Siedlungsgebiete werden im Folgenden als UG zum Schutzgut Mensch behandelt.

Vorhabensspezifische Vorbelastungen des Betrachtungsgebietes (Lärm- und Schattenwurfemissionen von WEA, Beeinträchtigung der Erholungseignung der Landschaft durch WEA) sind im Umfeld des bestehenden Windparks Klosterfelde vorhanden.

Vorbelastungen der Siedlungsgebiete ergeben sich durch den Betrieb der im Windpark Klosterfelde vorhandenen bzw. als Vorbelastung zu wertenden 10 WEA (vgl. **Kap. 2.1**). Für diese werden, je nach Anlagentyp, mittlere Schallemissionspegel von ca. 104,4 dB (A) bis 108,1 dB (A) angegeben.

Aus diesen Schallemissionen resultieren Vorbelastungen der in der Schallimmissionsprognose (KUNTZSCH 2022A) betrachteten 13 Immissionsorte in den drei Siedlungsgebieten. Die Vorbelastungen überschreiten an 7 betrachteten Immissionsorten die anzusetzenden Schallimmissionsrichtwerte der TA Lärm. Die höchsten Vorbelastungen bestehen für die Immissionsorte C und H (Klosterfelde, Gartenstraße und Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8) mit 45 dB(A) und 46 dB(A).

In einem ebenfalls von KUNTZSCH (2022A) erarbeiteten Schattenwurfgutachten wird angegeben, dass aufgrund der Vorbelastung es an 6 Immissionsorten zu Überschreitungen der Richtwerte kommt. Die Zusatzbelastung allein genommen verursacht keine Überschreitung,

erst die Kumulation von Vor- und Zusatzbelastungen bewirkt an 6 Immissionsorten Überschreitungen der Richtwerte.

Nicht vorhabenspezifische Vorbelastungen der Siedlungsgebiete bestehen durch Schallimmissionen, z. B. in Form von Gewerbe- oder Verkehrslärm. Weitere Vorbelastungen des Landschaftsbildes und damit auch der Erholungseignung des Betrachtungsgebietes bestehen nicht.

Land-, forst- und wasserwirtschaftliche Nutzungen

Aufgrund der lokal günstigeren natürlichen Bedingungen (Böden mit z.T. mittlerem Ertragspotenzial, günstige klimatische Bedingungen, günstige Reliefverhältnisse) wird ein Großteil der außerhalb der Siedlungsgebiete gelegenen Flächen des Betrachtungsgebietes landwirtschaftlich, als Ackerland, genutzt. Daneben befinden sich auf den weniger begünstigten Arealen kleinere bis auch größere Waldflächen. Das trifft auf das unmittelbare Vorhabensgebiet zu. Die Ackerschläge sind von überschaubarer Größe, meist durch Gräben und linienartige Gehölze wie auch kleinen Söllen untergliedert und werden intensiv bewirtschaftet. Aus ökonomischer Sicht kommt den Ackerflächen des Betrachtungsgebietes eine hohe Bedeutung als Produktionsmittel für die bewirtschaftenden Unternehmen zu. Die verteilten Waldflächen werden überwiegend forstwirtschaftlich als Altersklassenbestände genutzt.

Erholung / Fremdenverkehr

Das UG besitzt eine gewisse Bedeutung für die lokale Erholungsnutzung und weist hierfür einige Strukturen auf. Dazu gehören vor allem die Waldflächen im Umfeld des Plangebietes mit zahlreichen Wegen zum Spaziergehen, Radfahren und Joggen wie auch Reiten. Ansonsten gibt es nur eine geringe Ausstattung mit erholungsrelevanten Einrichtungen/Objekten.

Die Erholungseignung dieser Strukturen sowie der Wege zum Spaziergehen, Skaten/Radfahren und Joggen ist jedoch durch die unmittelbare Nähe zu den vorhandenen WEA im Windpark Klosterfelde vorbelastet. Eine genaue Betrachtung zur Erholungseignung des Betrachtungsgebietes erfolgt im Kap. 3.8.

Verkehrsmäßige Erschließung

Der geplante WEA-Standort wird über die vorhandene Ortsverbindungsstraße Klosterfelde-Stolzenhagen und das daran angebundene Wegenetz des Windparks erschlossen. Die Straße ist für den öffentlichen Verkehr freigegeben.

Kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter (Kultur- und Sachgüter)

Am unmittelbaren Vorhabenstandort existieren keine denkmalgeschützten Objekte. Einzeldenkmale sind in den Ortslagen vorhanden. Der Vorhabenbereich enthält keine archäologischen Kulturdenkmäler.

Die dem Vorhabensgebiet am nächsten gelegenen denkmalschutzrechtlich geschützten Bodenflächen und Objekte sind gemäß der Denkmalliste des Landes Brandenburg Landkreis Barnim (Stand 31.12.2011) in Klosterfelde:

- Kirche - deutsches Mittelalter, Kirche - Neuzeit, Friedhof - Neuzeit, Friedhof - deutsches Mittelalter, Dorfkern- deutsches Mittelalter, Dorfkern - Neuzeit, Mühle - Neuzeit, Dorfkern - deutsches Mittelalter, Dorfkern - Neuzeit, Bodendenkmalnummer: 40616,

in Stolzenhagen:

- Gräberfeld Bronzezeit, Bodendenkmalnummer: 40501
- Einzelfund deutsches Mittelalter, Siedlung Steinzeit, Gräberfeld Bronzezeit, Bodendenkmalnummer: 40505,
- Siedlung Bronzezeit, Bodendenkmalnummer: 40696,
- Dorfkern Dorfkern deutsches Mittelalter, Dorfkern Neuzeit, Bodendenkmalnummer: 40967.

Schutzgebiete und -objekte

Der geplante WEA-Standort befindet sich außerhalb von naturschutzrechtlichen Schutzgebieten nach §§ 23-29 und 32 BNatSchG und wird nicht von solchen Gebieten tangiert.

Den geplanten WEA-Standorten am nächsten liegen folgende Schutzgebiete bzw. -objekte:

SPA-Gebiet „Obere Havelniederung“

- Mindestentfernung zur geplanten WEA ca. 470 m.

FFH-Gebiet „Kreuzbruch“

- Mindestentfernung zur geplanten WEA ca. 4.080 m;

NSG „Torfstich Klosterfelde“

- Mindestentfernung zur geplanten WEA ca. 2.700 m.

Naturpark Barnim

- der Windpark Klosterfelde befindet sich innerhalb des Naturparks Barnim.

Gesetzlich geschützte Biotope (§ 30 BNatSchG)

Innerhalb des Untersuchungsgebietes befinden sich mit den Söllen, Röhrichten eutropher bis polytropher Moore und Sümpfe gesetzlich geschützte Biotope nach § 30 BNatSchG.

3.3 Schutzgut Fläche

Mit der Änderung des UVPG seit dem 08.09.2017 (letzte Änderung vom 18.03.2021) wird mit dem Schutzgut Fläche dem ressourcenschonenden Umgang für eine nachhaltige und effiziente Flächeninanspruchnahme Rechnung getragen. Eine besondere Bedeutung kommt den un bebauten, unzersiedelten und unzerschnittenen Freiflächen zu, die in ihrem ökologi-

schen Kontext für eine nachhaltige Entwicklung von Bedeutung sind. Der Flächenverbrauch für das geplante Vorhaben beschränkt sich ausschließlich auf die dauerhaften Bauflächen.

Das Plangebiet befindet sich westlich der Ortslage Klosterfelde, inmitten einer intensiv genutzten Kulturlandschaft. Die geplanten Bauflächen des WEA-Standortes werden intensiv landwirtschaftlich genutzt. Die Zuwegung zur Anlage führt geringfügig über vorhandene Wege und beansprucht darüber hinaus angrenzende Ackerflächen. Aufgrund der intensiven Bewirtschaftung besitzen die beanspruchten Flächen keine besondere Bedeutung im Hinblick auf einen ökologischen und nachhaltigen Flächenverbrauch. Eine Änderung der intensiven Bewirtschaftung ist nicht abzusehen.

Mit dem ebenfalls geplanten Rückbau von insgesamt 4 WEA und der anschließenden Wiedernutzbarmachung der ehemaligen Bauflächen wird einer nachhaltigen Flächeninanspruchnahme entsprochen.

3.4 Schutzgut Boden

Untersuchungsumfang / Erfassungs- und Bewertungskriterien

Die Betrachtungen zum Schutzgut Boden werden auf den geplanten WEA-Standort einschl. Zuwegungen und seines näheren Umfeldes begrenzt, da nur hier vorhabensbedingte Beeinträchtigungen des Bodens möglich sind.

Die in diesem Untersuchungsgebiet (UG) verbreiteten bodenkundlichen Standorteinheiten werden auf Basis des recherchierbaren Kenntnisstandes zu Art, Aufbau, ökologischer und ökonomischer Wertigkeit beschrieben. Als wichtigste Datengrundlage hierfür dient die Bodenübersichtskarte des Landes Brandenburg (BÜK 300).

Zur Bewertung des Schutzgutes Boden werden folgende Kriterien herangezogen:

- Speicher- und Reglerfunktion (Puffervermögen, Austauschkapazität, Bindungsvermögen für Schadstoffe),
- biotische Lebensraumfunktion (Pflanzenstandort, Tierlebensraum) und
- natürliche Ertragsfunktion (Bodenfruchtbarkeit, Erosionsgefährdung).

Bestandserfassung

Nach den Angaben in der Bodenübersichtskarte gehören die Böden im Bereich der Vorhabensflächen überwiegend zur Hauptgruppe der Böden aus glazialen Sedimenten einschließlich ihrer periglazialen Überprägungen. Die Bodenart wird von schwach lehmigem Sand bestimmt.

Am geplanten WEA-Standort dominieren lt. der Darstellung in der Bodenübersichtskarte überwiegend Fahlerde-Braunerden, z.T. pseudovergleyt aus Sand über Lehm, z.T. Morä-

nencarbonatlehmsand sowie pseudovergleyte Braunerden und Pseudogley-Braunerden aus Lehmsand oder Sand über Lehm, z.T. Moränencarbonatlehmsand.

Vorbelastungen

Vorbelastungen des Bodens im Untersuchungsgebiet sind stoffliche Belastungen (PSM-/Düngemittleinsatz) sowie Bodenverdichtungen und Bodenerosion in Folge der intensiv ackerbaulichen Landbewirtschaftung.

Bestandsbewertung

Speicher-/Reglerfunktion

Die beschriebenen, im UG vorkommenden Hauptbodenformen besitzen grundsätzlich nur ein geringes Speicher-, Regler- und Pufferpotenzial. In der Bodenübersichtskarte sind für die Hauptbodenformen überwiegend geringe Sorptionsvermögen von 82 mmol/z/100 g und z.T. mittlere Sorptionsvermögen von 164 mmol/z/100 g angegeben. Kleinflächig bestehen im direkten Umfeld jedoch auch Bereich mit hohem Sorptionsvermögen von >164 mmol/z/100g.

Natürliche Ertragsfunktion

Die Bewertung der Ertragsfähigkeit orientiert sich an den Kriterien für eine ackerbauliche Nutzung der Böden. Als Kennwert kann die Bodenzahl herangezogen werden, in die neben den physiko-chemischen Bodeneigenschaften auch Geländeneigung, Jahresniederschlag und sonstige klimatische Voraussetzungen einfließen. Die Bewertung der natürlichen Ertragsfunktion kann z.B. nach STRING et al. (1999) nach folgendem Schlüssel erfolgen:

Bodenzahl	natürliches Ertragspotenzial
81-100	sehr hoch
61-80	hoch
41-60	mittel
21-40	gering
7-20	sehr gering

Die im UG verbreiteten Hauptbodenformen weisen nach den Angaben in der Bodenübersichtskarte Bodenzahlen von 30 bis 50 und verbreitet auch Bodenzahlen von < 30 auf. Es handelt sich damit um Böden mit überwiegend geringem Ertragspotenzial.

Biotische Lebensraumfunktion

Böden lassen sich anhand ihres Potenzials für die Entwicklung seltener Biotope charakterisieren (auch Biotopentwicklungspotenzial). Böden mit natürlich gegebenen „extremen“ Eigenschaften weisen meist ein hohes Biotopentwicklungspotenzial auf. Ein hohes biotisches Lebensraumpotenzial besitzen z. B. sehr trockene, stark vernässte, sehr nährstoffarme, säure- oder basenreiche Böden.

Die Hauptbodenformen Fahlerde und Braunerde sind als „Normalstandorte“ einzustufen, denen ein mittleres Biotopentwicklungspotenzial zuzusprechen ist. Im Hinblick auf die an-

stehenden mehr oder weniger wasserdurchlässigen Bodensubstrate (Lehmsand, Sand) können die Standorte im UG als überwiegend frisch bis trocken bezeichnet werden. Lokal können demzufolge auch höhere Biotopentwicklungspotenziale bestehen.

Zusammenfassende Bewertung des Bodens des Untersuchungsgebietes

Die folgende Tabelle enthält eine zusammenfassende Darstellung der Bewertung der im UG verbreiteten Hauptbodenformen nach den Kriterien Speicher-/Reglerfunktion, Ertragsfunktion und biotische Lebensraumfunktion.

Tabelle 2 Bewertung der im Untersuchungsgebiet verbreiteten Hauptbodenformen

Hauptbodenform	Speicher-/ Reglerpotenzial	Natürliches Ertragspotenzial	Biotisches Lebensraumpotenzial
Fahlerde-Braunerden, pseudovergleyte Braunerden und Pseudogley-Braunerden	gering(-hoch)	mittel, z.T. gering	mittel

3.5 Schutzgut Wasser

Untersuchungsumfang / Erfassungs- und Bewertungskriterien

Die Betrachtungen zum Schutzgut Wasser werden analog zum Schutzgut Boden auf den unmittelbaren Vorhabenstandort (geplanter WEA-Standort einschl. Zuwegung und näheres Umfeld) begrenzt, da nur hier vorhabensbedingt Beeinträchtigungen von Grundwasser und Oberflächengewässern möglich sind.

Auf der Basis des recherchierbaren Kenntnisstandes werden die Oberflächen- und Grundwasserverhältnisse des UG beschrieben. Als wichtigste Datengrundlagen dient die Hydrogeologische Karte (<https://geo.brandenburg.de>).

Zur Bewertung des Schutzgutes Grundwasser werden folgende Kriterien herangezogen:

- Grundwasserneubildung und Ergiebigkeit des Grundwassers und
- Empfindlichkeit gegenüber Verschmutzungen.

Bestandserfassung und -bewertung Grundwasser

Hydrogeologisch relevante Einheiten

Im Bereich des Windparks Klosterfelde stehen überwiegend grund- und stauwasserbestimmte Sande und Tieflehme an. Nach den Angaben im Hydrogeologischen Kartenwerk steht hier ein oberflächennaher Grundwasserleiterkomplex an. Dabei handelt es sich am Vorhabenstandort um weitestgehend unbedeckte Grundwasserleiter der Hochflächen (GWL 1.2, Schmelzwasserablagerungen) sowie oberflächlich anstehende Grundwassergeringleiter mit hohem Sandgehalt.

Der Grundwasserleiter (GMLK 2) besitzt hier eine Mächtigkeit von nur 0 bis 3 m. Die Fließrichtung des Grundwassers ist Nord.

Grundwasserneubildung und Ergiebigkeit des Grundwassers

Im Barnim bestehen relativ günstige Voraussetzungen für eine Trinkwassernutzung des Grundwassers. In den vorhandenen Wasserwerken (z.B. Klosterfelde) erfolgt die Gewinnung des Grundwassers aus den gut geschützten GWLK 2.

Im Vorhabensbereich existieren jedoch keine Trinkwasserfassungen bzw. -schutzgebiete. Die Grundwasserneubildungsraten sind für das UG aufgrund der überwiegenden Sandüberdeckung und Oberflächennähe als hoch bis sehr hoch zu bewerten.

Empfindlichkeit des Grundwassers gegenüber Verschmutzungen

Die Empfindlichkeit des Grundwassers gegenüber Verschmutzung hängt in hohem Maße von der Art und der Mächtigkeit der Bodenüberdeckung sowie vom Grundwasserflurabstand ab.

Der weitestgehend unbedeckte Grundwasserleiter sowie der oberflächlich anstehende Grundwassergeringleiter besitzen kaum eine Überdeckung, in der Sickerwasser länger verweilt. Demzufolge ist hier eine hohe Verschmutzungsempfindlichkeit des oberflächennahen Grundwassers (GWLK 1) anzunehmen.

Bestandserfassung und -bewertung Oberflächengewässer:

Über den Barnim verläuft von Südost nach Nordwest (Bernau-Wandlitz-Klosterfelde) die Hauptwasserscheide zwischen Nord- und Ostsee beziehungsweise zwischen den Stromgebieten von Elbe und Oder. Südlich dieser Hauptwasserscheide entwässern die Gebiete in die Flusssysteme der Havel bzw. der Spree und damit zur Elbe. Dies gilt auch für das Vorhabensgebiet, das zum Einzugsgebiet der Havel gehört.

Die direkten Vorfluter des Vorhabensgebietes sind mehrere Gräben, die relativ nahe an den vorhandenen WEA-Standorten vorbeiführen und nördlich in den aus Klosterfelde kommenden Kavelgraben münden. Diese mündet ca. 9 km westlich-nordwestlich bei Bernöwe in den Oder-Havel-Kanal.

Standgewässer befinden sich im näheren Umfeld des Windparks bzw. auch innerhalb nur in Form von kleineren Söllen, die aber meist verlandet sind.

3.6 Schutzgut Klima / Luft

Untersuchungsumfang / Erfassungs- und Bewertungskriterien

Im Rahmen der Bestandserfassung des Schutzgutes Klima werden die im Vorhabensgebiet dominierenden landwirtschaftlichen Nutzflächen und die angrenzenden Waldflächen betrachtet.

Die Beschreibung und Bewertung der lokalklimatischen und lufthygienischen Eigenschaften des Gebietes erfolgt anhand folgender Kriterien:

- lokal- und mikroklimatische Funktionen (Meso- und Mikroklima, geländeklimatische Verhältnisse, Kaltluftentstehung und -abfluss),
- lufthygienische Funktionen (Frischlufentstehung und -abfluss, Vorbelastungen).

Zur grundlegenden Orientierung wird außerdem die großklimatische Situation kurz umrissen.

Die Beschreibung und Bewertung der lokalklimatischen und lufthygienischen Eigenschaften des UG erfolgt anhand folgender Kriterien:

- Lokal- und mikroklimatische Funktionen (Meso- und Mikroklima, geländeklimatische Verhältnisse, Kaltluftentstehung und -abfluss),
- Lufthygienische Funktionen (Frischlufentstehung und -abfluss, Vorbelastungen).

Großklimatische Situation

Makroklimatisch betrachtet, befindet sich der Barnim in der Übergangszone zwischen dem gemäßigt-kühlen, subatlantischen Klima im Westen sowie dem winterkalten und sommerwarmen kontinentalen Klima Osteuropas. Im Klimaatlas der DDR (METEOROLOGISCHER UND HYDROLOGISCHER DIENST DER DDR 1987) wird es als „Mecklenburgisch-Brandenburgisches Übergangsklima“ beschrieben.

Die mittlerer Jahrestemperatur des Barnim liegt bei 7,5 bis 8°C (Station Berlin Buch: 17,8°C Julimitteltemperatur und -0,8°C Januarmitteltemperatur). Die Niederschläge erreichen 570 bis 585 mm und sind damit für brandenburgische Verhältnisse relativ hoch. Vorherrschende Windrichtungen sind Nordwest bis West und Südwest bis Süd.

Lokal- und mikroklimatische Funktionen

Die lokalklimatischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes sind durch das Vorherrschen von offenen Landwirtschaftsflächen geprägt. Waldflächen kommen mit geringen Flächenanteilen im näheren Umfeld des Windparks Klosterfelde vor. Die übergeordneten Nutzungstypen „Freiland“ und „Wald“ können nach STÄDTEBAULICHE KLIMAFIBEL (2004) auch als „Klimatope“ beschrieben werden:

Als **Freiland-Klimatop** werden alle nicht von flächenhaften Gehölzen bestandenen und nicht nennenswert bebauten Bodenflächen bezeichnet. Lokalklimatisch wirksame Eigenschaften von Freiland-Klimatopen sind ein ungestörter, mehr oder weniger stark ausgeprägter Tagesgang von Temperatur und Luftfeuchte, die Windoffenheit und ein hohes Potenzial der Kaltluftproduktion. Dem im UG vorherrschenden Nutzungstyp „Acker“ kann nach SCHNEIDER (1995) ein mittleres bis hohes Kaltluftentstehungspotenzial zugesprochen werden, wie die nachfolgende Übersicht zeigt.

Brachfeld	guter
unbewachsener Boden	
Hackfrüchte	↑
Getreide	
trockene Wiese	Kaltluftproduzent
feuchte Wiese	
Schonung und Niederwald	↓
trockenes Moor	
Hochwald	schlechter

Die Darstellung verdeutlicht zugleich, dass das Ausmaß der Kaltluftproduktion eines Nutzungstyps in Abhängigkeit von der Höhe des aktuellen Bewuchses jahreszeitlich schwanken kann.

Als **Wald-Klimatop** werden die einzelnen Waldflächen im südlichen, westlichen und nördlichen Umfeld des Windparks eingeordnet. Das wichtigste lokalklimatische Merkmal von Wäldern ist ein im Vergleich zum Freiland wesentlich ausgeglichener Temperatur- und Feuchtehaushalt. Der Tagesgang der Lufttemperatur ist gedämpft und die Luftfeuchtigkeit aufgrund der Kombination von erhöhter Transpiration mit verringerter Windgeschwindigkeit deutlich erhöht. Bioklimatisch sind Waldflächen aufgrund ihrer Filterfunktion gegenüber Luftschadstoffen, der schalldämpfenden Wirkung und der verminderten Schwüle an Hitzetagen von Bedeutung.

Lufthygienische Funktionen / Vorbelastungen

Innerhalb des Untersuchungsgebietes fehlen größere Emittenten weitestgehend. Hier entstehen Beeinträchtigungen der lufthygienischen Situation nur kleinräumig, z. B. entlang der Ortsverbindungsstraßen sowie in den Ortskernbereichen (Kfz-Verkehr, häusliche Emissionen). Eine Verdünnung lokaler Emissionen erfolgt im Gebiet fast ausschließlich über Regionalwinde. Ein Luftaustausch über lokale Kaltluft- bzw. Frischluftströme spielt aufgrund der geringen Hangneigungen nur eine untergeordnete Rolle.

3.7 Schutzgut Arten & Biotope

3.7.1 Biotoptypen, Flora und Vegetation

3.7.1.1 Untersuchungsumfang / Erfassungs- und Bewertungskriterien

Die Biotopstruktur des Vorhabensstandortes und seines Umfeldes bis zu einer Entfernung von 500 m wurde im April bis 2021 erfasst. Die Ergebnisse sind in einer **Karte der Biotop- und Nutzungstypen (Plan 3)** dargestellt. Als Kartierschlüssel diente die Biotopkartierung Brandenburgs von ZIMMERMANN et al. (2011).

Die Bewertung der Biotoptypen erfolgt biotoptypenspezifisch, jedoch nicht mittels eines quantifizierbaren Bewertungsverfahrens, sondern ausschließlich verbal-argumentativ. Eine besondere Gewichtung erfahren nach § 18 BbgNatSchAG „Schutz bestimmter Biotope“.

3.7.1.2 Bestandserfassung

Potenziell natürliche Vegetation

Die potenziell natürliche Vegetation des Vorhabensgebietes wird aus Buchenwälder basenarmer Standorte gebildet (BfN). Dabei tritt der Schattenblumen-Buchenwald (HOFMANN & POMMER 2005) bzw. Schlängelschmielen-Rotbuchenwald (*Deschampsio-Fagetum*, SCHUBERT et al. 2001) besonders hervor. Es handelt sich um artenarme Rotbuchenwälder des pleistozänen Tieflandes auf bodensauren, oberflächlich ausgehagerten Standorten.

Biotop- und Nutzungstypenstruktur des Untersuchungsgebietes

Eine kartographische Übersicht zur Biotop- und Nutzungsstruktur des UG ist dem **Plan 3** zu entnehmen.

Das UG ist in wesentlichen Teilen durch **ackerbauliche Nutzflächen** geprägt. Das natürliche Ertragspotenzial der gebietstypischen Böden wird durch effiziente Anbaumethoden wie den Einsatz produktiver Sorten, enge Halmabstände, Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln mehr oder weniger vollständig ausgeschöpft. Eine Segetalflora ist demzufolge nur spärlich vorhanden und weitgehend auf die Ackerränder beschränkt. Es dominieren weit verbreitete Ackerwildkräuter, bei denen aufgrund der nahezu kalkfreien Böden Säurezeiger vorherrschen.

Vegetationskundlich ist lediglich punktuell die Ansprache als **Ackerunkraut-Gesellschaft** (*Stellarietea mediae*) möglich. Das Innere der Bestände ist aufgrund des Mangels an Licht und Wurzelraum in der Regel fast frei von spontaner Vegetation.

Neben Ackerflächen spielt auch **Grünland** eine gewisse Rolle in der landwirtschaftlichen Flächennutzung. Die weiteste Verbreitung haben dabei Intensivgrünland/Ansaatgrünland sowie mehr oder weniger intensiv genutzte Frischwiesen. Verbreitungsschwerpunkte befinden sich im Norden des UG (Intensivgrünland) sowie im östlichen UG-Teil entlang eines regelmäßig wasserführenden Grabens. Daneben befinden sich im Bereich seit langem verlandeter Sölle und Niederungen Grünlandbrachen mit z.T. breiten Schilfflächen (**Röhrichte**).

Die Ackerflächen sind entlang von Feldwegen, Straßen, Gräben und anderen Nutzungsgrenzen in der Regel durch schmale, ruderale **Pionier-, Gras- und Staudenfluren (Säume)** begrenzt. Floristisch zeichnen sich diese zumeist durch einen hohen Anteil von Gräsern und die Vergesellschaftung von Grünland- und Ruderalarten aus. Zwischen den einzelnen Vegetationstypen gibt es zahlreiche Übergänge.

Die landwirtschaftlichen Nutzflächen des Untersuchungsgebietes sind z.T. durch **Alleen, Baumreihen und Hecken** strukturiert. Hierbei handelt es sich um die Allee entlang der das UG im Süden querenden Straße aus überwiegend Esche (*Fraxinus excelsior*), Feldahorn (*Acer campestre*), Traubenkirsche (*Prunus padus*) sowie Hainbuche (*Carpinus betulus*) sowie die Baumhecke/Baumreihe aus Esche, Feldahorn und Winterlindes (*Tilia cordata*) sowie auch Bruchweide (*Salix fragilis*) entlang eines Grabens im Osten des UG. Eine dichte Hecke

begleitet den Weg von der Straße zur rückzubauenden WEA 6. Sie besteht aus Schlehe (*Prunus spinosa*), Hasel (*Corylus avellana*), Salweide (*Salix caprea*) Bruchweide (*Salix fragilis*) und Kirschlorbeer (*Prunus cerasifera*).

Die Alleen sind nach § 17 BbgNatSchAG gesetzlich geschützt.

Waldbiotope sind im südlichen und südwestlichen Teil sowie im Norden des UG zu finden. Es handelt sich um einen Teil einer größeren Waldfläche im Südwesten des UG sowie auch um kleinere Waldflächen im südlichen und nördlichen Teil des UG. Hierbei überwiegen Kiefernforste und Kiefern-Laub-Forste, die z.T. mit Begleitbaumarten wie Birken (*Betula pendula*), Robinien (*Robinia pseudoacacia*) und Roteiche (*Quercus rubra*) auftreten. In der Strauchschicht finden sich sporadisch außerdem Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*). Im Süden des UG stockt ein noch junger Eichenbestand, der aus einer Aufforstung hervorgegangen ist. Hauptbaumart bildet die Traubeneiche (*Quercus petraea*). Die wenigen Nebenbaumarten bestehen aus Esche (*Fraxinus excelsior*), Vogelkirsche (*Prunus avium*) und Birke (*Betula pendula*). Eine Strauchschicht ist nicht ausgebildet. In der Krautschicht dominiert die Große Brennnessel (*Urtica dioica*), ferner konnte die Rote Taubnessel (*Lamium rubra*) und das Schöllkraut (*Chelidonium majus*) erfasst werden. Generell herrschen zwischen den Waldflächen und den umliegenden Ackerflächen harte Nutzungsgrenzen. Waldränder oder -Säume sind nicht zu finden. Eine Ausnahme besteht im Südwesten des UG, wo sich an den Kiefernforst eine größere Strauchfläche (Laubgebüsch) anschließt.

Gewässerbiotope sind im Untersuchungsgebiet nur mit Gräben und Söllen vorhanden. Hierbei handelt es sich meist um stark verlandete Sölle mit nur noch kleiner offener Teich-/Wasserfläche, einer breiten Verlandungszone und/oder Gebüsch/Weidengebüsch. Es herrschen zahlreiche Übergänge zu **Seggen-Rieden**, **Grünlandbrachen** und **Röhrichten**.

Neben den beschriebenen Biototypen existieren im UG außerdem Einzelhausbebauung sowie **Verkehrsflächen** wie die Ortsverbindungsstraße Klosterfelde-Stolzenhagen, die das UG im Südteil von Ost nach Südwest durchschneidet. Weitere Verkehrsflächen stellen das Wegenetz der vorhandenen WEA sowie Wirtschaftswege dar.

Darstellung der Besonders geschützten Biotope des UG

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Biotop- und Nutzungstypenkartierung befinden sich im UG zwei gesetzlich geschützte Biotope. Es handelt sich um die Allee entlang der Ortsverbindungsstraße sowie um die Sölle. Bei den Alleen handelt es sich um Biotope mit Schutzstatus nach § 17 BbgNatSchAG (Alleen). Die Sölle sind nach § 30 BNatSchG sowie § 18 BbgNatSchAG geschützt und fallen hier unter die Kategorie „natürliche oder naturnahe Bereiche fließender und stehender Gewässer einschließlich ihrer Ufer und der dazugehörigen uferbegleitenden natürlichen oder naturnahen Vegetation sowie ihrer natürlichen oder naturnahen Verlandungsbereiche, Altarme und regelmäßig überschwemmten Bereiche“.

Die Biotoptypen des Vorhabensgebietes werden im **Plan 3** sowie in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 3 Biotoptypen im Vorhabensgebiet (500 m Radius)

Code	Biotope	Schutz	Anteil
02120	Sölle, Pfuhle	§	0,25 %
032001	ruderales Pionier-, Gras- und Staudenfluren		0,77 %
04519	Röhrichte eutropher bis polytropher Moore und Sümpfe		0,41 %
05112	Frischwiesen		6,18 %
05131	Grünlandbrachen feuchter Standorte		1,16 %
051311	Grünlandbrachen feuchter Standorte von Schilf dominiert		0,38 %
05150	Intensivgrasland		8,92 %
07102	Laubgebüsche frischer Standorte		0,13 %
071311	Hecken, geschlossen aus heimischen Gehölzen		0,32 %
071411/ 071413	Allee, geschlossen heimische wie auch nicht-heimische Baumarten	§	0,01 %
08310	Eichenforst		0,77 %
08480	Kiefernforst		1,00 %
08686	Kiefern-Laub-Mischbestand		3,63 %
09130	Intensiv-Acker		71,89 %
10111	Gärten		0,06 %
12261	Einzel- und Reihenhausbebauung		0,00 %
12612	Straße		0,59 %
12652	Weg mit wasserdurchlässiger Befestigung		1,5 %

3.7.1.3 Bewertung der Biotop- und Nutzungstypen des Untersuchungsgebietes

Die nachfolgende Bewertung der Biotop- und Nutzungstypen des UG erfolgt in vier Stufen. Es werden nicht ausschließlich Einzelbiotope, sondern auch ganze Biotopkomplexe bewertet.

Biotoptypenkomplexe mit hoher Bedeutung

Eine hohe naturschutzfachliche Bedeutung kommt zunächst den nach § 30 BNatSchG sowie § 17 BbgNatSchAG geschützten Biotopen zu (vgl. oben genannte Auflistung). Sie stellen die wertvollsten Lebensräume im überwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzten und von technischer Infrastruktur überprägten UG dar.

Biotoptypenkomplexe mit mittlerer Bedeutung

Hierzu zählen alle übrigen Gehölzbiotope des UG, die in der Feldflur liegen oder im Zusammenhang befindliche Teile größerer Wäldflächen/Forste darstellen, insbesondere straßen- und wegbegleitende Bäume und Hecken. Weiterhin wird auch allen Grünlandflächen sowie ruderalen Säumen entlang von Wegen und Ackerrändern ein mittlerer Biotopwert zugeordnet.

Biotope mit geringer Bedeutung

Einen geringen Biotopwert weisen die den wesentlichen Teil des UG einnehmenden intensiv bewirtschafteten Ackerflächen sowie das Intensivgrasland auf.

Biotope mit nachrangiger Bedeutung

Biotope mit nachrangiger Bedeutung sind alle Flächen, die zu wesentlichen Teilen versiegelt sind. Hierzu zählen die im UG liegenden Straßen und asphaltierten Wege.

3.7.2 Avifauna

3.7.2.1 Vorbemerkungen

Die Avifauna des Vorhabensgebietes wurde im Rahmen einer Brutvogelkartierung 2021 durch LIEDER (2022A) systematisch erfasst.

3.7.2.2 Brutvögel

Abgrenzung des Untersuchungsgebietes und Methodik

Das Untersuchungsgebiet umfasst den Standort der geplanten WEA sowie deren Umfeld:

- bis zu einer Entfernung von 1.000 m um die geplanten WEA für die Erfassung der Horste von Greif- und Großvögeln,
- bis zu einer Entfernung von 3 km für die Erfassung von Greif- und sonstigen Großvögeln wie Seeadler, Schreiadler, Schwarzstorch, Restriktionsbereich Uhu, Restriktionsbereich Weißstorch
- bis zu einer Entfernung von 4 km (Restriktionsbereich Fischadler) und
- bis zu einer Entfernung von 6 km (Restriktionsbereiche Seeadler, Schreiadler, Schwarzstorch).

Die Brutvögel wurden gemäß den Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands (SÜDBECK et al. 2005) und die Großvögel durch Sichtbeobachtung und/oder anhand ihrer arttypischen Lautäußerungen im Rahmen der Begehungen erfasst.

Übersicht der Untersuchungsergebnisse

Tabelle 4 Gesamtartenliste der Brutvogelfauna

Nr.	Art	RL BB	RL D	Schutz	Status
1.	Feldlerche (<i>Alauda arvensis</i>)	3	3	§	BV, 2 BP
2.	Goldammer (<i>Emberiza citrinella</i>)			§	BV, 1 BP
3.	Kranich (<i>Grus grus</i>)			§§, EG	BV, 3 BP
4.	Mäusebussard (<i>Buteo buteo</i>)			§§	BV, 1 BP
5.	Rotmilan (<i>Milvus milvus</i>)	3	V	§§, EG	BV, 1 BP
6.	Schafstelze (<i>Motacilla flava</i>)			§	BV, 1 BP
7.	Schreiadler			§§, EG	BV, 1 BP
8.	Weißstorch	3	V	§§, EG	BV, 1 BP

Legende zur vorstehenden Tabelle:

Rote Listen:	RL BB	Rote Liste Brandenburg (2019)
	RLD	Rote Liste Deutschland (RYSILAVY et al. 2020)
Gefährdung:	1	vom Aussterben bedroht
	2	stark gefährdet
	3	gefährdet
	V	Vorwarnliste
Schutz:	§	besonders geschützte Art nach § 7 Abs. 2 Nr. 13 BNatSchG
	§§	streng geschützte Art nach § 7 Abs. 2 Nr. 14 BNatSchG
	§§§	streng geschützt nach BArtSchV
	EG	Art des Anhangs I der EG-Vogelschutzrichtlinie
Status:	BV	Brutvogel
	BP	Brutpaar/Reviere
Fettdruck		Wertgebende Vogelarten (Rote Liste-Arten, Arten nach Anhang I der EG Vogel-schutzrichtlinie, streng geschützte Arten gem. § 7 Abs. 2 Nr. 14 BNatSchG)

Im Ergebnis der Brutvogelerfassung 2021 wurden innerhalb des gesamten Untersuchungsgebietes 8 Brutvogelarten angesprochen werden.

Wertgebende Vogelarten

Als wertgebend werden im Rahmen der vorliegenden Unterlagen alle Vogelarten bezeichnet, die einem strengen artenschutzrechtlichen Schutz gemäß § 7 Abs. 2 Nr. 14 BNatSchG oder einem besonderen artenschutzrechtlichen Schutz gemäß § 7 Abs. 2 Nr. 13 BNatSchG unterliegen oder auf der Roten Liste Brandenburgs als gefährdete Arten in den Kategorien 1 bis 3 verzeichnet sind.

In der **Tabelle 4** wurden die wertgebenden Arten **Fett** hervorgehoben. Im Folgenden wird auf die einzelnen Vogelarten ausführlicher eingegangen:

Die **Feldlerche** ist ein typischer Bodenbrüter offener Kulturlandschaften wie Grünland- und Ackergebieten und bevorzugt trockene bis wechselfeuchte Böden mit einer kargen und niedrigen Gras- und Krautvegetation (SÜDBECK et al. 2005).

Die Feldlerche ist in Brandenburg wie auch deutschlandweit gefährdet. Im UG wurden für diese Art 2 Brutreviere nachgewiesen. Charakteristische Bruthabitate sind die Äcker bzw. Ackerränder sowie Saumstrukturen entlang der Wege.

Der **Kranich** ist die Großvogelart, die seit Beginn der 90er Jahre ihren Bestand in Brandenburg nahezu vervierfacht hat (WILKENING IN ABBO 2001: 231). Als Bruthabitat nutzt diese Vogelart feuchte Niederungen mit unterschiedlich hohem Gehölzbestand bis hin zu Bruchwäldern und Hochmooren unterschiedlicher Nässegrade (GLUTZ VON BLOTZHEIM 2001). Durch gezielten Schutz konnte sich der Kranich an relative menschliche Nähe gewöhnen und weitere Bruthabitate erschließen. Dabei werden auch suboptimale Habitate angenommen. So ist diese Spezies zunehmend auch an Feldsöllen in der Offenlandschaft anzutreffen. Der Bestand in Brandenburg liegt bei ca. 3.320 Paaren (www.kraniche.de). Die Art gilt in Brandenburg als ungefährdet und ist im Anhang 1 der EG-Vogelschutzrichtlinie verzeich-

net. Damit besteht für den Kranich ein erhöhtes Schutzerfordernis nach Art. 4 dieser Richtlinie. Innerhalb des UG wurden insgesamt drei Brutreviere erfasst.

Mäusebussarde (*Buteo buteo*) sind Charaktervögel der Agrarlandschaft Mittel- und Ostdeutschlands. Insgesamt wurde ein Bruthabitat des Mäusebussards im nordwestlich des geplanten Vorhabens gelegenen Kiefern-Birkenforst festgestellt. Beim Mäusebussard handelt es sich um eine gemäß Anhang A EG-ArtSvchVO streng geschützte, aber bundes- und landesweit häufige, weit verbreitete und nicht bedrohte Greifvogelart.

Der **Rotmilan** besitzt im Gegensatz zum Mäusebussard ein relativ kleines Verbreitungsgebiet, wobei Deutschland das Kerngebiet des Mitteleuropäischen Teilareals bildet. Die höchsten Siedlungsdichten erreicht die Art nach GNIELKA & ZAUMSEIL (1997) im südlichen Teil Sachsen-Anhalts. In Brandenburg wird der Rotmilan trotz einer weiten Verbreitung als gefährdet eingestuft. Bestandsrückgänge sind nach GNIELKA & ZAUMSEIL (1997) vor allem in besonders dicht besiedelten Landesteilen zu verzeichnen, während in anderen Bereichen (v.a. offene, gehölzarme Agrarlandschaften) lokal auch Bestandszunahmen festzustellen sind. Als Gefährdungsfaktoren gelten vor allem der Lebensraumverlust durch Verbauung der Landschaft, Flurbereinigungsmaßnahmen sowie ein Rückgang der Nahrungsgrundlagen durch die intensive Landwirtschaft. Die Art ist im Anhang 1 der EG-Vogelschutzrichtlinie verzeichnet. Damit besteht – aufgrund der vorhandenen Verbreitungsschwerpunkte – die Verpflichtung zur Realisierung besonderer Schutzmaßnahmen, deren Kernstück die Schaffung Besonderer Schutzgebiete (SPA) ist. Der Vorhabenstandort und sein näheres Umfeld sind hiervon betroffen. Im Untersuchungsgebiet konnte ein Brutplatz [REDACTED] gelegenen [REDACTED] festgestellt werden. Der Brutplatz befindet sich damit im zentralen Prüfbereich gemäß Anlage 1 BNatSchG.

Der **Schreiadler** wurde innerhalb des UG im erweiterten Prüfbereich mit einem Brutpaar erfasst (Mitteilung des LfU in: LIEDER 2022). Nach Aussage des LfU befindet sich der nächstgelegene Horst ca. 3.600 m [REDACTED] des geplanten WEA-Standortes in dem zusammenhängenden Waldgebiet [REDACTED].

Der Schreiadler besiedelt vor allem grundwassernahe, über 100 ha große Wälder mit hohem, artenreichen Laubholzanteil und gut ausgebildeten, langen Randlinien zum angrenzenden Offenland mit hoher Strukturvielfalt und einem Mindestanteil an Grünland (SÜDBECK et al. 2005). In Brandenburg brüten nur ca. 27 Paare (LFU 2021). Die Art siedelt in Brandenburg an ihrer westlichen Verbreitungsgrenze und gilt hier wie bundesweit als vom Aussterben bedroht. Der Schreiadler ist im Anhang 1 der EG-Vogelschutzrichtlinie verzeichnet. Damit besteht auch für diese Art ein besonderes Schutzerfordernis nach Art. 4 dieser Richtlinie.

Der **Weißstorch** brütet ca. 1.660 m [REDACTED] WEA-Standortes [REDACTED]. Bei der Nahrungssuche ist er mehr auf frische bis nasse Grünlandkomplexe mit entsprechendem Angebot an Insekten, Mäusen sowie auch Amphibien/Reptilien angewiesen. Diese sind jedoch im UG kaum vorhanden. Erst weiter nördlich, im Umfeld von Liebenwalde der Fuhneniederung ist Grünland in größeren Flächenanteilen verbreitet und für den Weißstorch über das Frühjahr hinaus ein Nahrungsgebiet.

Die Art hat in Brandenburg einen Bestand von ca. 1.243 Paaren (Stand: 2021, www.brandenburg.nabu.de) und wird in der Kategorie 3 in der Roten Liste der bedrohten Brutvogelarten Brandenburgs geführt. Die nach BNatSchG streng geschützte Art wird auch in der Anlage 1 der EG-Vogelschutzrichtlinie geführt, woraus sich besondere Schutzmaßnahmen gemäß Art. 4 dieser Richtlinie ergeben.

Zusammenfassende Bewertung

Als Ergebnis der Untersuchungen kann zunächst festgehalten werden, dass das nachgewiesene Artenspektrum den Erwartungen an eine intensiv genutzte Wald- und Agrarlandschaft entspricht. Dies wird vor allem an dem Artgefüge im 300 m Radius um die geplante WEA deutlich, dass sich nur aus Vertretern weniger ökologischer Gilden zusammensetzt. Ursache hierfür ist das Vorherrschen der intensiv genutzten Ackerflächen mit wenigen Gehölzstrukturen. So konnten nur die Feldlerche und die Schafstelze als Vertreter der Bodenbrüter des Offenlandes sowie die Goldammer als Boden- und Freibrüter der Gehölze und strukturreichen Säume des Offenlandes nachgewiesen werden. Der größere Teil der intensiv genutzten Agrarflächen wurde von anspruchsvolleren Vogelarten geräumt.

Bemerkenswert ist das Vorkommen von 3 Kranichrevieren, davon zwei im weiteren Umfeld des geplanten WEA in einem Soll sowie im Röhricht der Kernzone einer Grünlandbrache.

Als Bruthabitat von Greifvögeln kommt den Waldflächen im Umfeld des Vorhabensgebietes eine Bedeutung zu. Als Brutvögel erfasst wurden Mäusebussard und Rotmilan. Von besonderer Bedeutung ist der Schreiadler, der seinen Brutplatz nach Information des LfU ca. 3.600 m nördlich im Waldgebiet bei Liebenwalde hat.

3.7.2.3 Windenergiesensible Vogelarten gemäß Anlage 1 (zu § 45b Abs. 1 bis 5)

Für Vorhaben zur Errichtung von Windenergieanlagen wurden in der Novelle des Bundesnaturschutzgesetzes zur Windenergie an Land neue Regelungen getroffen.

Um Konflikte mit WEA weitgehend auszuschließen, werden in Anlage 1 Abschnitt 1 zu § 45b BNatSchG für insgesamt 15 kollisionsgefährdete Brutvogelarten Prüfradien gegeben, die auf der Grundlage der bereits langjährig geführten fachlichen Diskussion (u.a. TAK Brandenburg, Helgoländer Papier) beruht. Im Folgenden werden diese Vorgaben zunächst wiedergegeben. Danach wird geprüft, ob es durch das geplante Vorhaben zur Unterschreitung der genannten Prüfradien kommt oder ob sie eingehalten werden.

Tabelle 5 Bereiche zur Prüfung bei kollisionsgefährdeten Brutvogelarten (Anlage 1, Abschnitt 1 BNatSchG)

Brutvogelarten	Nahbereich*	Zentraler Prüfbereich*	Erweiterter Prüfbereich*
Seeadler <i>Haliaeetus albicilla</i>	500	2 000	5 000

Brutvogelarten	Nahbereich*	Zentraler Prüfbereich*	Erweiterter Prüfbereich*
Fischadler <i>Pandion haliaetus</i>	500	1 000	3 000
Schreiadler <i>Clanga pomarina</i>	1 500	3 000	5 000
Steinadler <i>Aquila chrysaetos</i>	1 000	3 000	5 000
Wiesenweihe ¹ <i>Circus pygargus</i>	400	500	2 500
Kornweihe <i>Circus cyaneus</i>	400	500	2 500
Rohrweihe ¹ <i>Circus aeruginosus</i>	400	500	2 500
Rotmilan <i>Milvus milvus</i>	500	1 200	3 500
Schwarzmilan <i>Milvus migrans</i>	500	1 000	2 500
Wanderfalke <i>Falco peregrinus</i>	500	1 000	2 500
Baumfalke <i>Falco subbuteo</i>	350	450	2 000
Wespenbussard <i>Pernis apivorus</i>	500	1 000	2 000
Weißstorch <i>Ciconia ciconia</i>	500	1 000	2 000
Sumpfohreule <i>Asio flammeus</i>	500	1 000	2 500
Uhu ¹ <i>Bubo bubo</i>	500	1 000	2 500

* Abstände in Metern, gemessen vom Mastfußmittelpunkt

1 Rohrweihe, Wiesenweihe und Uhu sind nur dann kollisionsgefährdet, wenn die Höhe der Rotorunterkante in Küstennähe (bis 100 Kilometer) weniger als 30 m, im weiteren Flachland weniger als 50 m oder in hügeligem Gelände weniger als 80 m beträgt. Dies gilt, mit Ausnahme der Rohrweihe, nicht für den Nahbereich.

Als WEA-sensible und somit prüfrelevante Arten wurden 3 der im UG vorkommenden Brutvogelarten eingestuft: Rotmilan, Schreiadler und Weißstorch.

Eine vorhabenbezogene Prüfung bezüglich der Einhaltung bzw. Unterschreitung der vorgegebenen Prüfbereiche führt zu folgenden Ergebnissen:

Die Prüfradien um die geplante WEA, in denen sich Brutplätze WEA-sensibler Vogelarten befinden, werden bei den 3 Arten unterschritten. Die genaue Benennung der artspezifischen Prüfbereiche und der betroffenen Arten zeigt die folgende Tabelle:

Tabelle 6 Unterschreitung der Prüfbereiche nach BNatSchG

Art	Brutplatz - Mindestabstand	Nahbereich	Zentraler Prüfbereich	Erweiterter Prüfbereich
Rotmilan	Kiefern-Birkenforst nördlich der geplanten WEA - 740 m	0	1 BP	0
Schreiadler	Waldgebiet bei Liebenwalde nördlich der geplanten WEA - 3.600 m	0	0	1 BP
Weißstorch	Klosterfelde östlich der geplanten WEA - 1.660 m	0	0	1 BP

Aus diesem Grund wurde 2021 eine Raumnutzungsanalyse der betroffenen Greif-/Großvogelarten durchgeführt (siehe folgendes Kap.).

3.7.2.4 Ergebnisse der Raumnutzungsanalyse 2021

Abgrenzung des Untersuchungsgebietes und Methodik

Die Raumnutzungsanalyse (RNA) der WEA-sensiblen Vogelarten Rotmilan, Schreiadler und Weißstorch wurde im Rahmen von 22 Begehungen von März bis September 2021 durchgeführt. Sie erfolgte auf Basis der im selben Jahr durchgeführten Horstkartierung sowie einer Habitatpotenzialanalyse.

Die 22 Begehungen wurden durch drei Beobachter nach Maßgabe der TAK Brandenburg durchgeführt. Im 500 - m Radius der WEA wurde die Funktion als Nahrungsfläche und als Flugkorridor zu den Nahrungsflächen ermittelt. Der Beobachtungspunkt wurde so ausgewählt, dass ein guter Überblick über das Untersuchungsgebiet gewährleistet war.

Es erfolgten 2 halbtägige (6 Stunden) und 20 ganztägige (12 Stunden) Beobachtungen. Erfasst wurden Wetter, Uhrzeit, Flughöhe und Flugrichtung, Rastdauer, Anzahl der Vögel und soweit möglich das Alter der Vögel (Altvögel oder flügge Jungvögel).

Die Ergebnisse, inklusive der Beobachtungspunkte werden in Karten sowie tabellarisch dargestellt mit Angaben zum Erfassungsdatum, Uhrzeit, Verhalten, geschätzter Flughöhe, -richtung, Individuenzahl und Wetterbedingungen.

Ergebnisse der RNA und Gesamtbewertung

Im Rahmen der 22 Begehungen gelangen beim Rotmilan 14 Beobachtungen mit insgesamt 21 Individuen. Beim Weißstorch gelangen 4 Beobachtungen mit insgesamt 11 Individuen. Der Schreiadler konnte während dem gesamten Untersuchungszeitraum nicht beobachtet werden.

Weißstörche wurden an 4 Beobachtungstagen gesichtet. Nur im Mai suchten 4 Tiere nach Nahrung auf einer frisch abgeernteten Fläche. Die weiteren Beobachtungen beziehen sich auf überfliegende Vögel. Weißstörche sind nur bei bestimmten Ereignissen (Bodenbearbeitung, Ernte) zu erwarten. Ansonsten fehlen entsprechende Nahrungsressourcen bzw. stehen aufgrund der Vegetationshöhe und Bestandsdichte nicht zur Verfügung.

Rotmilane nutzten die Fläche im 500 m Radius um die geplante WEA nur gelegentlich zur Nahrungssuche. Nur bei Erntereignissen hielten sich mehrere Rotmilane länger auf der Fläche auf. Ein Großteil der Untersuchungsfläche stand dem Rotmilan für längere Zeit aufgrund von Mais- und Getreideanbau mit entsprechend hoher Vegetation nicht als Nahrungshabitat zur Verfügung. In diesem Sinne ergab auch die durchgeführte Habitatpotenzialanalyse im 1.200 m Radius um die geplante WEA das Fehlen bevorzugter Nahrungsflächen im Windpark Klosterfelde und seinem Umfeld.

Die sehr geringe bis fehlende Bedeutung des Vorhabensgebietes für den Schreiadler wurde nicht nur von Lieder (2022) sondern auch bei früheren Untersuchungen festgestellt. So ergaben die bisher durchgeführten Raumnutzungsanalysen von STOEGER et al. (2018, 2019, 2020), dass das Umfeld des Windparks Klosterfelde keine nennenswerte Bedeutung als Jagdgebiet besitzt. Selbst in den größeren Grünlandbereichen innerhalb des 500 m-Radius wurden in den Jahren 2019 und 2020 keine Schreiadler gesichtet, auch dann nicht, wenn es dort Mahd- oder Erntereignisse gab. Auch eine Frequentierung des Windparks auf dem Weg zu anderen Nahrungsgebieten konnte in keinem Jahr festgestellt werden. Diese Einschätzungen decken sich mit den aktuellen Untersuchungen von LIEDER (2022).

Die Ergebnisse dieser Raumnutzungsuntersuchungen wurden durch den Tottfund eines Schreiadlers am 08.07.2022 im Windpark Klosterfelde an einer WEA, die nicht vom Antragsteller betrieben/rückgebaut werden soll, in Frage gestellt (siehe **Kap. 4.7.2.4.6**).

3.7.2.5 Zug- und Rastvögel

Bedeutende Ansammlungen wandernder Vogelarten sind in Brandenburg erfahrungsgemäß zum einen in den größeren Niederungsgebieten festzustellen, zum anderen in ehemaligen oder aktiven Tagebauen, die als Schlafplatz von nordischen Gänsen, Entenvögeln, Kranichen etc. dienen können. Die Landwirtschaftsflächen im Umfeld solcher Schlafplätze besitzen dann häufig eine Bedeutung als Nahrungshabitat (Äsungsfläche). Der am Rand von Niederungen gelegenen Agrarlandschaft des Vorhabensgebietes kommt für Zug- und Rastvögel wahrscheinlich nur eine allgemeine Bedeutung zu.

Dass die Agrarflächen des Vorhabensgebietes episodisch von Zugvögeln als Nahrungshabitat genutzt werden, ist zwar nicht gänzlich auszuschließen (wie an keiner Stelle des Naturraumes), doch sind für ihre Attraktivität dann weniger standörtliche Besonderheiten als das in Abhängigkeit von der Landbewirtschaftung gerade zugängliche Nahrungsangebot entscheidend. Bedeutungsmindernd dürften sich im betrachteten Gebiet allerdings die von

dichten Wäldern umgebenen Offenflächen mit relativ geringer Größe gegenüber ausgeräumten Agrarlandschaften auswirken.

3.7.3 Fledermäuse

Zur Bestandssituation der Fledermausfauna des Vorhabensgebietes liegen aktuelle Erfassungsergebnisse aus 2021 durch Untersuchungen im Planungsraum von HOFFMEISTER (2021) vor. Diese erfolgten in Form bioakustischer Höherenerfassungen an der Gondel einer Bestands-WEA sowie einer Erfassung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten im 2 km Radius um den geplanten WEA-Standort. Die Ergebnisse der Höherenerfassung wurden in Tabellen zusammengestellt.

Im Folgenden wird der aktuelle Kenntnisstand zur Fledermausfauna entsprechend den Aufzeichnungen von HOFFMEISTER (2021) zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 7 Nachweise von Fledermausarten in Gondelhöhe einer Bestands-WEA

Art	RL BB	RLD	Schutz	FFH
Breitflügel-Fledermaus (<i>Eptesicus serotinus</i>)	3	3	§§	IV
Großer Abendsegler (<i>Nyctalus noctula</i>)	3	V	§§	IV
Kleiner Abendsegler (<i>Nyctalus leisleri</i>)	2	D	§§	IV
Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	2	-	§§	IV
Rauhautfledermaus (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	3	-	§§	IV
Mückenfledermaus (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	-	-	§§	IV
Zweifarb-Fledermaus (<i>Vespertilio murinus</i>)	1	D		

Legende zur vorstehenden Tabelle:

Rote Listen:	RL BB	Rote Liste Brandenburg
	RLD	Rote Liste Zentrum
Gefährdung:	1	vom Aussterben bedroht
	2	stark gefährdet
	3	gefährdet
	D	Daten defizitär, Einstufung unmöglich
	G	Gefährdung anzunehmen
	V	Vorwarnliste
	-	nicht gefährdet
Schutz:	§§	streng geschützte Art nach § 7 Abs. 2 Nr. 14 BNatSchG
FFH:	IV	Art des Anhangs IV der FFH-Richtlinie

Insgesamt konnten während der Untersuchungszeit vom (2134 Aufzeichnungen zwischen 24. April bis 07. Oktober 2021) 2134 Aufnahmen mit einem Batcorder in der Gondel einer Bestands-WEA aufgezeichnet werden. Davon entfallen die meisten Rufe auf die Art Großer Abendsegler und auf die Art Zwergfledermaus. Für die weiteren nachgewiesenen Arten konnten nur wesentlich geringere Aktivitäten festgestellt werden.

Im Rahmen der Untersuchung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten wurden jeweils ein Quartier des Braunen Langohrs, der Fransen- sowie der Mopsfledermaus ausschließlich in den umliegenden Wäldern festgestellt. Eine Übersicht dazu gibt die folgende Tabelle:

Tabelle 8 Nachweise von Quartieren im 2 km Radius um den geplanten WEA-Standort

Art	Status der Lebensstätte	RL BB	RLD	Schutz	FFH
Braunes Langohr (<i>Plecotus auritus</i>)	Fortpflanzungsstätte Baumquartier, mind. 8 Tiere	3	3	§§	IV
Fransenfledermaus (<i>Myotis nattereri</i>)	Fortpflanzungsstätte Baumquartier, mind. 20 Tiere	2	-	§§	IV
Mopsfledermaus (<i>Barbastella barbastellus</i>)	Ruhestätte Baumquartier, mind. 4 Tiere	1	2	§§	II, IV

Legende zur vorstehenden Tabelle:

Rote Listen:	RL BB	Rote Liste Brandenburg (DOLCH ET AL. 1992)
	RLD	Rote Liste Zentrum
Gefährdung:	1	vom Aussterben bedroht
	2	stark gefährdet
	3	gefährdet
Schutz:	§§	streng geschützte Art nach § 7 Abs. 2 Nr. 14 BNatSchG
FFH:	II/IV	Art des Anhangs II und/oder IV der FFH-Richtlinie

3.7.4 Schutzgebiete und -objekte nach Naturschutzrecht

Der Windpark Klosterfelde mit der geplanten WEA befindet sich nicht innerhalb von naturschutzrechtlichen Schutzgebieten nach §§ 23-29 und 32 BNatSchG und wird nicht von solchen Gebieten tangiert.

Dem geplanten WEA-Standort am nächsten liegen folgende Schutzgebiete bzw. -objekte:

- SPA-Gebiet „Obere Havelniederung“, Mindestentfernung zur geplanten WEA ca. 470 m,
- FFH-Gebiet „Kreuzbruch“, Mindestentfernung zur geplanten WEA ca. 4.080 m,
- NSG „Torfstich Klosterfelde“, Mindestentfernung zur geplanten WEA ca. 2.700 m.

3.8 Schutzgut Landschaftsbild und Erholungseignung

3.8.1 Untersuchungsumfang / Erfassungs- und Bewertungskriterien

Das Landschaftsbild ist die Abbildung einer Landschaft im Bewusstsein bzw. Empfinden eines Menschen. Es resultiert aus einer Summe von mehr oder weniger bewusst aufgenommenen und verarbeiteten Wahrnehmungen bei der Durchquerung oder dem Befinden in einer Landschaft sowie dem persönlichen Erfahrungshintergrund der betrachtenden Person. Die im Wesentlichen visuellen, mitunter aber auch akustischen Eindrücke, die teilweise eher als fragmentarisch zu beurteilen sind, verdichten sich im (Unter-)Bewusstsein des Menschen zu einem meist sehr komplexen Gesamtbild. Das Zustandekommen dieses Bildes hängt u.a. sehr stark von der Sensibilität und der geographischen Herkunft, also Aspekten der Persönlichkeit desjenigen ab, der eine Landschaft wahrnimmt. Je nach prinzipieller Einstellung zu Natur, Landschaft usw. beurteilt eine Person eine Landschaft mittels der ihr eigenen Erfahrungen, Maßstäbe und Präferenzen. Das Landschaftsbild ist somit als u.U. hochgradig sub-

ektiv aufzufassen, noch bevor sich der Betrachter um eine willentliche Einschätzung der vorgefundenen Situation bemüht.

Die Erfassung, Bewertung und Konfliktdanalyse für das Schutzgut Landschaftsbild erfolgt unter Zuhilfenahme der von Breuer (2001) veröffentlichten Methode: „Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes – Vorschläge für Maßnahmen bei Errichtung von Windkraftanlagen“, wobei alle mit Hilfe dieser Methodik vorgenommenen Bewertungen zusätzlich argumentativ untersetzt werden.

Für die Ermittlung der Untersuchungsgebietsgröße wird bei BREUER davon ausgegangen, dass WEA einen Wirkraum in der Größe der 15-fachen geplanten Anlagenhöhe potenziell erheblich beeinträchtigen können (vgl. KÖHLER & PREISS 2000). Bei einer Gesamthöhe von 200 m der geplanten WEA umfasst der Untersuchungsraum einen Bereich mit einem Radius von 3.000 m. Die bereits bestehenden WEA im Windpark Klosterfelde einschließlich der zurückzubauenden 4 WEA wurden in früheren, bereits abgeschlossenen Genehmigungsverfahren mit entsprechenden Umweltverträglichkeitsprüfungen auch bezüglich der Auswirkungen auf das Schutzgut Landschaftsbild betrachtet. Deshalb wird im vorliegenden UVP-Bericht das Gebiet mit einem Radius der 15-fachen Anlagenhöhe um die bereits vorhandenen 38 WEA vollständig ausgeklammert und bei der Bestandserfassung und Bewertung des Landschaftsbildes zum geplanten Vorhaben nicht berücksichtigt.

Die Bestandserfassung und -bewertung zum Schutzgut Landschaftsbild erfolgt nur innerhalb des nicht vom Wirkraum der bereits vorhandenen WEA überlagerten Wirkraumes des geplanten Vorhabens. Dies geschieht durch Auswertung vorliegender Topografischer Karten, anhand von Luftbildern sowie durch eigene Erhebungen im Gelände.

Die Beschreibung und Bewertung der Landschaft und ihrer Erholungseignung erfolgt in Anlehnung an Köhler & Preiss (2000). Dazu werden in dem UG (Wirkraum) homogene Landschaftsbildeinheiten abgegrenzt, die für den Betrachter subjektiv-geschlossene Einheiten bilden und sich dadurch von benachbarten Einheiten deutlich absetzen. Entsprechend Breuer (2001) erfolgt dies räumlich differenziert.

So werden auch die Vorbelastungen der Landschaftsbildeinheiten, wie z.B. lineare Wirkräume von Hochspannungs-Freileitungs- und Bahntrassen, erfasst.

Die Bewertung der Landschaftsbildeinheiten erfolgt anhand der Kriterien Natürlichkeit, Historische Kontinuität, Vielfalt und ihre daraus ermittelte/bewertete Eigenart. Die Bewertung der Landschaftsbildeinheiten erfolgt verbal-argumentativ.

Begriffsbestimmungen

Natürlichkeit

Mit der Naturnähe/Natürlichkeit wird das Maß an Spontanentwicklung und Selbststeuerung einer Landschaft mit ihrer Pflanzen- und Tierwelt beschrieben. Naturnahe Landschaften sind

durch weitgehend intakte Ökosysteme ohne regulierende und sonstige Eingriffe des Menschen gekennzeichnet.

Für die Ermittlung der Natürlichkeit einer Landschaft/eines Landschaftsraumes helfen die folgenden Fragestellungen:

- Sind die verschiedenen natürlichen Standorte überwiegend von natürlichen Lebensgemeinschaften geprägt?
- Ist die natürliche Dynamik möglich und erlebbar?
- Sind der freie Wuchs und die Spontanität der Vegetation möglich, sind natürliche Lebenszyklen erlebbar?
- Sind wildlebende Tiere und ihre Lebensäußerungen noch in natürlicher Dichte wahrnehmbar?

Historische Kontinuität

Die historische Kontinuität einer Landschaft wird an historisch gewachsenen Zusammenhängen und Beziehungen in einer Landschaft/einem Landschaftsraum sichtbar. Sie zeigt sich an der Ausprägung der anthropogen entstandenen Nutzungsstrukturen, die eine Landschaft mehr oder weniger deutlich prägen (z.B. agrarisch oder bergbaulich etc.).

Folgende Fragestellungen helfen bei der Ermittlung der historischen Kontinuität einer Landschaft:

- Ist die Landschaftsgestalt in ihren historisch gewachsenen Dimensionen und ihrer Maßstäblichkeit ungestört?
- Wirkt die Landschaftsbildeinheit harmonisch, ohne abrupte und untypische Kontraste in Farbe und Form?
- Sind einzelne, herausragende historische Kulturlandschaftselemente erhalten und als solche erkennbar?
- Ist die Landschaftsbildeinheit als Ganzes Teil einer großräumigeren historischen Kulturlandschaft?

Vielfalt

Die Vielfalt einer Landschaft wird durch ihren Reichtum an typischen Landschaftselementen und Ereignissen bestimmt. Ein Landschaftsraum ist umso vielfältiger, je mehr visuell unterscheidbare Elemente er aufweist.

Für die Ermittlung der Vielfalt einer Landschaft/eines Landschaftsraumes helfen die folgenden Fragestellungen:

- Ist die Vielfalt der natürlichen Standorte nicht nivelliert, sondern gut erkennbar?
- Ist der vielfältige Wechsel jahreszeitlicher Aspekte, soweit er der Eigenart entspricht, erhalten?
- Ist die Vielfalt der naturraum- und standorttypischen Arten vorhanden?

3.8.2 Landschaftsbild des Untersuchungsgebietes

3.8.2.1 Erfassung von Landschaftsbildeinheiten

Das Vorhabensgebiet liegt im Naturraum „Westbarnim“. Dabei handelt es sich um eine ebene bis flachwellige Landschaft, die durch intensive ackerbauliche Nutzung wie auch Forsten und Wälder gekennzeichnet ist.

Auch das Landschaftsbild im Wirkraum der geplanten WEA wird von Ackerflächen und zu einem geringeren Teil durch Waldflächen bestimmt. Gleichzeitig ist das Landschaftsbild des Vorhabensgebietes bereits deutlich durch technische Infrastruktur überprägt und als entsprechend vorbelastet zu bewerten.

Als Landschaftsbildeinheiten werden Erlebnisräume der Landschaft verstanden, die für den Betrachter subjektiv-geschlossene Einheiten bilden und sich dadurch von benachbarten Raumeinheiten deutlich absetzen (vgl. KÖPPEL et al. 1998).

Es ist dabei zu berücksichtigen, dass zumeist keine strikte räumliche Trennung der Einheiten möglich ist, da ein Erlebnisraum auch als visuelle Kulisse eines benachbarten Raumes wirksam sein kann (z.B. Waldrand eines größeren Waldgebietes als Einrahmung einer Wiese).

Nachfolgend werden die im UG abgegrenzten Landschaftsbildeinheiten genauer beschrieben (vgl. auch **Plan 5**).

Wald- und Waldsiedlungsgebiete

Der größte Teil des UG (etwa 57 %) ist als Wald- und Waldsiedlungsgebiete zu bezeichnen. Es handelt sich um größere Wald- bzw. Forstflächen, die Siedlungen wie auch von Wald umgebene Acker- und Grünlandflächen enthalten. Die Landschaftsbildeinheit umfasst weitgehend ebene Flächen, die sich in Verbindung mit den in das Offenland strahlenden Wald- und Siedlungskulissen durch einen größeren Strukturreichtum auszeichnen.

Dieser bewirkt in Verbindung mit aufgelockerten Siedlungsstrukturen/Waldsiedlungen und der oft engen Verzahnung ein höheres Maß an historisch gewachsenen Strukturen und Naturnähe.

Sichtbeziehungen zum Windfeld bestehen generell außerhalb sichtverschatteter Bereiche (Wälder/Siedlungen).

Strukturierte Ackerflur

Der kleinere Teil des UG (etwa 43 %) besteht aus einer strukturierten Ackerflur. In dieser Landschaftsbildeinheit liegt auch der Windpark Klosterfelde mit der geplanten WEA sowie den rückzubauenden 4 WEA.

In der strukturierten Ackerflur findet eine intensive, industriemäßige landwirtschaftliche Flächennutzung statt. Überwiegend große, jedoch untergliederte Ackerschläge prägen diese Landschaftsbildeinheit. Untergliederungen der Ackerflur ergeben sich durch Wald- und Grünlandflächen sowie einige, meist an Wegen oder Straßen gebundene, linienförmige Gehölzstrukturen. Mit den das Offenland abgrenzenden kulissenartigen Waldrändern sowie den weiteren Gehölzen ergibt sich eine Strukturierung und Differenzierung

dieser Landschaftsbildeinheit. Sie ist in Bezug zum bestehenden Windpark Klosterfelde trotz des größeren Offenlandanteils nicht vollständig sichtbar.

Vorbelastungen der Landschaftsbildeinheiten

Vorbelastungen des naturraumtypischen Landschaftsbildes ergeben sich vor allem durch bereits vorhandene, technische Bauwerke. Ihre über die Horizontlinie hinausreichenden Bauwerkshöhen, Bauart und Material rufen eine technogene Überprägung der Landschaft hervor.

Das Landschaftsbild und die Erholungseignung der Landschaft des UG sind durch folgende, z.T. bereits bei der Beschreibung der Landschaftsbildeinheiten genannten technischen Anlagen bzw. Einrichtungen:

- die im Windpark Klosterfelde und im westlich benachbarten Windpark vorhandenen WEA (vorhabenspezifische Vorbelastungen),
- 3 im UG verlaufende Hochspannungs-Freileitungen (nicht vorhabenspezifische Vorbelastungen),
- mehrere größere landwirtschaftliche Betriebsflächen/Stallanlagen (nicht vorhabenspezifische Vorbelastungen) sowie
- eine Bahntrasse (nicht vorhabenspezifische Vorbelastungen)

erheblich vorbelastet.

Alle innerhalb des UG liegenden und vorbelastend wirkenden Objekte und Anlagen sind auch im **Plan 5** dargestellt.

Erholungs- und erlebnisrelevante Einrichtungen und Strukturen

Im UG befinden sich einige Objekte, Einrichtungen oder Strukturen, die für die regionale oder überregionale Erholung von Bedeutung sind.

Die das UG gliedernden Waldflächen sind zwar meist als mehr oder weniger monotone Forsten ausgebildet, trotzdem sind sie im Zusammenhang mit dem durchziehenden Wegenetz für die Erholungsnutzung attraktiv und wirksam. Auch die Ackerflächen durchziehende landwirtschaftlich genutzte Wegenetz kann sporadisch zu Wochenend- oder Feierabendspaziergängen oder Radtouren genutzt werden. Nutzbare Wege sind dabei über das gesamte UG verteilt (vgl. auch **Plan 5**).

Besondere Anziehungspunkte stellen die im Süden vorhandenen großen Wasserflächen des Wandlitzer und des Stolzenhagener Sees dar. Sie sind weitestgehend für die Erholungsnutzung erschlossen und dabei von regionaler Bedeutung.

Als Fazit ist festzuhalten, dass das UG nur eine gewisse Bedeutung für die regionale und überregionale wie auch für die lokale Erholungsnutzung besitzt. Jedoch ist das Landschaftsbild des UG durch die optischen Wirkungen der vorhandenen WEA sowie weiterer technischer Anlagen überprägt und vorbelastet.

3.8.2.2 Bewertung der Landschaftsbildeinheiten

Die Bewertung der im UG abgegrenzten Landschaftsbildeinheiten erfolgt in Anlehnung an KÖHLER & PREISS (2000) anhand der Kriterien Vielfalt, Naturnähe, Eigenart (Wert der Landschaftsbildeinheit) und Erholungsfunktion. Der Wert einer Landschaftsbildeinheit wird wesentlich vom Vorkommen charakteristischer Landschaftselemente, aber auch von störenden Elementen bestimmt. Als wirksame Kriterien gelten dabei die erlebbare Vielfalt, erlebbare Naturnähe, der Eigenarterhalt sowie Ruhe und Geruchsarmut. Ein enger Zusammenhang besteht zwischen dem Wert der Landschaftsbildeinheit und ihrer Funktion für die Erholung.

Im Rahmen der Bestandsbewertung werden die abgegrenzten Landschaftsbildeinheiten hinsichtlich ihrer Eignung bzw. Nutzung für die Erholung bewertet. Wesentliche Bewertungskriterien sind die Eignung der Landschaftsbildeinheit für die örtliche natur- oder landschaftsbezogene Erholung sowie für die aktive Freizeitnutzung. Sowohl die Bewertung der Landschaftsbildeinheit als auch die Bewertung der Erholungsfunktion erfolgt anhand einer 3-stufigen Bewertungsskala. Im Ergebnis werden beide Bewertungen zu einer Bedeutungsstufe zusammengeführt.

Wald- und Waldsiedlungsgebiete	
Weitgehend ebene Flächen im nördlichen, östlichen und südlichen Teil des UG	
Landschaftsästhetischer Wert	<u>Vielfalt</u> : morphologisch wenig bewegter Raum, verschiedene Nutzungsformen, insbesondere Wald und Siedlung wie auch Acker- und Grünlandflächen, verhältnismäßig viele gliedernde und bewegende Landschaftselemente; <u>Natürlichkeit</u> : natürlich wirkende Vegetationsstrukturen im Zusammenhang mit ausgedehnten Waldflächen, darin eingeschlossene Grünland- und Ackerflächen, dadurch mittlere Biotopausstattung; <u>Hist. Kontinuität</u> : weitflächig ebene bis flachwellige Flächen mit historisch gewachsenen Nutzungsformen entsprechen der Eigenart des Naturraums, Eigenartsminderung durch Vorbelastungen; <u>Vorbelastung</u> : Gewerbeflächen am Rand der Siedlungen, Freileitungstrassen Bahntrasse am Rand der Landschaftsbildeinheit sowie einige Gewerbeflächen
	mittlere Bedeutung für das Landschaftsbild
Bedeutung für die Erholungsnutzung	einige Wege, die zum Spaziergehen, Radfahren und Joggen im Rahmen der örtlichen Wochenend-/ Feierabenderholung genutzt werden können; Gewässer (Seen) im Süden des UG mit regionaler Bedeutung
	mittlere Bedeutung für die Erholungsnutzung
mittlere Bedeutung für das Landschaftsbild	

Strukturierte Ackerflur	
intensiv genutzte, ebene bis flachwellige Ackerflur im mittleren bis westlich-südwestlichen UG	
Bedeutung für das Landschaftsbild	<u>Vielfalt</u> : morphologisch wenig bewegter Raum, monotone Nutzungsformen, zahlreiche gliedernde und bewegende Landschaftselemente; <u>Natürlichkeit</u> : mehrere natürlich wirkende Vegetationsstrukturen, viele gliedernde Landschaftselemente wie Baumreihen, Alleen, Hecken entlang von Straßen/Wegen, dadurch mittlere Biotoparmut; <u>Hist. Kontinuität</u> : weiträumige, ackerbaulich genutzte Flächen entsprechen der Eigenart der Querfurter Platte, Eigenartsminderung durch Vorbelastungen; <u>Vorbelastung</u> : vorhandene WEA in zwei Windparks, mehrere Hochspannungsleitungen, Gewerbeflächen an Siedlungsrändern;
	mittlere Bedeutung für das Landschaftsbild
Bedeutung für die Erholungsnutzung	einige Wege, die zum Spaziergehen, Radfahren und Joggen im Rahmen der örtlichen Wochenend-/ Feierabenderholung genutzt werden können;
	mittlere Bedeutung für die Erholungsnutzung
mittlere Bedeutung für das Landschaftsbild	

4 Darstellung und Bewertung der vorhabensbedingt zu erwartenden Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft

4.1 Vorbemerkungen

4.1.1 Energiepotenzial und CO₂-Vermeidung

Die Windenergie leistet einen in den vergangenen Jahren stetig zunehmenden Beitrag zur CO₂-Einsparung und damit zum globalen Klimaschutz. Lt. Bundesverband der Windenergie (BWE 2021) wurden 2020 durch die in Deutschland betriebenen Windenergieanlagen 105.000 GWh Strom aus Windenergie (Onshore) erzeugt. Das bedeutet eine Vermeidung von ca. 83,9 Mio. t CO₂-Emissionen, die durch die Nutzung fossiler Energieträger entstanden wären. Weiterhin können durch die Nutzung der Windenergie auch Beeinträchtigungen des Naturhaushalts und des Landschaftsbildes, die im Zuge der Gewinnung fossiler Energieträger an anderen Stellen entstehen, verringert werden.

Für das geplante Vorhaben werden an diesem Standort jährlich bis zu 14 Mio. kWh produzierter Windstrom prognostiziert. Dies entspricht einem jährlichen Einsparäquivalent an CO₂ – Emission von ca. 11.200 t (800g CO₂/kWh). Über die Nutzungsdauer der geplanten WEA von 25 Jahren ergibt sich hieraus eine Reduzierung der CO₂-Emission von insgesamt ca. 280.000 t. Damit werden die Klimaschutzziele und -vorgaben der Europäischen Union sowie Deutschlands nachhaltig gestützt. Das Vorhaben unterstützt gleichzeitig das in § 1 (3) Pkt. 4 BNatSchG formulierte Ziel:

„...dem Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung insbesondere durch zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien kommt eine besondere Bedeutung zu.“

Die besondere Bedeutung erneuerbarer Energien bei der Umweltbilanzierung schlägt sich auch in einer äquivalenten monetären Wertebetrachtung von Umweltauswirkungen und Umweltgewinn nieder. Diese wird im Folgenden kurz erläutert:

Unter Berücksichtigung der prognostizierten Einsparung an CO₂ - Emissionen von ca. 11.200 t/a ergibt sich mit der Inwertsetzung des Einsparpotenzials an Emissionen von 30,00 €/t CO₂ (www.bmwk.de) ein äquivalenter monetärer Wert von 336.000,00 €/a. Bezogen auf die Gesamtlaufzeit von 25 Jahren ergibt sich für das geplante Vorhaben monetär eine nachhaltige, umweltfreundliche Werthaltigkeit von insgesamt etwa 8,4 Mio. €.

Bei der Betrachtung der Umweltauswirkungen des geplanten Vorhabens beinhalten diese positiven Effekte ein wesentliches Vermeidungs- und Minimierungspotenzial, insbesondere im Schutzgut Klima/Luft. Hinsichtlich des gleichzeitig geplanten Rückbaus von 4 WEA kommt dazu eine wesentliche Minimierung in den Schutzgütern Mensch, Boden sowie Arten & Biotope.

Neben diesen generellen positiven Umweltauswirkungen der Windenergie ergeben sich am unmittelbaren Vorhabenstandort, durch die Anlage und/oder den Betrieb der WEA, im Regelfall auch negative Wirkungen auf die Umwelt und insbesondere auf den Naturhaushalt und das Landschaftsbild. In den folgenden Unterkapiteln werden die zu erwartenden negativen Auswirkungen der geplanten WEA auf Naturhaushalt und Landschaftsbild beschrieben und bewertet.

4.1.2 Methodische Grundsätze der Wirkungsprognose

Die Bewertung der Erheblichkeit und Nachhaltigkeit der Vorhabenswirkungen auf die Schutzgüter erfolgt in Form einer verbal-argumentativen Beschreibung und Bewertung. Folgende methodische Aspekte werden dabei berücksichtigt:

- Es erfolgt eine getrennte Betrachtung der bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren.

Baubedingte Wirkungen entstehen meist nur kurzzeitig, während der Bauphase, z. B. durch Lagerung und Zwischenlagerung von Erdmaterial, Baustoffen und Geräteteilen, durch Bodenverdichtungen und Entfernen von Vegetation im Bereich der Bau- und Lagerplätze oder durch Schadstoff-, Lärm- und Staubemissionen des Bau- und Transportverkehrs.

Anlagebedingte Wirkungen sind dauerhaft. Sie sind an das Vorhandensein der WEA gebunden und unabhängig vom Betriebszustand. Typische anlagebedingte Wirkungen von WEA sind Bodenversiegelungen im Bereich der Fundamente sowie Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes.

Betriebsbedingte Wirkungen sind an den Betrieb der WEA gebunden. Betriebsbedingte Wirkungen entstehen durch Schall- und Schattenwurfemissionen oder allein durch die Bewegung der Rotoren.

- Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern (vorhabenspezifische Wirkungen auf ein Schutzgut, die Folgewirkungen auf ein weiteres Schutzgut auslösen) werden berücksichtigt.
- Vorbelastungen (z. B. durch die vorhandenen WEA) finden Eingang in die Bewertung der Vorhabenswirkungen.

Durch die Genehmigungsbehörde ist im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung zu klären, ob Errichtung und Betrieb der geplanten WEA zu erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen führen können. Aus diesem Grund wird nachfolgend der Begriff der „Erheblichkeit“ von Umweltbeeinträchtigungen genauer definiert:

Erheblich sind Beeinträchtigungen, wenn sie ein bestimmtes Maß an negativer Veränderung überschreiten und dadurch zu einem (teilweisen oder vollständigen) Funktionsverlust der Schutzgüter führen. Dies trifft unter anderem immer dann zu, wenn Wert- und Funktionselemente von besonderer (hoher) Bedeutung durch den Eingriff beeinträchtigt werden. Auch Beeinträchtigungen von Wert- und Funktionselementen von allgemeiner (geringer) Bedeutung können, sofern sie großflächig wirken, als erheblich betrachtet werden (vgl. KÖPPEL et al. (1998)).

4.2 Schutzgut Mensch/Kultur- und Sachgüter

Durch Errichtung und Betrieb der geplanten WEA sowie dem geplanten Rückbau von 4 WEA im Windpark Klosterfelde sind bau-, anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Mensch zu erwarten.

4.2.1 Baubedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Mensch

Durch Anlieferverkehr und Baubetrieb verursachte Lärm-, Staub- und Schadstoffemissionen werden temporär begrenzt sein. Die Bauzeit wird auf eine Dauer von effektiv etwa 4 Monate geschätzt, wobei Unterbrechungen des Bauablaufs möglich sind.

Lager- bzw. Bauflächen werden nur temporär beansprucht und werden, soweit sie sich außerhalb der geplanten Fundament-, Kranstell- und Wegefläche befinden, nach Bauende wieder hergestellt. Als Lager und Bauflächen werden überwiegend Ackerflächen im unmittelbaren Umfeld des geplanten WEA-Standortes genutzt.

Die baubedingten Wirkungen des Vorhabens werden aufgrund der relativ geringen Intensität und insbesondere wegen der nur kurzzeitigen Wirkung **weder** zu **erheblichen Beeinträchtigungen der Wohnqualität** in den nächstgelegenen Siedlungsgebieten (Mindestab-

stand 1.310 m zwischen der geplanten WEA und der Ortslage Klosterfelde) **noch zu erheblichen Beeinträchtigungen der Erholungseignung** der Landschaft führen.

4.2.2 Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Mensch

Auswirkungen auf landwirtschaftliche Nutzungen

Durch Errichtung der WEA (Fundamentfläche, Kranstellfläche, Zuwegung) ergibt sich ein neuer Entzug von insgesamt ca. 2.428 m² intensiv bewirtschafteter Ackerfläche. Die betroffenen Flächen besitzen ein überwiegend geringes Ertragspotenzial. Für das bewirtschaftende landwirtschaftliche Unternehmen bedeutet dies jedoch nur den Entzug eines sehr geringen Teils seiner gesamten Betriebsfläche. Dieser Flächenentzug bedeutet keine erhebliche wirtschaftliche Benachteiligung des betroffenen Betriebes. Eine erhebliche wirtschaftliche Benachteiligung ist auch deshalb nicht gegeben, da für die Flächeninanspruchnahme eine Entschädigung seitens des Vorhabenträgers erfolgt bzw. durch den geplanten Rückbau von 4 WEA landwirtschaftliche Nutzfläche in einer Größe von ca. 4.552 m² zurückgegeben werden kann.

Der anlagenbedingte Entzug von Ackerflächen bedeutet **keine erhebliche wirtschaftliche Benachteiligung des oder der betroffenen Betriebe**.

Auswirkungen auf Erholungsnutzung und Fremdenverkehr

Störwirkungen auf Erholungsnutzungen bzw. den Fremdenverkehr durch Errichtung und Betrieb von WEA sind aufgrund mehrerer Wirkfaktoren denkbar. Im direkten Umfeld von Windparks können folgende Wirkfaktoren eine Rolle spielen:

- Überformung der Eigenart von Landschaftsbildeinheiten mit hohem Erholungspotenzial,
- Störung von Sichtbeziehungen,
- Verlärmung von Gebieten mit Erholungspotenzial und
- Beeinträchtigung von Gebieten mit Erholungspotenzial durch visuelle Störreize (Schattenwurf, Befeuern, Lichtreflexionen) sowie
- Gefährdung von Gebieten mit Erholungspotenzial durch Eisabwurf von den WEA.

In weiter vom Vorhabensgebiet entfernten Landschaftsräumen sind Beeinträchtigungen von Erholungsnutzungen bzw. Fremdenverkehr, insbesondere von Erholungseinrichtungen oder Sehenswürdigkeiten durch Fernwirkungen der WEA, insbesondere:

- die Störung von weiträumigen Sichtbeziehungen,
- die technogene Überprägung ganzer Landschaftsräume sowie
- visuelle Störreize durch die Befeuern der WEA

denkbar.

Entsprechend der detaillierten Prognose und Bewertung der vorhabensbedingt zu erwartenden Auswirkungen auf das Landschaftsbild und die Erholungseignung der Landschaft (vgl. Kap. 4.8) sind durch das geplante Vorhaben kaum zusätzliche Beeinträchtigungen von

Landschaftsräumen mit hohem Erholungspotenzial bzw. von bedeutsamen Erholungseinrichtungen oder Sehenswürdigkeiten zu erwarten, da durch den gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA eine wesentliche Reduzierung von Beeinträchtigungen erfolgt.

Lärmemissionen/-immissionen

Von WEA ausgehende Lärmimmissionen können grundsätzlich zu Beeinträchtigungen der Nutzungen in umliegenden Siedlungsgebieten führen.

Deshalb ist beim Betrieb von WEA durch Einhaltung von Mindestabständen oder andere technische Maßnahmen sicherzustellen, dass Nachbarn nicht durch Schallimmissionen erheblich benachteiligt oder belästigt werden. Je nach Nutzungsart der benachbarten Flächen werden dazu in der TA Lärm bestimmte Beurteilungspegel als maximal zugelassene Immissionsrichtwerte vorgegeben, und zwar für:

- Industriegebiete 70 dB(A),
- Gewerbegebiete tags 65 dB(A), nachts 50 dB(A),
- Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete tags 60 dB(A), nachts 45 dB(A),
- Allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete tags 55 dB(A), nachts 40 dB(A),
- Reine Wohngebiete tags 50 dB(A), nachts 35 dB(A) und
- Kur- und Feriengebiete tags 45 dB(A), nachts 35 dB(A).

In der zum geplanten Vorhaben vorliegenden Schallimmissionsprognose (KUNTZSCH 2022A) werden unter Berücksichtigung der durch den gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA reduzierten Vorbelastungen im Windpark Klosterfelde, die durch den Betrieb der geplanten WEA zu erwartenden Zusatz- und Gesamtbelastungen prognostiziert. Die folgenden maßgeblichen Immissionsorte der im Einwirkungsbereich des Windparks liegenden Siedlungsgebiete Klosterfelde, Marienwalde und Stolzenhagen wurden dabei betrachtet:

- Immissionsort A Marienwalde, Liebewalder Damm 20/20a
- Immissionsort B Marienwalde, Liebewalder Damm 18a
- Immissionsort C Klosterfelde, Gartenstraße - Grenze Wohnbaufläche
- Immissionsort D Klosterfelde, Gartenstraße 39c
- Immissionsort E Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5
- Immissionsort F Klosterfelde, Ahrendseer Weg (Wohnbaufläche)
- Immissionsort G Klosterfelde, Evaweg 31
- Immissionsort H Stolzenhagen, Klosterfelder Straße 8
- Immissionsort I Stolzenhagen, Feldstraße 9
- Immissionsort J Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 19
- Immissionsort K Stolzenhagen, Am Gierbusch 1
- Immissionsort L Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)
- Immissionsort M Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze urbanes Gebiet)

Im Ergebnis der Schallimmissionsprognose (KUNTZSCH 2022A) wird festgestellt, dass an den kritischen Immissionsorten C, D, I und L bereits durch die Vorbelastung der anzuwendende Immissionsrichtwert um mehr als 1 dB(A) überschritten wird. Durch den Betrieb der geplanten WEA im schallreduzierten Betriebsmodus während des Nachtzeitraums nimmt die

Schallbelastung unter Berücksichtigung des geplanten Rückbaus von 4 WEA um 1 dB(A) ab. Die Immissionsrichtwerte werden demnach nur an den Immissionsorten C, D, I und L überschritten. Jedoch ist der Schallbeitrag der geplanten WEA an diesen Immissionsorten nicht als relevant einzuschätzen, da das geplante Repowering-Projekt zur langfristigen Lärmsanierung an diesen Immissionsorten beiträgt und damit die Voraussetzungen für eine Genehmigung nach § 16b Abs. 3 BImSchG gegeben ist.

Auf Grundlage dieser Einschätzung und unter Berücksichtigung der rückbaubedingten Minimierungsmaßnahme werden von der geplanten WEA im Windpark Klosterfelde **keine erheblichen Auswirkungen** ausgehen.

Schattenwurfemissionen / -immissionen

Auch bez. des Schattenwurfes gilt, dass die von WEA ausgehenden Wirkungen grundsätzlich sowohl zu Beeinträchtigungen der Nutzungen in umliegenden Siedlungsgebieten als auch zu Beeinträchtigungen der Erholungsnutzung in der freien Landschaft führen können.

Schattenwurf durch WEA verursacht je nach Drehzahl und Anzahl der Blätter der WEA hinter den Anlagen starke Lichtwechsel. Diese Helligkeitsschwankungen wirken auf den Menschen störend und können bei längerer Dauer sogar gesundheitsschädigend sein. Kritische Bedingungen können insbesondere dann auftreten, wenn die Immissionsorte bei niedrigem Sonnenstand in geringem Abstand hinter der WEA liegen.

Im vorliegenden Schattenwurfgutachten (KUNTZSCH 2022B) wurden im Rahmen einer „worst-case-Betrachtung“ für die folgenden maßgeblichen Immissionsorte die geplanten Zusatzbelastungen (geplante WEA), die Gesamtdauer (im Jahr und täglich) des zu erwartenden Schattenwurfs berechnet:

- Immissionsort A Klosterfelde, Gartenstraße 39c
- Immissionsort B Klosterfelde, Gartenstraße 12f
- Immissionsort C Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)
- Immissionsort D Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5
- Immissionsort E Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a
- Immissionsort F Stolzenhagen, Feldstraße 14
- Immissionsort G Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a
- Immissionsort H Stolzenhagen, Lehmweg 6
- Immissionsort I Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 46
- Immissionsort J Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16
- Immissionsort K Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohnbaufläche)

Verglichen wurden die errechneten Werte mit den vom Länderausschuss für Immissionsschutz zur Anwendung empfohlenen „Hinweisen zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen“ (Stand 13.03.2002) des Staatlichen Umweltamtes Schleswig. In diesen Hinweisen wird eine Schattenwurfedauer von jährlich maximal 30 h und täglich maximal 30 min als zumutbar eingeschätzt.

Im Ergebnis der Berechnungen wurde festgestellt, dass durch die geplanten WEA **Überschreitungen der Grenzwerte** auftreten werden. Einen Überblick gibt die folgende Tabelle:

Tabelle 9 Auftretende Schattenwurfimmissionen an den Immissionsorten und verursachende WEA (Kuntzsch 2020b)

Immissionsort	Zeitraum der Beschattung	Verursachende WEA
A Klosterfelde, Gartenstraße 39c	Nachmittagsstunden Oktober bis Februar	WEA 11...13, WEA 14
B Klosterfelde, Gartenstraße 12f	Nachmittagsstunden Oktober bis März	WEA 05, WEA 11...13, WEA 14
C Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (DPD-Depot)	Nachmittags- und Abendstunden Februar bis April und September bis November	WEA 05, WEA 11...13, WEA 14
D Klosterfelde, Stolzenhagener Straße 5	Nachmittags- und Abendstunden März bis Mai und Juli bis Sep- tember	WEA 05, WEA 11...13, WEA 14
E Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 111a	Abendstunden April bis August	WEA 05, WEA 11, WEA 13, WEA 14
G Stolzenhagen, Liebenwalder Ende 26a	Morgenstunden Mai bis August	WEA 14
J Stolzenhagen, Zum Zickenpuhl 16	Morgen- und Abendstunden März bis Mai, August und Septem- ber	WEA 06...09, WEA 11, WEA 14
K Klosterfelde, Klosterfelder Hauptstraße 37 (Grenze Wohn baufläche)	Nachmittags- und Abendstunden Februar bis April und August bis Oktober	WEA 05, WEA 11...13, WEA 14

Im Ergebnis der Schattenwurfprognose (KUNTZSCH 2022B) ist festzustellen, dass es an mehreren Immissionsorten zu Überschreitungen der Immissionsrichtwertempfehlungen kommt. In KUNTZSCH 2022B heißt es dazu:

„Um die Einhaltung der Immissionsrichtwertempfehlungen am Immissionsort D sicher gewährleisten sowie eine weitere Zunahme der Schattenwurfimmissionen an den Immissionsorten A...C, E, J und K – an denen zumindest von einer Ausschöpfung der Immissionsrichtwerte durch die Anlagen der Vorbelastung ausgegangen werden muss – sicher vermeiden zu können, ist die geplante Anlage mit der Bezeichnung WEA 14 mit einer ... Abschaltvorrichtung auszustatten.“

Bei der in der vorliegenden Schattenwurfprognose durchgeführten „worst case“-Betrachtung kann wegen des eindeutigen Charakters des Formelwerks zur Berechnung der Sonnenbahn von einer hohen Sicherheit der Prognosewerte ausgegangen

werden. Trotz des Vorliegens von wissenschaftlich fundierten Untersuchungen kann eine Belästigungsfreiheit während der prognostizierten Schattenwurfperioden nicht garantiert werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand können jedoch erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen durch die Schattenwurfimmissionen bei Einhaltung der Immissionsrichtwertempfehlungen ausgeschlossen werden.

Befeuerung

Die geplante WEA muss aus Gründen der Luftverkehrssicherheit eine rotblinkende Nachtbefeuerung erhalten. Die rot blinkenden Gefahrenfeuer, von denen je zwei auf der WEA-Gondel sowie zwei Befeuerungsringe am Turm angeordnet sind, stellen in der Dunkelheit ein auffälliges und weithin sichtbares Element dar (RATZBOR 2005). Jedoch sieht die aktuelle Gesetzeslage eine bedarfsgerechte Nachtbefeuerung vor, sodass erst im Fall eines sich nähernden Luftfahrzeuges, die nächtliche Befeuerung an der WEA-Gondel sowie am Mast eingeschaltet wird.

Durch Realisierung dieser Minimierungsmaßnahmen werden Störungen von Wohngebieten und von Gebieten, die eine erhöhte Bedeutung für die örtliche Erholung aufweisen durch die optischen Effekte der Nachtbefeuerung weitestgehend minimiert. **Erhebliche Beeinträchtigungen des Schutzgutes Mensch durch die Nachtbefeuerung sind nicht zu erwarten.**

Eisabwurf

Bei ungünstigen Witterungsbedingungen (hohe Luftfeuchtigkeit bei Temperaturen um den Gefrierpunkt; Eisregen) besteht grundsätzlich die Gefahr gelegentlicher Vereisungen von WEA und damit auch des Eisabwurfes. Gefährdet sind in erster Linie WEA-Standorte im Gebirge (>400 m ü. NN) oder in unmittelbarer Nähe großer Gewässer oder breiter Flüsse. An „Normalstandorten“ im Flach- und Hügelland ist nur an wenigen Tagen im Jahr mit Eisansatz zu rechnen (RATZBOR et. al 2005).

Für die geplante WEA wird die Eisabwurfgefahr, entsprechend der vorliegenden Daten und Informationen, grundsätzlich als gering eingeschätzt. Die Gefährdung von Wohngebieten durch Eisabwurf kann aufgrund der Entfernungen ausgeschlossen werden. Hinzu kommt, dass der Vorhabenstandort unter Berücksichtigung der Höhenlage und der langjährigen Klimawerte als nicht besonders eisbildungsgefährdet einzustufen ist und der geplante Anlagentyp mit einer Abschaltautomatik ausgestattet ist, die die Gefahr des Eisabwurfes durch Abschalten der WEA ausschließt.

Erhöhung des Verkehrsaufkommens

Nach Inbetriebnahme werden die WEA nur sporadisch zu Wartungs- bzw. Instandhaltungsarbeiten vom Servicepersonal des Vorhabenträgers angefahren. Die damit verbundene Erhöhung des Verkehrsaufkommens ist geringfügig und führt nicht zu erheblichen Beeinträchtigungen des Schutzgutes Mensch.

4.2.3 Bau- und anlagebedingte Auswirkungen auf das kulturelle Erbe und sonstige Sachgüter (Kultur- und Sachgüter)

Für die geplanten unmittelbaren WEA-Standorte sind Vorkommen von **Kulturgütern** (Bau-/Bodendenkmale o.ä.) nicht bekannt.

Lt. der Denkmalliste des Landes Brandenburg Landkreis Barnim (Stand 31.12.2011) befinden sich im unmittelbaren Vorhabensgebiet (geplante WEA-Standorte) keine denkmalrechtlich geschützten Bodenflächen und Objekte. Das Vorhaben ist mit den Zielen der archäologischen Denkmalpflege, unter Einhaltung der Vorschriften des Brandenburgischen Denkmalschutzgesetzes (BbgDSchG), vereinbar.

Sollten bei den Arbeiten trotzdem entsprechende Funde gemacht werden, werden die Arbeiten vorübergehend eingestellt und die zuständige untere Denkmalschutzbehörde informiert, um weiterreichende Beeinträchtigungen zu vermeiden.

Die nächsten Bau- und Bodendenkmale befinden sich vollständig innerhalb der dem Vorhabensgebiet nächstgelegenen Siedlungen und damit außerhalb zu prognostizierender Auswirkungen durch die Errichtung und den Betrieb der geplanten WEA.

4.3 Schutzgut Fläche

Durch Errichtung und Betrieb der geplanten WEA sind bau-, anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Fläche zu erwarten.

Das Schutzgut „Fläche“ wurde mit der Novellierung des UVPG im Jahr 2017 in den Kanon der prüfrelevanten Schutzgüter des § 2 Abs. 1 aufgenommen. Damit verdeutlicht der Gesetzgeber, dass auch quantitative Aspekte des Flächenverbrauchs in der Umweltverträglichkeitsprüfung zu betrachten sind. Der besonderen Bedeutung von unbebauten, unzersiedelten und unzerschnittenen Freiflächen für die ökologische Dimension einer nachhaltigen Entwicklung wird auf diese Weise Rechnung getragen. Die Betrachtungsebene des Schutzgutes Fläche ist deshalb über derjenigen der anderen Schutzgüter angesiedelt.

Für den vorliegenden UVP-Bericht bedeutet dies, dass der Flächenverbrauch, der mit dem zu prüfenden Vorhaben verbunden ist, einerseits in seiner Gesamtheit quantifiziert werden muss, und andererseits herauszuarbeiten ist, in welchem Ausmaß sich der Flächenverbrauch jeweils auf die anderen Schutzgüter auswirkt, zum Beispiel in Form von

- Überbauung/Versiegelung → Verbrauch natürlicher Böden, Lebensstätten von Tieren und Pflanzen
- Zerschneidung → Verbrauch bisher unzerschnittener Landschaftsteile, Lebensraumkomplexe, funktionale Zusammenhänge, Migration.

Diese Informationen sind in der vorliegenden Unterlage bereits in den Kap. 2.2, 4.4 und 4.7.1 näher dargestellt. Zusammenfassend ist daraus festzustellen, dass mit dem geplanten Rückbau von 4 WEA im Windpark Klosterfelde eine wesentliche Verbesserung im Schutzgut Fläche verbunden ist.

4.4 Schutzgut Boden

Durch Errichtung und Betrieb der geplanten WEA werden sich vor allem anlagebedingte, eingeschränkt aber auch bau- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Boden ergeben. Gleichzeitig erfolgen durch den geplanten Rückbau von 4 WEA wesentliche Verbesserungen durch die Wiederherstellung offener, bewuchsfähiger Bodenflächen.

4.4.1 Baubedingte Auswirkungen

Baubedingt sind zeitlich auf etwa 4 Monate begrenzte Beeinträchtigungen des Bodens durch den Einsatz schwerer Maschinen (Verdichtung), die Zwischenlagerung von Baustoffen und Geräteteilen (Verdichtung, Überformung, Stoffeinträge) und die Emissionen der Bau- und Transportmaschinen (Schadstoffeinträge) anzunehmen. Zum Teil werden die baubedingten Auswirkungen auf das Schutzgut Boden später von den anlagebedingten Auswirkungen überlagert werden.

Die Böden am Vorhabenstandort weisen ein mittleres-hohes, z.T. ein geringes Puffer- und Sorptionspotenzial auf und sind damit überwiegend in der Lage, Schadstoffe zu binden. Gleichzeitig sind sie, beim Einsatz schwerer Maschinen, aufgrund der bindigen Bodenarten verdichtungsempfindlich.

Die zur Anbindung der geplanten WEA an das Leitungsnetz erforderliche Kabelverlegung soll im Wesentlichen mittels Kabelpflug erfolgen. Der Einsatz des Kabelpfluges zieht nur eine geringe Verletzung der Oberflächenstrukturen nach sich. Der entstehende Graben fällt sofort wieder zusammen und es verbleiben keine nachhaltigen Beeinträchtigungen der Bodenstrukturen.

Die **baubedingt zu erwartenden Beeinträchtigungen des Bodens** sind aufgrund ihrer nur temporären Wirksamkeit und des geringen Flächenbedarfs, nicht zuletzt durch die Entsigelungsflächen der 4 rückzubauenden WEA, als **unerheblich** zu bewerten.

4.4.2 Anlagebedingte Auswirkungen

Nachhaltige Beeinträchtigungen des Bodens werden an den unmittelbaren Vorhabenstandorten durch die anlagebedingt geplante Flächenumnutzung (Fundamente, Kranstellflächen, Zuwegungen) und die damit verbundene Versiegelung entstehen:

- Durch die Errichtung des Turmfundamentes werden ca. 398 m² Bodenfläche vollständig versiegelt. Auf dieser Fläche gehen alle derzeitigen Bodenfunktionen dauerhaft verloren.

- Durch die Errichtung der Kranstellfläche werden ca. 1.280 m², durch die Errichtung der Zuwegung ca. 750 m² Bodenflächen als Ackerland genutzte Bodenflächen aufgeschottert und damit teilversiegelt. Dadurch erfolgt durch Überformung, Veränderung der Horizontabfolge und Substratveränderung ein Teilverlust bzw. eine Funktionsbeeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktionen. Diese besteht in einem Abtrag der obersten Bodenschicht und einem Auftrag einer Schicht aus verdichtetem Schottermaterial. Damit wird insbesondere das Bodenleben erheblich eingeschränkt, während die nicht auf die obersten Bodenschichten beschränkte physikochemische Filterfunktion teilweise erhalten bleibt.

Die anlagebedingt beeinträchtigten Böden der Ackerflächen weisen ein geringes-mittleres Produktionspotenzial, ein geringes Speicher- und Regelungspotenzial und ein mittleres Lebensraumpotenzial auf. Es handelt sich um in der Region großflächig verbreitete Bodentypen.

Bezogen auf die Gesamtfläche des Vorhabensgebietes ist die Inanspruchnahme von insgesamt ca. 2.428 m² Bodenfläche durch Fundamentfläche, Zuwegung und Kranstellfläche hinsichtlich der rückbaubedingten Wiederherstellung von insgesamt 4.552 m² offener, bewuchsfähiger Bodenflächen als geringe Beeinträchtigung zu bewerten, die vollständige Bodenversiegelung bleibt dabei auf ca. 398 m² beschränkt.

Aufgrund der umfangreichen Rückbaumaßnahmen von insgesamt 4 WEA und der damit verbundenen Wiederherstellung renaturierter Bodenflächen ist die Inanspruchnahme von Bodenfläche durch Errichtung der geplanten WEA als **unerhebliche Beeinträchtigung** zu werten. Eine Kompensation dieser Beeinträchtigung erfolgt gleichzeitig durch den umfangreichen Rückbau von 4 WEA.

4.4.3 Betriebsbedingte Auswirkungen

Betriebsbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Boden sind nur in sehr geringem Maß, bedingt durch Schadstoffemissionen des zu Wartungszwecken erforderlichen Kfz-Verkehrs, zu erwarten. Sie **führen zu keinen umweltrelevanten Beeinträchtigungen**.

4.5 Schutzgut Wasser

Während der Bau- und Betriebsphase können sich durch unsachgemäßen Umgang mit wassergefährdenden Stoffen bzw. infolge von Havariefällen bau- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Grundwasser ergeben. Anlagebedingte Auswirkungen auf das Grundwasser ergeben sich durch die Flächenversiegelung. Beeinträchtigungen von Oberflächengewässern sind mit der Errichtung der Zuwegung und Kranstellflächen nicht verbunden.

4.5.1 Baubedingte Auswirkungen auf das Grundwasser

Baubedingte Beeinträchtigungen des Grundwassers können sich durch Schadstoffeinträge in Folge unsachgemäßen Umgangs mit wassergefährdenden Stoffen oder Havariefällen der Baumaschinen ergeben. Kleinflächig, im Bereich von Lagerflächen oder Baustraßen, kann es zudem durch Bodenverdichtungen bzw. Materialablagerung temporär zur Behinderung der Niederschlagswasserversickerung kommen.

Diese Beeinträchtigungen haben potenziellen Charakter, zudem ist ihre Wirkung zeitlich begrenzt. Bei „normalem“ Bauablauf besteht keine Gefahr für das Grundwasser. Trotzdem kann das Gefährdungspotenzial nicht gänzlich ausgeschlossen werden, da:

- im Vorhabensgebiet ein oberflächennaher Grundwasserleiter ausgebildet ist,
- die im Vorhabensgebiet vorhandenen Deckschichten (Sand) durchlässig sind und
- der Anschnitt grundwasserführender Schichten durch die Tiefbauarbeiten, insbesondere beim Aushub des Fundamentes der geplanten WEA wie auch der Rückbau der 4 Fundamente nicht ausgeschlossen werden kann.

Hierbei ist jedoch einzuwenden, dass üblicherweise während der Bauphase nur in geringem Umfang mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird.

Aufgrund der zeitlich und lokal sehr begrenzten Arbeiten und des Standes der heutigen Tiefbautechnik ist das Gefährdungspotenzial nur potenziell als hoch zu bewerten. Durch eine speziell für Arbeiten im Grundwasserbereich abgestellte örtliche Bauüberwachung sowie durch Vorhalten von spezieller Technik zur Wasserhaltung kann das Gefährdungspotenzial auf ein sehr geringes und damit unerhebliches Niveau abgesenkt werden. Erhebliche **baubedingte Beeinträchtigungen** auf das Grundwasser können damit **ausgeschlossen** werden.

4.5.2 Anlagebedingte Auswirkungen auf das Grundwasser

Ebenso sind die zu erwartenden anlagebedingten Wirkungen auf das Schutzgut Grundwasser als **nicht erhebliche Beeinträchtigung** anzunehmen.

Durch die Bodenvollversiegelung (Fundamentflächen) von ca. 398 m² ergeben sich theoretisch eine Erhöhung des Oberflächenabflusses sowie eine Reduzierung der Infiltrationsrate und der Grundwasserneubildung. Praktisch wird dies jedoch nicht der Fall sein, da die Versickerung in den Randbereichen des punktförmigen Fundamentes erfolgen wird. Die Bereiche der Kranstellfläche und Zuwegung werden weiterhin versickerungsfähig sein.

Durch den gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA und der damit erfolgenden Wiederherstellung naturnaher Bodenverhältnisse auf einer Fläche von ca. 4.552 m² werden sich für das Schutzgut Grundwasser wesentliche Verbesserungen ergeben.

4.5.3 Betriebsbedingte Auswirkungen auf das Grundwasser

Erhebliche betriebsbedingte Beeinträchtigungen des Grundwassers durch Schadstoffeinträge infolge von unsachgemäßem Umgang mit wassergefährdenden Stoffen bzw. Anlagen- oder Kfz-Defekten haben ebenfalls nur potenziellen Charakter. Das **Gefährdungspotenzial** ist als **sehr gering** einzustufen.

4.5.4 Auswirkungen auf Oberflächengewässer

Bau-, anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf Oberflächengewässer sind nicht zu prognostizieren.

4.6 Schutzgut Klima / Luft

Durch Errichtung und Betrieb der geplanten WEA können sich bau-, anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf die lokalklimatischen Verhältnisse ergeben.

4.6.1 Baubedingte Auswirkungen

Während der Bau- sowie auch der gleichzeitigen Rückbauphase kommt es durch den Lieferverkehr und den Baumaschineneinsatz temporär zu erhöhten Luftschadstoffemissionen (Kfz-Abgase; bei trockener Witterung ggf. Staub). Dies kann kurzzeitig zu Beeinträchtigungen der lufthygienischen Situation im Baugebiet führen.

Aufgrund der zeitlich auf etwa 4 Monate begrenzten Wirkung, der relativ großen Abstände zu schutzwürdigen Siedlungsgebieten (mindestens 1.310 m) und der insgesamt nur geringen Intensität der Emissionen werden diese Beeinträchtigungen **nicht erheblich** sein.

4.6.2 Anlagebedingte Auswirkungen

Durch die Errichtung der WEA kommt es aufgrund der Versiegelung im Bereich der Fundamente und der Teilversiegelungen im Bereich der Kranstellflächen und Zuwegungen zu einem Verlust von natürlich gewachsenem, versickerungs- und verdunstungsfähigem Boden. Damit ist eine Veränderung der Luftfeuchteverhältnisse verbunden. Zugleich wird im Bereich der Kranstellfläche aufgrund der fehlenden Vegetationsbedeckung an Sonnentagen eine stärkere Erwärmung der bodennahen Luftschichten feststellbar sein.

Die beschriebenen Wirkungen beschränken sich auf die mikroklimatische Ebene und sind aufgrund der geringen Empfindlichkeit des Schutzgutes Klima als **nicht erhebliche Beeinträchtigung** zu werten.

Durch den gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA und der damit erfolgenden Wiederherstellung naturnaher Bodenverhältnisse auf einer Fläche von ca. 4.552 m² werden sich für das Schutzgut Klima/Luft wesentliche Verbesserungen ergeben.

4.6.3 Betriebsbedingte Auswirkungen

Durch den Betrieb, untergeordnet auch durch die Anlage der WEA werden die im Gebiet auftretenden Luftströmungen beeinflusst. Die Reichweite dieser Wirkung ist aber nicht größer als etwa 300 m. Es sind somit keine schutzwürdigen Flächen (z. B. Siedlungen) im Umfeld der Vorhabenstandorte betroffen. Die betriebsbedingten Auswirkungen des Vorhabens auf das Schutzgut Klima sind deshalb **nicht als Beeinträchtigung zu werten**.

Im Gegenteil trägt die Stromerzeugung durch Nutzung regenerativer Energien und die damit verbundene Minimierung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe zur Senkung von CO₂-Emissionen bei und hat damit einen positiven Effekt auf den globalen Klimahaushalt.

4.7 Schutzgut Arten & Biotope

4.7.1 Flächen-/Biotopinanspruchnahme

Mit der Errichtung der geplanten WEA wird es zur **anlagebedingten Inanspruchnahme** von intensiv genutztem Ackerland kommen. Die folgende Tabelle gibt die Flächeninanspruchnahme¹ im Einzelnen wieder:

Tabelle 10 Übersicht der anlagebedingten Biotopinanspruchnahme

WEA	Art der Fläche	Fläche [m ²]	betroffener Biotooptyp	Fläche [m ²]
14	Fundament	398	Intensiv-Acker (09130)	398
	Kranstellfläche	1.280	Intensiv-Acker (09130)	1.280
	Zuwegung	750	Intensiv-Acker (09130)	750
Summe Biotooptypen			Intensiv-Acker (09130)	2.428
			Biotopinanspruchnahme gesamt	2.428
Summe zukünftige Flächenfunktion			Fundamente	398
			Kranstellflächen	1.280
			Zuwegungen	750
			Flächeninanspruchnahme gesamt	2.428

Die Bewertung, inwieweit die **anlagebedingte Flächeninanspruchnahme** als erhebliche Beeinträchtigung des Schutzgutes Arten & Biotope einzustufen ist, hängt wesentlich von der Art der vorhabensbedingten Veränderung auf den einzelnen Teilflächen sowie auch auf den Flächen der gleichzeitig geplanten Rückbaumaßnahmen (4 WEA) ab:

Das **Turmfundament** der geplanten WEA wird abgesehen von der unmittelbaren Aufstandsfläche des Turmes nach der Errichtung der WEA wieder mit einer Bodenüberdeckung versehen, so dass sich dort spontan neue Lebensgemeinschaften ansie-

¹ Die Gesamt-Flächeninanspruchnahme von 2.428 m² wurde rechnerisch anhand der vom Vorhabensträger übermittelten Planunterlagen (Fundament, Kranstellfläche, Zuwegung) ermittelt.

deln können. Erfahrungsgemäß handelt es sich dabei um Ruderalfluren frischer bis wechselfeuchter Standorte. Die Beeinträchtigungen durch die Inanspruchnahme von Intensiv-Acker sind somit nur kurzzeitig, fast vollständig regenerierbar und damit nicht erheblich.

Im Bereich der **Kranstellfläche und Zuwegung** werden insgesamt ca. 2.030 m² Grundfläche aufgeschottert und damit teilversiegelt. Betroffen ist ausschließlich intensiv genutzter Acker, also ein Biotoptyp mit geringer naturschutzfachlicher Bedeutung. Im Vergleich zur aktuellen Situation ist eine Abwertung festzustellen, da eine Besiedlung durch die spontane Vegetation zukünftig nur noch eingeschränkt möglich ist. Die Abwertung ist aufgrund der geringen Bedeutung (Intensiv-Acker) in ihren qualitativen Ausmaßen gering.

Der geplante **Rückbau** von 4 WEA im Windpark Klosterfelde betrifft insgesamt ca. 6.980 m². Dabei werden alle Anlagenteile der WEA, einschließlich der Fundamente, Kranstellflächen (ca. 5.780 m²) und Wege (ca. 1.200 m²), beseitigt. Aufgrund der Begrünung der Fundamentabdeckungen und Kranstellflächen werden Flächen mit ruderalen Grasfluren sowie auch Einzel-Sträucher (bei WEA 3 und WEA 5) entfernt. Anschließend erfolgt die Wiederherstellung naturnaher Bodenverhältnisse durch Auffüllung aller beim Rückbau entstandenen Baugruben mit Bodensubstrat und damit die Wiederherstellung von Ackerflächen. Mit dem geplanten Rückbau entstehen Biotope mit nur geringer Bedeutung (Intensiv-Acker).

Insgesamt betrachtet ist die anlagebedingte Flächeninanspruchnahme sowie der geplante Rückbau wegen der Bedeutung der betroffenen Biotope, insbesondere der Einzel-Sträucher sowie der ruderalen Grasfluren (Fundament- und Kranstellflächen) als erhebliche Beeinträchtigung zu werten, da die beeinträchtigte Fläche mit etwa 0,58 ha nicht mehr vernachlässigbar klein ist und durch den geplanten WEA-Rückbau ca. 4.552 m² neue Ackerflächen entstehen.

Zur Vollständigkeit wird außerdem darauf hingewiesen, dass das Vorhaben in geringem Umfang mit einer **baubedingten Inanspruchnahme von Ackerflächen** zur Lagerung und Montage von Anlagenteilen verbunden ist. Diese Flächen werden jedoch nach der Errichtung der WEA in ihren ursprünglichen Zustand zurückversetzt, ohne dass Beeinträchtigungen des Schutzgutes Arten & Biotope zurückbleiben.

Biotope, die für wildlebende Tiere oder wildlebende Pflanzen streng geschützter Arten nicht ersetzbar sind, werden nicht in Anspruch genommen.

4.7.2 Auswirkungen auf die Avifauna

4.7.2.1 Vorbemerkungen

Die Prognose der Auswirkungen von Errichtung und Betrieb der WEA auf die Avifauna ist grundsätzlich mit der Betrachtung folgender Wirkpfade verbunden:

- Störwirkungen auf die Avifauna während der Bauphase (Fahrzeugverkehr, Lärm, baubedingte Flächeninanspruchnahme),
- Auswirkungen auf die Avifauna durch die anlagebedingte Flächeninanspruchnahme (Fundamente der WEA, Kranstellflächen, Zuwegungen),
- Störwirkungen auf die Avifauna während der Betriebsphase (Bewegung der Rotoren, Geräuschemissionen, Kollisionsrisiko).

4.7.2.2 Störwirkungen auf die Avifauna während der Bauphase

Die Bauzeit der geplanten WEA und der Rückbau von 4 WEA betragen ca. 4 Monate, es handelt sich also um einen nur relativ kurzfristig zu verzeichnenden Wirkfaktor.

Bauzeitlich ist zum einen ein erhöhtes Verkehrsaufkommen auf den Straßen und den anzulegenden Zuwegungen zu den WEA zu verzeichnen, zum anderen sind mit den Bauabläufen selbst Störreize verbunden (z. B. Lärmemissionen, Bewegung von Menschen und Maschinen). Darüber hinaus kommt es baubedingt zu einer Inanspruchnahme von Stell- und Lagerflächen im direkten Umfeld der WEA-Standorte.

Die mit den beschriebenen Wirkfaktoren verbundenen Beeinträchtigungen von Brutvögeln sind als gering einzustufen, da fast ausschließlich Habitats im Bereich intensiv genutzter Ackerflächen betroffen sind, denen für Brutvögel nur eine geringe Bedeutung zukommt. Zudem ist das Gebiet durch die landwirtschaftliche Nutzung (Fahrzeugverkehr auf den Feldwegen, Bodenbearbeitung, Düngemittel und PSM-Einsatz) vorbelastet.

Habitats, die für streng geschützte Vogelarten nicht ersetzbar sind, werden nicht in Anspruch genommen. Zudem kommt es auch zu keinem Verlust von Individuen, wenn die Baufeldfreimachung außerhalb der Brutzeit oder entsprechend alternativer Bauzeitenregelungen erfolgt (siehe auch Kap. 5).

4.7.2.3 Auswirkungen auf die Avifauna durch die anlagebedingte Flächeninanspruchnahme

Angaben zur Flächeninanspruchnahme der geplanten WEA sind dem Kap. 4.4 und 4.7.1 zu entnehmen. Demnach kommt es durch die Anlage der Fundamente, der Kranstellflächen und der Zuwegungen zu einer Vollversiegelung von ca. 398 m² und einer Teilversiegelung von insgesamt ca. 2.030 m² Grundfläche. Im Zuge des Rückbaus von 4 WEA werden ca. 6.980 m² Bodenflächen wiederhergestellt.

Von der neuen Flächeninanspruchnahme betroffen sind überwiegend intensiv genutzte Ackerflächen, die als potenzielles Bruthabitat einiger weniger Bodenbrüter einzustufen sind, insbesondere der Feldlerche und der Schafstelze. Für diese Arten stellt das Innere von Ackerflächen aufgrund der engen Halmabstände allerdings normalerweise kein geeignetes Bruthabitat dar. Die Brutplätze befinden sich in der Regel an den Ackerrändern, auf kurzragigen Krautsäumen.

Im Vorhabensgebiet sind Beeinträchtigungen der genannten Arten somit am ehesten dort zu erwarten, wo Ackerränder beeinträchtigt werden. Der direkte Zugriff auf einzelne Individuen von Bodenbrütern kann allerdings auch dort vermieden werden, wenn die Baufeldberäumung außerhalb der Brutzeit erfolgt (vgl. **Kap. 5.1**).

Im Zuge der Rückbaumaßnahmen werden die Einzel-Sträucher an 2 WEA-Kranstellflächen/-Fundamenten beseitigt. Sie sind nur potenzieller Brutplatz von Buschbrütern des Offenlandes, da außer die Goldammer an einem Soll keine weiteren Brutvögel im Umfeld der WEA nachgewiesen werden konnten (LIEDER 2022A). Der direkte Zugriff auf einzelne Individuen potenziell betroffener Buschbrüter kann ebenfalls vermieden werden, wenn die Baufeldberäumung außerhalb der Brutzeit erfolgt (vgl. **Kap. 5.1**). Der dauerhafte Verlust der als potenzielles Bruthabitat für Buschbrüter dienenden Einzel-Sträucher ist im Vergleich zu den zahlreichen geeigneten Feldgehölzen und -hecken im direkten Vorhabenumfeld sehr gering und wird kaum messbare Auswirkungen auf die Brutvogelfauna des Gebietes nach sich ziehen. Die Beeinträchtigung von Buschbrütern ist damit nur potenziell gegeben und wird als nicht erheblich eingestuft.

4.7.2.4 Störwirkungen auf die Avifauna während der Betriebsphase

4.7.2.4.1 Allgemeines

Der Kenntnisstand zur Empfindlichkeit von Vögeln gegenüber WEA hat sich aufgrund der Vielzahl wissenschaftlicher Untersuchungen in den letzten Jahren beträchtlich erhöht, auch wenn bei weitem noch nicht für alle heimischen Brutvögel und alle Zug- und Rastvögel die artspezifische Empfindlichkeit gegenüber den verschiedenen Wirkfaktoren bekannt ist. In solchen Fällen können nur im Rahmen von Analogieschlüssen diejenigen Informationen genutzt werden, welche zu besser untersuchten Vogelarten mit ähnlicher Biologie und Ökologie vorliegen.

Nach heutigem Kenntnisstand können neben der anlagebedingten Flächeninanspruchnahme die folgenden vom Betrieb der WEA ausgehenden Wirkfaktoren zu einer **Störung von Vögeln** führen:

- Bewegung der Rotoren,
- Lärmemissionen,
- Schattenwurf (Masten und Schlagschatten der Rotoren),
- nächtliche Befeuerung.

Alle vier Wirkfaktoren können eine Scheuchwirkung auf Vögel ausüben, was im Einzelfall zu einer Aufgabe von Brutplätzen oder zu einer Meidung von Nahrungshabitaten im Umfeld

der Anlagen führen kann. Wie im folgenden Kapitel dargestellt wird, ist dabei von artspezifisch sehr unterschiedlichen Empfindlichkeiten auszugehen.

Der Kenntnisstand zu der Frage, welcher der Wirkfaktoren die größte Störwirkung ausübt und welcher ggf. nachrangig ist, ist gering. Dies liegt daran, dass eine getrennte experimentelle Untersuchung der Wirkfaktoren nicht oder nur eingeschränkt möglich ist (z. B. keine Rotorbewegung ohne Schattenwurf und Geräusche) und daher einer Beantwortung der Frage methodische Probleme im Wege stehen.

Darüber hinaus ist bekannt, dass Störwirkungen auf Tiere generell in hohem Maße situationsgebunden sind, fast immer aus einer Kombination unterschiedlicher und zumeist nicht vollständig bekannter Reize bestehen und sich nicht ohne weiteres auf die Summe ihrer Einzelwirkungen reduzieren lassen (vgl. HÜPPOP 2001). Aus diesem Grund wird in den meisten Studien von einem Wirkfaktoren-Komplex ausgegangen, dessen Einzelfaktoren – wie auch in den folgenden Abschnitten dieser Unterlagen – nicht näher betrachtet werden. Teils explizit, teils unausgesprochen wird aber zumeist vermutet, dass die Bewegung der Rotoren die größte Störwirkung ausübt.

Die Rotorbewegung der WEA kann über die Scheuchwirkung hinaus auch eine Kollision von Vögeln mit den WEA (Vogelschlag) begünstigen. Dabei werden in der Fachliteratur als Gefährdungsfaktoren eine direkte Kollision von Vögeln mit den Rotoren und Todesfälle durch die Wirkung der für die Rotorspitzen charakteristischen extremen Druckverhältnisse auf den Vogelorganismus diskutiert.

Zusammenfassend lassen sich drei Gruppen von Vogelarten unterscheiden, die aufgrund ihrer unterschiedlichen Lebensweise auch in unterschiedlichem Maße durch den Betrieb von WEA betroffen sind:

Tabelle 11 Vogelartengruppen mit unterschiedlicher Empfindlichkeit gegenüber dem Betrieb von WEA

	Mögliche Wirkungen des WEA-Betriebs		Beispiele
	Scheuchwirkung	Kollision	
Gruppe 1	erhebliche Scheuchwirkung durch die Bewegung der Rotoren (und ggf. durch Schattenwurf, Lärm, Befeuerung) dadurch Meidung des Umfelds der WEA	geringes Kollisionsrisiko, da Nähe der WEA normalerweise gemieden wird	nordische Gänse, viele Enten- und Limikolenarten
Gruppe 2	keine (geringe) Scheuchwirkung der Rotoren, Arten halten sich im näheren Umfeld der WEA auf	hohes Kollisionsrisiko bei einigen im freien Luftraum fliegenden Arten	einige Greifvogelarten, Weißstorch
Gruppe 3	keine (geringe) Scheuchwirkung der Rotoren, Arten halten sich im näheren Umfeld der WEA auf	geringes Kollisionsrisiko bei Arten, die den freien Luftraum meiden sowie bei fluggewandten, im freien Luftraum fliegenden Arten	meiste Kleinvogelarten

4.7.2.4.2 Literaturdaten zur Störwirkung von WEA auf Brut- und Gastvögel

Der aktuelle Kenntnisstand zu der Frage, für welche Vogelarten größere Meidedistanzen zu WEA charakteristisch sind, auf welche Arten WEA also eine **Scheuchwirkung** ausüben, wird von REICHENBACH (2003) zusammenfassend dargestellt. Dieser gibt in seiner Arbeit zunächst die Ergebnisse eigener Untersuchungen im Küstenbereich (Ostfriesland, Wesermarsch), untergeordnet außerdem im ostfriesischen Binnenland wieder. Anschließend werden die Ergebnisse einer Vielzahl anderer Untersuchungen aus Deutschland und anderen Ländern ausgewertet. Die Ergebnisse der Auswertung und die eigenen Untersuchungsergebnisse werden von REICHENBACH in einer Übersichtstabelle der artspezifischen Empfindlichkeit zusammengefasst. Diese Übersichtstabelle wird im Folgenden auszugsweise – sofern sie Angaben zu den im UG vorkommenden Brut- und Gastvogelarten enthält – wiedergegeben.

Die Empfindlichkeit wird in drei Stufen angegeben, die wie folgt definiert sind:

Geringe Empfindlichkeit	Die Art reagiert nicht oder nur mit geringfügigen räumlichen Verlagerungen; Bestandsänderungen bewegen sich im Rahmen natürlicher Schwankungen.
Mittlere Empfindlichkeit	Die Art reagiert mit erkennbaren räumlichen Verlagerungen in einer Größenordnung bis ca. 200 m, es kommt zu Bestandsverringerungen, jedoch nicht zu vollständigen Verdrängungen.
Hohe Empfindlichkeit	Die Art reagiert mit starken räumlichen Verlagerungen mit deutlich mehr als 200 m, es kommt zu deutlichen Bestandsverlusten mit Verbreitungslücken.

Besonders gut für planerische Fragestellungen verwendbar sind die Angaben von REICHENBACH (2003) unter anderem deshalb, weil dieser neben der artspezifischen Empfindlichkeit auch die Validität der Empfindlichkeitseinstufung bewertet.

In **Tabelle 12** werden zunächst die artspezifischen Empfindlichkeiten von Brutvögeln wiedergegeben. In **Tabelle 13** sind entsprechende Informationen zu einigen im Umfeld der geplanten WEA-Standorte potenziell vorkommenden Gastvögeln enthalten.

Tabelle 12 Artspezifische Empfindlichkeit von Brutvögeln gegenüber WEA nach REICHENBACH (2003)

Art	Empfindlichkeitseinstufung	Quellen	Validität der Einstufung
Bodenbrüter des Offenlandes			
Feldlerche	gering	REICHENBACH (2003), Kap. 4.3, BÖTTGER et al. (1990), BACH et al. (1999), BRAUNEIS (1999), GERJETS (1999), WALTER & BRUX (1999), EIKHOFF (1999), LOSKE (2000), KORN & SCHERNER (2000), PERCIVAL (2000), BERGEN (2001), GHARADJEDAGHI & EHRLINGER (2001)	Gut abgesichert, alle Autoren kommen zu übereinstimmenden Ergebnissen, auch wenn dies nicht an allen Standorten dieser Untersuchung so eindeutig bestätigt wurde; geringere Brutdichten in Anlagennähe gehen dort wahrscheinlich eher auf andere Einflüsse zurück.
Schafstelze	gering	REICHENBACH (2003), WALTER & BRUX (1999)	Tendenzaussage, noch nicht durch ausreichende Zahl an Untersuchungen abgesichert
Greifvögel			
Mäusebussard	gering bis mittel	SOMMERHAGE (1997), BRAUNEIS (1999), GHARADJEDAGHI & EHRLINGER (2001), BERGEN (2002), NWP (2002)	Widersprüchliche Ergebnisse, die Mehrzahl zeigt jedoch während der Brutzeit keine Beeinträchtigungen
Rotmilan	gering bis mittel?	PHILLIPS (1994), BRAUNEIS (1999), BERGEN (2002)	Widersprüchliche Ergebnisse, die Mehrzahl zeigt jedoch während der Brutzeit keine Beeinträchtigungen
Gehölzbrütende Singvögel und andere			
Goldammer	gering	BERGEN (2001), STÜBING (2001), KAATZ (1999, 2002)	Weitgehend abgesichert, da übereinstimmende Ergebnisse, Anzahl der Studien jedoch noch recht gering

Die Empfindlichkeit fast aller Brutvogelarten des UG, zu denen Untersuchungsergebnisse vorliegen, wird von REICHENBACH (2003) somit als gering oder gering bis mittel eingestuft.

Darüber hinaus wurden im UG einige Brutvogelarten festgestellt, zu deren Empfindlichkeit bisher keine Literaturdaten vorliegen. An dieser Stelle wird daher auf die Bewertung von Arten mit ähnlicher Lebensweise zurückgegriffen:

Analog zur Empfindlichkeitsbewertung „gering“ von REICHENBACH (2003) für die jeweils zuletzt genannten Arten wird für fast alle anderen Arten angenommen, dass WEA nur eine geringe Scheuchwirkung ausüben. Die folgende Tabelle gibt die Empfindlichkeit von Gastvögeln gegenüber WEA wieder:

Tabelle 13 Artspezifische Empfindlichkeit von Gastvögeln gegenüber WEA nach Reichenbach (2003)

Art	Empfindlichkeits-einstufung	Quellen	Validität der Einstufung
Watvögel			
Kiebitz	mittel bis hoch	REICHENBACH (2003), Kap. 4.4, PEDERSEN & POULSEN (1991), WINKELMAN (1992), CLEMENS & LAMMEN (1995), BREHME (1999), BACH et al. (1999), SCHREIBER (2000), BERGEN (2002)	Gut abgesichert, alle Autoren kommen zu übereinstimmenden Ergebnissen, auch wenn dies nicht an allen Standorten dieser Untersuchung so eindeutig bestätigt wurde; geringere Brutdichten in Anlagennähe gehen dort wahrscheinlich eher auf andere Einflüsse zurück.
Goldregenpfeifer	hoch	PEDERSEN & POULSEN (1991), WINKELMANN (1992), SCHREIBER (1993), CLEMENS & LAMMEN (1995), BREHME (1999), BACH et al. (1999), SCHREIBER (2000)	Ergebnisse zu Meidungsdistanzen schwanken zwischen 200 und 800m, das Vorliegen einer Empfindlichkeit ist jedoch hinreichend abgesichert
Großer Brachvogel	hoch	WINKELMANN (1992), SCHREIBER (1993), CLEMENS & LAMMEN (1995), BACH et al. (1999), SCHREIBER (2000)	Ergebnisse zu Meidungsdistanzen schwanken zwischen 200 und 500 m, das Vorliegen einer Empfindlichkeit ist jedoch hinreichend abgesichert
Sturmmöwe	gering (bis mittel)?	BACH et al. (1999), NWP (2002), SCHREIBER (2000)	Weitgehend abgesichert, da übereinstimmende Ergebnisse (Beeinträchtigungen bis 100m Entfernung nicht auszuschließen), Anzahl der Studien jedoch noch recht gering
Lachmöwe	gering (bis mittel)?	BACH et al. (1999), SCHREIBER (2000)	Weitgehend abgesichert, da übereinstimmende Ergebnisse (Beeinträchtigungen bis 100m Entfernung nicht auszuschließen) Anzahl der Studien jedoch noch recht gering
Silbermöwe	hoch	WINKELMANN (1992)	Meidungsdistanz 250-500m, Tendenzaussage, noch nicht hinreichend abgesichert
Wasservögel			
Kranich	hoch	NOWALD (1995), BRAUNEIS (1999, 2000), KAATZ (1999)	Weitgehend abgesichert, da übereinstimmende Ergebnisse, die sich jedoch nur auf die Barrierewirkung beziehen
Greifvögel			
Mäusebussard	gering bis mittel?	REICHENBACH (2003), Kap. 4.4, BÖTTGER et al. (1990), SAEMANN (1992), SOMMERHAGE (1997), SINNING & GERJETS (1999), NWP (2002)	Widersprüchliche Ergebnisse, die Hälfte der Studien zeigt außerhalb der Brutzeit keine Beeinträchtigungen

Art	Empfindlichkeits-einstufung	Quellen	Validität der Einstufung
Rotmilan	gering bis mittel?	PHILLIPS (1994), BRAUNEIS (1999), BERGEN (2002)	Widersprüchliche Ergebnisse, die Mehrzahl zeigt jedoch außerhalb der Brutzeit keine Beeinträchtigungen
Singvögel			
Star	gering bis mittel	REICHENBACH (2003), Kap. 4.4, PEDERSEN & POULSEN (1991), BREHME (1999), SCHREIBER (2000), NWP (2002)	Weitgehend abgesichert, da übereinstimmende Ergebnisse (Beeinträchtigungen bis 100 m Entfernung nicht auszuschließen)
Dohle	gering	REICHENBACH (2003), Kap. 4.4	Tendenzaussage, noch nicht hinreichend abgesichert
Wacholderdrossel	gering bis mittel	REICHENBACH (2003), Kap. 4.4	Tendenzaussage, noch nicht hinreichend abgesichert

Die Übersicht verdeutlicht, dass für einige Zug- und Rastvögel, die in der Agrarlandschaft Mittel- und Ostdeutschlands mehr oder weniger regelmäßig auf dem Herbstzug auftreten können, von einer erhöhten Empfindlichkeit gegenüber WEA, die sich in entsprechend größeren Meidedistanzen äußert, auszugehen ist. Insbesondere betrifft dies den Kiebitz, den Großen Brachvogel, nordische Gänse sowie den Kranich.

4.7.2.4.3 Literaturoswertung zum Kollisionsrisiko

Das Risiko der Kollision von Vögeln mit den Rotoren von WEA wird in der Fachliteratur und in für Windenergieprojekte erstellten Gutachten im Vergleich zu anderen Störwirkungen meist nur in generalisierender Form thematisiert. Systematische Untersuchungen existieren nur vereinzelt. Ein Überblick zum vorhandenen Kenntnisstand ist den beiden folgenden Arbeiten zu entnehmen:

- REICHENBACH (2003) stellt die Ergebnisse einiger in den USA und in anderen Ländern Europas durchgeführter Studien zusammen, die allerdings fast alle in Küstennähe durchgeführt wurden. Die ermittelten Kollisionsraten sind fast durchweg gering, so dass der Verfasser das Kollisionsrisiko von Vögeln an WEA als im Allgemeinen gering einstuft.
- TRAXLER et al. (2004) werten ebenfalls die vorhandene Literatur aus und führten darüber hinaus eine systematische und sehr intensive Suche nach Vogelschlagopfern an ausgewählten WEA-Standorten in Niederösterreich durch. Im Ergebnis kommen die Autoren ebenfalls zu dem Schluss, dass das Vogelschlagrisiko an WEA als gering einzustufen ist.

Ergänzend wird in den beiden Arbeiten darauf hingewiesen, dass in besonders gelagerten Einzelfällen erhebliche Beeinträchtigungen durch Vogelschlag nicht ausgeschlossen werden können. Solche Einzelfälle können gegeben sein:

1. bei Errichtung von WEA in unmittelbarer Nachbarschaft von kleinen Brutpopulationen sehr seltener und naturschutzrelevanter Arten,
2. bei Errichtung von WEA im Bereich stark beflogener Zugkorridore (z.B. an Talengstellen, wichtigen Geländemarken o.ä.).

HÖTKER et al. (2004) weisen nach Auswertung einer größeren Zahl von Studien (im Wesentlichen die gleichen wie bei REICHENBACH 2003 und TRAXLER et al. 2004) außerdem darauf hin, dass WEA-Standorte in Feuchtgebieten und auf Bergkämmen überdurchschnittlich kollisionsträchtig sind. Im ersten Fall sind oftmals Möwen als Kollisionsopfer zu verzeichnen (zugrunde liegen Studien aus dem Küstenbereich), im letzteren Fall ist die Gefahr für Greifvögel besonders hoch einzustufen (nach Studien aus Spanien und den USA). Die Gefährdung besteht an den untersuchten Gebirgsstandorten nach HORCH & KELLER (2005) darin, dass sie als ausgeprägte Thermikgebiete von großen Scharen von Segelfliegern (insbesondere Greifvögel) genutzt werden, die dort stundenlang in der Nähe laufender Rotoren kreisen.

Informationen zur Kollisionshäufigkeit einheimischer Vogelarten mit WEA können außerdem der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg für Vogelverluste an Windenergieanlagen in Deutschland entnommen werden. Entsprechend einer Datenabfrage im Januar 2023 ist derzeit folgende Datenlage zu verzeichnen:

Tabelle 14 Vogelverluste an Windenergieanlagen in Deutschland seit 2002 – Auszug aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg (Stand: 17. Juni 2022)

Art	Schlagopfer/Bundesland															Σ	
	BB	BW	BY	HB	HE	HH	MV	NI	NW	RP	SH	SN	SL	ST	TH		?*
Aaskrähe	31				2		1	7	2		1			1	3	4	52
Alpensegler		2															2
Alpenstrandläufer																3	3
Amsel	11						2			1				2		2	18
Auerhuhn	1																1
Austernfischer							2				2						4
Bachstelze	3	1					1	1								5	11
Baumfalke	6		1				1		2			1		3	4		18
Baumpieper	5									1							6
Bekassine											1					1	2
Birkenzeisig		1															1
Blaumeise	2											1		1		3	7
Bless-/Saatgans	3													1			4
Blessgans	4							1									5
Blessralle	2						4	2			1					1	10
Bluthänfling	1															1	2

Art	Schlagopfer/Bundesland																Σ
	BB	BW	BY	HB	HE	HH	MV	NI	NW	RP	SH	SN	SL	ST	TH	??	
Brandgans				1										1			2
Braunkehlchen	3																3
Buchfink	7	2						2		2	1			2	1		17
Buntspecht	2											1		3	1		7
Dohle								3								3	6
Dorngrasmücke	1																1
Eichelhäher	7	2															9
Eiderente											1						1
Elster	2		1											1		1	5
Fasan	14			1				4	2	5	1			3		2	32
Feldlerche	58	1	4		1		6	2	1	6	2	2		19	9	10	121
Feldschwirl	1																1
Feldsperling	7	3	2					3			1	2		9	1		28
Fichtenkreuzschnabel					1												1
Fischadler	19		2	1			7	7	1	2	3	2		2	1		47
Fitis	3							2		2				1			8
Flussregenpfeifer	1																1
Flussseseschwalbe								1									1
Gänsegeier															1		1
Gartenrotschwanz														1			1
Goldammer	21	1					1	1		1		1		4	1	2	33
Goldhähnchen spec.	6	1	2					1		1				1			12
Goldregenpfeifer								1			12			2		10	25
Graumammer	35													3	1		39
Graugans	2						1	8			3					4	18
Graureiher	4	1		1				4	1		1			2		1	15
Greifvogel spec.	1								1						1		3
Großer Brachvogel								1	1							2	4
Gründelente spec.	1																1
Grünfink	3						1	1		1				3			9
Grünspecht	2													1	1		4
Habicht	5	1	1									1					8
Haubentaucher								1									1
Hausrotschwanz	1																1
Hausesperling	1													4			5
Haustaube	49	1				1	1	10			4	2		10	1	9	88
Heidelerche	10													2		1	13
Heringsmöwe								51	2		1					8	62
Höckerschwan	11						2	7	1		1			3			25
Hohltaube	9							6						1		1	17
Hybride Schell-x Schrei- adler	1																1
Kernbeißer	3	1			1	1		2									8
Kiebitz								3			3				1	12	19
Klappergrasmücke	1													1			2
Kleiber	2	1															3
Kohlmeise	8	1								1		1			1		12

Art	Schlagopfer/Bundesland																Σ
	BB	BW	BY	HB	HE	HH	MV	NI	NW	RP	SH	SN	SL	ST	TH	??*	
Kolkrabe	20								1		2			1		2	26
Kormoran			1	2			1				2						6
Kornweihe									1								1
Krähe spec.	1						5							5			11
Kranich	9				5		4	6	1	1	1					2	29
Krickente				1				3								2	6
Kuckuck	3																3
Lachmöwe	10			6	1		2	110	1		25			2		18	175
Löffelente											1						1
Mantelmöwe								1			1						2
Mauersegler	78	6	4			1	3	19	6	12	1	2		34	1	1	168
Mäusebussard	199	22	3		33	10	29	123	75	36	21	28	4	87	48	25	743
Mehlschwalbe	8	6					2	15	3	3	7	4		11	2		61
Merlin	1													1			2
Misteldrossel	5				1			2								2	10
Mönchsgrasmücke	3	2								1				2		1	9
Mornellregenpfeifer																1	1
Möwe spec.	1							15									16
Nachtigall	1																1
Neuntöter	21													6			27
Nilgans									1							1	2
Ohrenlerche											1						1
Orpheusspötter		1															1
Pfeifente																5	5
Pirol	3		1									1					5
Raubwürger	1													1			2
Rauch-/Mehlschwalbe	1																1
Rauchschwalbe	6	1						7	1	1	4	1		5	1	2	29
Raufußbussard	5		1				1							3			10
Rebhuhn	1						1		1					2		1	6
Reiherente								3									3
Ringdrossel							1										1
Ringeltaube	78	6	2	1	2		4	45	5	1	2			7		41	194
Rohrhammer	1										1					3	5
Rohrdommel								2									2
Rohrweihe	7						3	14	8	2	6	1		7			48
Rosapelikan										1							1
Rotdrossel	2										1					1	4
Rotfußfalke								1									1
Rotkehlchen	17	2					1	3		6		1		3	1	3	37
Rotmilan	134	41	4		68		43	52	78	42	11	32	8	122	55	5	695
Saatgans	5											2					7
Saatkrähe	1							3			1			1			6
Schilfrohrsänger												1					1
Schleiereule	6							8	1								15
Schnatterente	1							1								1	3

Art	Schlagopfer/Bundesland																Σ
	BB	BW	BY	HB	HE	HH	MV	NI	NW	RP	SH	SN	SL	ST	TH	??*	
Schreiadler	1						5							1			7
Schwan spec.	1						1	5									7
Schwanzmeise													1				1
Schwarzmilan	26	2	2		3		1			2		6	1	12	7		62
Schwarzstorch	1				1			1	1						1		5
Seeadler	89			1		2	71	12			48	3		14	1		241
Silbermöwe	2			1		1	3	68			38					12	125
Silberreiher													1				1
Singdrossel	10	6			1			7		1					1	1	27
Singschwan							1				2						3
Sommersgoldhähnchen	9	5	3					10	5	6		2		3		2	45
Sperber	14	5	2					7	2	1	3	1		1	2	3	41
Star	19	23			1			20			4	1		7	2	16	93
Steinadler							1										1
Steinschmätzer	1							2									3
Steppenmöwe	1													1			2
Sternaucher				1													1
Stieglitz								1						1		2	4
Stockente	19	3		2			1	131	1		11	1		5	1	39	214
Sturmmöwe	4			2				38			10					5	59
Sumpfohreule	2							1			1						4
Sumpfrohrsänger								1									1
Tannenmeise	2		1		1					1		2					7
Taube spec.								1						4			5
Teichralle								1			1						2
Teichrohrsänger								1		1		1				1	4
Trauerschnäpper	6	1						1		1				2			11
Trauerseeschwalbe											1						1
Trottellumme				1													1
Türkentaube	2										1						3
Turmfalke	27				5		2	27	19	8	3	3		37	11	6	148
Uferschwalbe							1	1			3					1	6
Uhu	1	1					1	1	5	6					6		21
Wacholderdrossel	5	5	1		3			1						1	1	1	18
Wachtel	1																1
Waldbaumläufer	2																2
Waldkauz	2							1	1	2							6
Waldlaubsänger		1								1							2
Waldohreule	5	1	1				1	1	2	1		2	1	1	1	1	18
Waldschnepfe	1	3	1		1	2				1			1				10
Wanderfalke	4	1			1	1	1	5	9	1	1			1	3		28
Wasserralle	1							1				1					3
Weißstorch	30	1	1	1			14	19	11	1	7	1		5	2		93
Weißwangengans											6					2	8
Wendehals							1										1
Wespenbussard	5	9	2				1	2	4	1		1		1	1		27

Art	Schlagopfer/Bundesland																Σ
	BB	BW	BY	HB	HE	HH	MV	NI	NW	RP	SH	SN	SL	ST	TH	?*	
Wiesenpieper											1						1
Wiesenschafstelze	6													1			7
Wiesenweihe							4				2						6
Wintergoldhähnchen	42	7	12	1		1	5	13	1	7	2	3		24	2	2	122
Zaunkönig	2							1						1			4
Zilpzalp		1						2		2				1			6
<i>Nonpasseriformes spec.</i>																	5
<i>Passeriformes spec.</i>																	25
Summe	1.348	199	55	24	132	20	233	964	258	173	272	115	16	515	178	297	4.799

Legende

?* Norddeutschland, detailliert keinem Bundesland zuzuordnen

Aus der Übersicht ist zu entnehmen, dass die Zahl registrierter Vogelschlagopfer bei deutschlandweiter Betrachtung gering ist. Allerdings darf nicht vernachlässigt werden, dass in der Kartei überwiegend Zufallsfunde verzeichnet sind und naturgemäß artspezifisch eine gewisse „Dunkelziffer“ zu berücksichtigen ist.

Hinsichtlich der Empfindlichkeit bestimmter Arten ist außerdem festzustellen, dass der **Mäusessard** und der **Rotmilan** einem deutlich höheren Kollisionsrisiko als beispielsweise Kleinvögel ausgesetzt sind. Diese Beobachtung ist insofern plausibel, als die beiden Arten ein schwerfälligeres Flugverhalten aufweisen als Kleinvögel und daher zu weniger schnellen Ausweichbewegungen in der Lage sind.

Zutreffend dürfte diese Einschätzung auch für andere Greifvögel (z. B. Schreiadler) sein, auch wenn sich dies in der Tabelle aufgrund der allgemein geringeren Häufigkeit der Arten nicht niederschlägt. Deutlich wird dies durch eine Gegenüberstellung der in **Tabelle 15** aufgelisteten Totfundzahlen mit den Populationsgrößen der einzelnen Arten in Deutschland. Dies erfolgt in Tabelle 15 für die 20 am häufigsten als Totfund festgestellten Arten (Bestandsgrößen nach GEDEON et al. 2014).

Tabelle 15 Vogelverluste an Windenergieanlagen in Deutschland – Auflistung der 20 am häufigsten nachgewiesenen Arten mit Angaben zum Gesamtbestand (Gedeon et al. 2014)

Art	Totfunde Deutschland gesamt	Bestandsgröße in Deutsch- land (Brutpaare)	Quotient Median Bestandsgröße/ Totfunde
Seeadler	241	628-643	3
Rotmilan	695	12.000-18.000	22
Weißstorch	93	4.200-4.600	47
Schwarzmilan	62	6.000-9.000	121
Mäusebussard	743	80.000-135.000	145
Rohrweihe	48	7.500-10.000	182
Silbermöwe	125	29.000-36.000	260
Sturmmöwe	59	22.000-24.000	390
Turmfalke	148	44.000-74.000	399
Heringsmöwe	62	34.000-44.000	629
Lachmöwe	175	105.000-150.000	729
Stockente	214	190.000-345.000	1.250
Mauersegler	168	215.000-395.000	1.815
Haustaube	88	190.000-310.000	2.841
Wintergoldhähnchen	122	1.100.000-1.650.000	11.270
Mehlschwalbe	61	480.000-900.000	11.311
Aaskrähne	52	580.000-790.000	13.173
Feldlerche	121	1.300.000-2.000.000	13.636
Ringeltaube	194	2.600.000-3.100.000	14.691
Star	93	2.950.000-4.050.000	37.634

Die Übersicht verdeutlicht, dass bezogen auf ihren Gesamtbestand die Arten Seeadler, Rotmilan, Weißstorch, Schwarzmilan und Mäusebussard als deutlich kollisionsgefährdeter gelten können als andere, in absoluten Zahlen ebenfalls häufig als Totfund registrierte Arten. Auffallend ist dabei u.a. der Vergleich zwischen dem Rotmilan und dem Mäusebussard: beide Arten sind bisher etwa gleich häufig als Totfund zu verzeichnen, obwohl der Mäusebussard in Deutschland einen etwa siebenmal größeren Bestand besitzt. Die Gründe hierfür ergeben sich wahrscheinlich in erster Linie aus dem unterschiedlichen Flugverhalten der beiden Arten: Während der Rotmilan seine Beute oft in niedrigem Suchflug im Höhenbereich der Rotoren ausfindig macht, ist der Mäusebussard häufiger als Segelflieger in größeren Höhen anzutreffen (vgl. BAUER et al. 2005).

4.7.2.4.4 Prognose der Beeinträchtigung von Brutvögeln durch die Störwirkung der Rotoren

Auswirkungen auf Greifvögel

Hinweise auf eine empfindliche Reaktion von Greifvögeln gegenüber den Wirkungen von WEA liegen nach REICHENBACH (2003) vereinzelt für den Mäusebussard und den Rotmilan vor (Empfindlichkeitseinstufung „gering bis mittel?“), wobei jedoch in der Mehrzahl der ausgewerteten Untersuchungen nur eine geringe Störempfindlichkeit festgestellt wurde. In einzelnen Fällen wurde allerdings die Aufgabe von Horststandorten und Meidung von Nahrungshabitaten in der Umgebung von WEA beobachtet. Im Analogieschluss sind vergleichbare Reaktionsweisen auch für andere Greifvogelarten, z. B. den Schwarzmilan, nicht auszuschließen, ohne dass deren Störempfindlichkeit gegenüber WEA bisher umfassend untersucht wurde. Zugleich ist zu berücksichtigen, dass die Aufgabe von Horststandorten bei Greifvögeln nach REICHENBACH (2003) bisher nur im Nahbereich von WEA nachgewiesen wurde (Entfernung ca. 100-200 m).

In der **Tabelle 6** auf **Seite 31** werden die in der Brutsaison 2021 nachgewiesenen abstandsrelevanten Greifvogelbruten aufgelistet, bei denen eine Unterschreitung der Prüfbereiche um die geplante WEA festgestellt wurde.

Anhand der Auflistung in der oben genannten Tabelle ist festzustellen, dass der zentrale Prüfbereich nur beim Rotmilan unterschritten wird. Die Brutplätze des Schreiadlers und des Weißstorchs befinden sich dagegen im erweiterten Prüfbereich gemäß Anlage 1 Abschnitt 1 BNatSchG.

Um Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf die Nutzbarkeit der Nahrungshabitate der betroffenen Greifvögel genauer einschätzen zu können, wurde 2021 eine Raumnutzungsanalyse (RNA) durchgeführt (LIEDER 2022B). Mit Hilfe der RNA wurde der brutzeitlich genutzte Aktionsraum und die Nutzung der darin befindlichen Flächen geprüft, um die potenzielle Gefährdung der betreffenden Arten durch die geplante WEA abschätzen zu können. Auch das Weißstorchpaar in Klosterfelde war Bestandteil der Betrachtung, da nicht ausgeschlossen werden konnte, dass der geplante WEA-Standort im Bereich regelmäßig genutzter Flugrouten und Nahrungsflächen liegen.

Im Ergebnis der RNA wurde offensichtlich, dass die Flächen innerhalb des Windparks Klosterfelde keine Hauptnahrungsgebiete für die im Umfeld brütenden Greifvögel darstellen. Angesichts der maximal durchschnittlichen Bedeutung des Windparks für die Nahrungssuche und die hohe Vorbelastung werden die vom geplanten Vorhaben ausgehenden Beeinträchtigungen als gering bewertet. Trotzdem lassen sich diese nie ganz ausschließen, da sich mit den jährlich wechselnden Feldfrüchten auch das Nahrungsangebot ändern kann. Deshalb werden von **umweltplan** Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen geplant, die das Störungspotenzial der WEA reduzieren (siehe **Kap. 4.7.2.4.6** und **5.1**).

Erhebliche Beeinträchtigungen für die im Umfeld des Windparks brütenden Arten lassen sich von dem geplanten Vorhaben im Zusammenhang mit den Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen nicht ableiten.

Unter Berücksichtigung der geplanten Vermeidungsmaßnahmen und dem gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA wird sich der Zustand der lokalen Population der Greife gemäß § 45b Abs. 8 Nr. 4 BNatSchG nicht verschlechtern.

Auswirkungen auf Kleinvögel

Eine erhebliche Beeinträchtigung der Brut- und Nahrungshabitate von Kleinvögeln der durch Gehölze gegliederten Agrarlandschaft ist unter Berücksichtigung der vorstehend beschriebenen Untersuchungen für die meisten Arten nicht zu erwarten, da bisher keine nennenswerten Auswirkungen durch die Rotoren auf Kleinvögel beschrieben wurde.

4.7.2.4.5 Prognose der Beeinträchtigung von Zug- und Rastvögeln durch die Störwirkung der Rotoren

Nach dem heutigen Kenntnisstand besitzt das Vorhabensgebiet nur eine geringe (allgemeine) Bedeutung als Rastplatz von wandernden Vogelarten. Als störempfindlich einzustufende Arten (-gruppen) wie Kiebitze, Gänse oder der Kranich nutzen das Gebiet wahrscheinlich nur unregelmäßig, da es keine besondere Attraktivität, etwa durch ein ständig besonders reichhaltiges Nahrungsangebot oder eine überdurchschnittliche Störungsarmut besitzt.

Anders als an traditionellen Vogelrastplätzen dürften sich die Störwirkungen allerdings in der Regel auf ein Meideverhalten von Einzeltieren oder kleineren Tiergruppen beschränken. Dies wird aufgrund der in der Regel nur kurzzeitigen Anwesenheit der Tiere im Gebiet nicht als erhebliche Beeinträchtigung gewertet.

Trotzdem kann bei kaum einem der in Brandenburg auftretenden Durchzügler und Wintergäste ausgeschlossen werden, dass gelegentlich auch das Vorhabensgebiet – je nach Nahrungsangebot – frequentiert wird. Insofern ist ein Nahrungsflächenentzug außerhalb der Brutzeit für die als empfindlich einzustufenden Arten niemals gänzlich vermeidbar. Im Hinblick auf den gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA wird sich dieser weiter verringern. Erhebliche Beeinträchtigungen für die Zug- und Rastvögel lassen sich daraus nicht ableiten.

4.7.2.4.6 Prognose der Beeinträchtigung der Avifauna durch die Kollision von Tieren mit den WEA

Nach den bis heute gesammelten Erkenntnissen kann eine Kollision von Einzeltieren mit WEA für kaum eine Vogelart gänzlich ausgeschlossen werden. Dabei wird das Kollisionsrisiko von Kleinvögeln allerdings durchweg als gering eingestuft, während einige Greifvögel offensichtlich aufgrund ihres nicht sehr ausgeprägten Meideverhaltens und des weniger wendigen Fluges stärker gefährdet sind. Letzteres betrifft in erster Linie die im Gebiet beobachteten Arten Mäusebussard und Rotmilan.

Bei der 2021 durchgeführten Raumnutzungsanalyse der innerhalb des zentralen wie auch des erweiterten Prüfbereiches (Anlage 1 BNatSchG) brütenden Arten Rotmilan, Weißstorch und Schreiadler wurde festgestellt, dass sich im Windpark Klosterfelde und seinem Umfeld keine Hauptnahrungsgebiete befinden. Das unmittelbare Vorhabensgebiet befindet sich auf einer für nahrungssuchende Greif- und Großvögel vergleichsweise unattraktiven Fläche. Damit kommt es mit Errichtung der geplanten WEA sowie dem geplanten Rückbau von 4 WEA zu keiner signifikanten Erhöhung des latent an jedem Ort in der Wald- und Agrarlandschaft des Westbarnims bestehenden Kollisionsrisikos.

Diese Aussage wird auch unter der Berücksichtigung des Totfundes eines Schreiadlers am 08.07.2022 im Windpark Klosterfelde aufrechterhalten.

Sie erfolgt aus den Ergebnissen der bisherigen Raumnutzungsanalysen heraus sowie vor allem aus Gründen der Anbaustruktur von Feldfrüchten im Windpark und seinem nahen Umfeld zum Zeitpunkt des Totfundes.

Wie oben beschrieben, stellen die als Grünland genutzten Flächen, die sich vor allem nördlich des Windparks erstrecken, bisher keine nennenswerten Nahrungshabitate des Schreiadlers dar. Im Jahr 2022 wurde aber am westlichen Rand des Windparks Luzerne angebaut!

Die Luzerne bzw. der Luzerneanbau wird seit Jahren erfolgreich zur Vermeidung von Beeinträchtigungen von Greif- und Großvögeln durch Windparks in zahlreichen Bundesländern als sogenannte Ablenkfutterflächen verwendet. Im vorliegenden Fall wurde mit dem Luzerneanbau am Rand des Windparks Klosterfelde eine Gefährdungslage geschaffen, die aufgrund der Lockwirkung zu erheblichen Beeinträchtigungen der Greifvogelfauna der gesamten Umgebung geführt hat. Dass damit das Kollisionsrisiko in diesem bisher konfliktarmen Windpark erheblich angehoben wurde, hat der Totfund des ansonsten das Gebiet kaum streifende Schreiadlers deutlich gezeigt.

Um eine Schaffung solcher Gefährdungslage in Zukunft zu verhindern, ist unbedingt mit allen beteiligten Landwirten und Windenergiebetreibern die Thematik der landwirtschaftlichen Anbaustruktur und Fruchtfolge innerhalb sowie außerhalb des Windparks zu erörtern.

Der Luzerneanbau im Windpark Klosterfelde war bis dahin ein einmaliges Ereignis, der nicht zur Prognose eines besonders hohen Konfliktpotenzials herangezogen werden kann. Aus diesem Grund besitzen die bisherigen Ergebnisse der Raumnutzungsanalysen weiterhin Ihre Gültigkeit, woraus bau-, anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen auf den Schreiadler nicht abgeleitet werden können.

Trotzdem plant der Vorhabensträger eine Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahme in Form einer Abschaltung der WEA in Zeiten landwirtschaftlicher Aktivitäten wie Ernte und Bodenbearbeitung, die durch ein überdurchschnittliches Kollisionsrisiko ausgezeichnet sind, da dann die bevorzugte Nahrung der Greife (Kleinsäuger) besonders gut zugänglich ist (vgl. **Kap. 5.1**):

- Vorübergehende Abschaltung im Falle der Grünlandmäh und Ernte von Feldfrüchten sowie des Pflügens zwischen 1. April und 31. August auf Flächen im nahen Umfeld der geplanten WEA.

Damit wird die Erhöhung des Kollisionsrisikos für die innerhalb der Prüfbereiche (siehe oben) brütenden Greife, aber auch alle anderen im Gebiet auftretenden Greif- und Großvögel auf ein nicht signifikantes Niveau im Vergleich zu einer Situation ohne WEA gesenkt.

Bei Realisierung dieser Vermeidungsmaßnahme ist davon auszugehen, dass das vorhaben-spezifische Kollisionsrisiko für alle im UG vorkommenden Greif- und Großvögel soweit gesenkt wird, dass es die Gefährdungslage der Tiere aufgrund des allgemeinen Naturgeschehens nicht mehr signifikant übersteigt.

Nach der neuen Novelle des BNatSchG vom 20. Juli 2022 gilt für den Rotmilan ein zentraler Prüfbereich für Brutplätze, die zwischen 500 m (Nahbereich) und 1.200 m von der geplanten WEA entfernt liegen.

Bei Unterschreitung des zentralen Prüfradius (1.200 m) besteht der Verdacht auf ein evtl. signifikant erhöhtes Tötungsrisiko. Dies kann gemäß der neuen gesetzlichen Regelung unter die Signifikanzschwelle gesenkt werden, wenn eine fachlich anerkannte Vermeidungsmaßnahme geplant wird. Darunter fällt die geplante Maßnahme der Abschaltung der WEA, wie bereits oben beschrieben. Unter Berücksichtigung dieser Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahme, die eine ausreichende und gesicherte Wirksamkeit bei der Senkung des Kollisionsrisikos aufweist, können **erhebliche Beeinträchtigungen** auf die im Untersuchungsgebiet erfassten Greifvögel **ausgeschlossen werden**.

Unter Berücksichtigung der geplanten Vermeidungsmaßnahmen und dem gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA wird sich der Zustand der lokalen Population der Greife gemäß § 45b Abs. 8 Nr. 4 BNatSchG nicht verschlechtern.

4.7.3 Auswirkungen auf die Fledermausfauna

4.7.3.1 Empfindlichkeit von Fledermäusen gegenüber den anlage- und betriebsbedingten Wirkungen von WEA

Eine Zusammenfassung des heutigen Kenntnisstandes zur Empfindlichkeit von Fledermäusen gegenüber den Wirkungen von WEA ist beispielsweise BACH (2001), DIETZ & BACH (2003) sowie BRINKMANN ET AL. (2011) zu entnehmen. Folgende Erkenntnisse sind an dieser Stelle relevant:

- Die Wirkung von WEA auf Fledermäuse kann eine Kollision der Tiere mit den sich drehenden Rotorblättern und – nicht mit einer Kollision endende – Auswirkungen auf das Jagdverhalten im Nahbereich der Anlagen umfassen. Letztere können sich in einer Meidung bisher genutzter Jagdgebiete oder in Veränderungen des Jagdverhaltens äußern.

- Todesfälle durch Kollision sind vorrangig aus den Spätsommer- und Frühherbstmonaten bekannt und betreffen vor allem im freien Luftraum jagende bzw. wandernde Arten. Dies sind der Große und Kleine Abendsegler (*Nyctalus noctula*, *N. leisleri*), die Rauhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*), Zweifarbfloderm Maus (*Vespertilio murinus*) und Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*) (vgl. auch ENDL 2004). Häufiger betroffen ist außerdem die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), eine über weniger weite Strecken wandernde, aber ebenfalls z.T. im freien Luftraum jagende Art. Dies zeigt sich auch anhand des in **Tabelle 16** wiedergegebenen Auszugs aus der von der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg geführten zentralen Fundortkartei für Fledermaus-Schlagopfer.
- Bodennah oder strukturgebunden fliegende Arten wie das Große Mausohr (*Myotis myotis*) und die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) werden als weniger gefährdet eingeschätzt, können aber im Einzelfall ebenfalls Opfer einer Kollision mit WEA werden.
- Unter den äußeren Einflussfaktoren, welche das Kollisionsrisiko steigern oder verringern können, sind vor allem die Windgeschwindigkeit und die Lufttemperatur von Bedeutung. Im Rahmen des im Jahr 2011 abgeschlossenen Forschungsprojektes „Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen“ der Universität Hannover (BRINKMANN ET AL. 2011) wurde die bereits vorher bekannte Tatsache, dass die Aktivität und damit auch das Kollisionsrisiko von Fledermäusen mit steigender Windgeschwindigkeit und sinkender Lufttemperatur abnimmt, auf eine belastbare wissenschaftliche Grundlage gestellt. Es kann nunmehr aufgrund der im Rahmen des Forschungsprojektes untersuchten großen Anzahl von Windparks als gesichert gelten, dass diese Zusammenhänge verallgemeinerbar sind und nicht nur auf Zufallsbeobachtungen basieren.
- Die Schwellenwerte, bei deren Über- bzw. Unterschreitung nur noch von einer geringen Fledermausaktivität und einem entsprechend geringen Kollisionsrisiko auszugehen ist, liegen nach BRINKMANN ET AL. (2011) je nach Untersuchungsgebiet bei einer Windgeschwindigkeit von etwa 4-8 m/s bzw. ab einer Lufttemperatur von 10-15°C.
- Ein Einfluss der Nähe von WEA zu Wald- und Gehölzrändern auf das Kollisionsrisiko lässt sich für bestimmte Arten (z. B. Großer Abendsegler) nach Einschätzung einiger Fachgutachter nicht ausschließen (z. B. ENDL 2004). Einen nur schwach signifikanten Zusammenhang konnten dagegen BRINKMANN et al. (2011) nach den Ergebnissen eines groß angelegten Forschungsvorhabens nachweisen.
- Eine Scheuchwirkung von WEA auf jagende Fledermäuse wurde bisher erst in Einzelfällen beobachtet. Demnach bestehen Anhaltspunkte für eine Meidung des Nahbereichs von WEA durch Breitflügelfledermäuse (*Eptesicus serotinus*) (BACH 2001; BACH & RAHMEL 2004). Nach Angaben von BRINKMANN et al. (2011) wurden diese Erkenntnisse allerdings an alten Anlagentypen gesammelt, die aktuell nicht mehr

errichtet werden. An neueren Anlagentypen konnte bisher keine Scheuchwirkung festgestellt werden.

Tabelle 16 Fledermausverluste an Windenergieanlagen in Deutschland seit 2002 – Auszug aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg (Stand: 17. Juni 2022).

Art	Bundesland / Anzahl Schlagopfer														Σ
	BB	BW	BY	HB	HE	HH	MV	NI	NW	RP	SH	SN	ST	TH	
Alpenfledermaus														1	
Bartfledermaus spec.			1											1	
Braunes Langohr	3						1	1						1	1
Breitflügel-Fledermaus	22	2	2				1	18	2		1	11		9	3
Fledermaus spec.	15	7	6				2	11	1	2		5		20	11
Fransenfledermaus								1						1	
Graues Langohr	5											1		2	
Große Bartfledermaus	1													1	
Großer Abendsegler	673	8	4	3			42	138	9	3	5	165		178	32
Großes Mausohr												1		1	
Kleine Bartfledermaus		2											1		
Kleiner Abendsegler	29	18	3		1		1	22	6	16		13		68	19
Mopsfledermaus								1							
Mückenfledermaus	79	6					7	4				6		47	4
Nordfledermaus			2				1					3			
Pipistrellus spec.	27	5	1				21	16	5	1	1	7		22	
Rauhautfledermaus	393	21	23		2	2	40	174	5	15	12	112		269	59
Teichfledermaus								2			1				
Wasserfledermaus	2						1				1	2		2	
Zweifarb-Fledermaus	57	6	6		1		1	13		3		27		27	11
Zwergfledermaus	180	173	9	1	8		26	102	47	40	9	68		87	30
	1486	248	57	4	12	2	144	503	75	80	30	421	1	737	170

Die Gefährdung ist allerdings jahreszeitlich bedingt unterschiedlich. Mehr als 90 % aller Toffunde fallen in die Spätsommer- und Frühherbstmonate.

4.7.3.2 Prognose der Auswirkungen auf die Fledermausfauna

Durch eine Vielzahl von Untersuchungen ist mittlerweile gut belegt, dass Fledermäuse mit Windenergieanlagen kollidieren und dadurch zu Tode kommen können. Die aktuellen Untersuchungen der Fledermausfauna von HOFFMEISTER (2021) belegen Vorkommen kollisionsgefährdeter Fledermausarten im Vorhabensgebiet während den Zugzeiten und der Wochenstubenzeit. Quartiere in den umgebenden Waldflächen innerhalb des 2.000 m Radius um die geplante WEA konnten nachgewiesen werden (Braunes Langohr, Fransenfledermaus, Mopsfledermaus, siehe **Kap. 3.7.3**).

In Auswertung der Untersuchungsergebnisse der nachgewiesenen Fledermäuse wird das vorhabensbedingte Konfliktpotenzial für die schlaggefährdeten Arten folgendermaßen bewertet:

- hohes bis sehr hohes Konfliktpotenzial - Großer Abendsegler, Zwergfledermaus,
- mittleres bis hohes Konfliktpotenzial - Flughörnchen, Kleiner Abendsegler, Zweifarb- und Mückenfledermaus
- geringes bis mittleres Konfliktpotenzial - Breitflügelfledermaus.

Um das Kollisionsrisiko unter die Signifikanzschwelle zu senken und damit eine Auslösung des Tötungsverbot zu umgehen, ist die Realisierung einer Vermeidungsmaßnahme erforderlich (siehe **Kap. 5.1**). Hierbei werden vorsorglich fledermausfreundliche Betriebszeiten gemäß TAK vorgesehen.

Die genannten Betriebszeiten können zusammen mit einem mindestens zweijährigen Gondelmonitoring an dafür auszuwählenden WEA in Abstimmung mit dem LfU eingerichtet werden. Mit einer nachträglichen Anpassung der Betriebszeiten, auf Basis des Gondelmonitoring-Berichts, kann einem standortoptimierten Abschaltalgorithmus Rechnung getragen werden.

Dadurch kann eine signifikante Erhöhung des Tötungsrisikos für Fledermäuse durch die Errichtung und den Betrieb der geplanten WEA ausgeschlossen werden.

Unter Berücksichtigung der geplanten Vermeidungsmaßnahmen und dem gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA wird sich der Zustand der lokalen Population der Fledermäuse gemäß § 45b Abs. 8 Nr. 4 BNatSchG nicht verschlechtern.

4.8 Schutzgut Landschaftsbild

4.8.1 Vorbemerkungen

Die Wertung von Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes und der Erholungseignung einer Landschaft durch WEA ist in nicht unerheblichem Maß von der subjektiven Auffassung des jeweiligen Betrachters abhängig. Unstrittig und unabhängig von persönlichen Wertungen ist, dass WEA grundsätzlich eine Veränderung des Orts- und Landschaftsbildes bewirken, da die heute errichteten WEA-Typen als hochaufragende, bewegte Technikbauwerke gewohnte historische Dimensionen sprengen. Das bisher von Baumkronen und Firstlinien gegen den Himmel begrenzte Ortsbild erfährt eine technische Überprägung (PIEGSA & WERNIG 2000).

SCHWAHN (2000) differenziert folgende landschaftsästhetische Wirkungen der Errichtung und des Betriebes von WEA:

- Verfremdung der Eigenart von Landschaftsräumen durch Einbringen von Form- und Farbgebungen der technischen Zivilisation,
- Sprengen des durch natürliche Elemente (Bäume, Hecken, Wälder) geprägten vertikalen Maßstabes um ein Vielfaches,
- Veränderung gewohnter Horizontbilder und Silhouetten,

- Beeinträchtigungen des Landschaftserlebens durch unnatürliche, rhythmische Windgeräusche oder Geräusche von Nebenanlagen, durch Schattenwurf, Lichtblitze (Befeuerung) und Reflexe (Discoeffekt).

Nach **NOHL (1993)** bewirken mastenartige Eingriffsobjekte wie WEA durch:

- ihre meist exponierten Standorte,
- die visuelle Zerschneidung landschaftlicher Zusammenhänge,
- den technischen Charakter der Maste und
- die ortsuntypische Größendimension der Maste

oftmals nachhaltige oder erhebliche ästhetische Beeinträchtigungen der Landschaft in Form von Eigenartsschäden, Vielfaltsstörungen, Maßstabsverlusten, Naturverdrängung, Strukturbrüchen und anderen Qualitätsverlusten. Die sich ergebenden Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes sind nach NOHL demnach in erster Linie anlagebedingter und in zweiter Linie betriebsbedingter Natur, wobei beide Beeinträchtigungsarten miteinander verschmelzen.

Die **baubedingten Beeinträchtigungen** halten sich in Bezug auf das Landschaftsbild, lt. NOHL, sowohl örtlich als auch zeitlich im Allgemeinen in vertretbaren Grenzen und spielen allenfalls für das nähere Umfeld des Vorhabensgebietes eine Rolle.

Dies trifft auch auf die geplante WEA zu. Während der auf einen Zeitraum von ca. 4 Monate begrenzten Bauphase ergeben sich im Zusammenhang mit dem gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA durch Anlieferverkehr, Baumaschineneinsatz, die damit verbundenen Lärm- und Abgasemissionen sowie Erdstoff- und Materialaufhaldungen visuelle und akustische Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes und der Erholungseignung der Landschaft für das unmittelbare Umfeld des Baugebietes. Vor allem aufgrund der begrenzten Dauer der Wirksamkeit, des WEA-Rückbaus sowie der geringen Bedeutung des unmittelbaren Baugebietes für das Landschaftsbild und die Erholungseignung werden diese Beeinträchtigungen die Erheblichkeitsschwelle nicht überschreiten.

Eine weitere Betrachtung der baubedingten Beeinträchtigungen des Schutzgutes Landschaftsbild durch das geplante Vorhaben ist nicht erforderlich. Entsprechend können die weiteren Betrachtungen auf die nicht zu trennenden anlage- und betriebsbedingten Wirkungen der geplanten WEA auf Landschaftsbild und Erholungseignung konzentriert werden.

Nach BREUER (2001) beeinträchtigen WEA innerhalb des Wirkraumes alle Landschaftsbildeinheiten mit allen Wertstufen erheblich. Die Bewertung der Bedeutung bzw. Empfindlichkeit der betroffenen Landschaft erfolgte im Rahmen der Bestandsbewertungen (vgl. **Kap. 3.8**). Ausnahmen bestehen nur bei Bereichen mit sehr geringer Bedeutung für das Landschaftsbild wie Industrie- und Gewerbegebiete, oder andere mit technischen Großanlagen (Hochspannungs-Freileitungen, Bahntrassen) großflächig und dicht bebaute Flächen. Hier sind die von WEA ausgehenden Beeinträchtigungen nicht als erheblich anzusehen.

Innerhalb des Wirkraums der geplanten WEA befinden sich mit den beiden Windparks Klosterfelde und Zehlendorf bereits 13 WEA. Aufgrund der für diese Windparks bereits abgeschlossenen Genehmigungsverfahren mit entsprechender Realisierung an Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen werden die vorhandenen WEA nicht als Vorbelastung gewertet sondern der von diesen Anlagen ausgehende Wirkraum (15-fache Anlagenhöhe) vollständig ausgespart. Für die aktuelle Auswirkungsprognose bleiben innerhalb des Wirkraumes Flächen übrig, die bisher nicht durch WEA beeinflusst wurden. Auf diesen (Netto)Wirkraum mit einer Fläche von insgesamt ca. 95 ha wird die Auswirkungsprognose bezogen.

4.8.2 Sichtbarkeitsbetrachtung

Die Sichtbarkeitsbetrachtung für die geplanten WEA besteht aus zwei Teilen:

- Im ersten Teil erfolgt die Abschätzung des tatsächlichen Einwirkungsbereiches der geplanten WEA innerhalb des Wirkraumes. Dies ist erforderlich, um Aussagen zu können, von welchen Flächen bzw. Flächenanteilen des UG die WEA sichtbar oder nicht sichtbar sein wird.
- Im zweiten Teil erfolgt die Betrachtung der Sichtbeziehungen zu der geplanten WEA und den rückzubauenden 4 WEA. Dies erfolgt mit Hilfe einer in Vorbereitung der Erstellung des UVP-Berichts erstellten Fotovisualisierung (UMWELTPLAN 2023).

Ermittlung des Einwirkungsbereiches der geplanten WEA im Wirkraum

Der Einwirkungsbereich der geplanten WEA innerhalb des Wirkraumes ergibt sich aus der Gesamtfläche des Wirkraumes abzüglich der von sichtverstellenden Landschaftselementen eingenommenen Flächen. Als vollständig sichtverstellende/sichtverschattete Elemente werden die Wald- und Waldsiedlungsgebiete betrachtet. Die vorhandenen wegbegleitenden Baumreihen sowie die Reliefverhältnisse führen überwiegend nur zu teilweisen Sichtverschattungen. Der Wirkraum mit allen relevanten Strukturen ist im **Plan 5** dargestellt. Im Ergebnis ist festzustellen, dass etwa 85,4 ha, das sind etwa 90 % der Gesamtfläche des Wirkraums, durch Bereiche mit mittlerer Bedeutung für das Landschaftsbild sowie durch sichtverstellende Strukturen eingenommen werden bzw. sichtverschattet sind. **Etwa 10 % der Fläche des UG sind somit in Bezug zu der geplanten WEA mehr oder weniger sichtbar.**

Auswertung der Fotovisualisierung

Als Grundlage für die Erstellung der Konfliktdanalyse zum Schutzgut Landschaftsbild wurde eine Fotovisualisierung des Windparks Klosterfelde angefertigt. Im Folgenden wird die erstellte Fotovisualisierung beschrieben und bewertet:



Abbildung 2 Windpark Klosterfelde aus der Vogelperspektive mit derzeitigem Bestand
(im Vordergrund die rückzubauenden 4 WEA)



Abbildung 3 Windpark Klosterfelde aus der Vogelperspektive im Planzustand (im Vordergrund die geplante WEA, 4 WEA wurden rückgebaut)

Dieser Sichtpunkt zeigt den zentralen bis westlichen Teil des Windparks Klosterfelde mit Blick in westlich-nordwestliche Richtung aus der Vogelperspektive. Die Veränderung der geplanten Repowering-Maßnahme einschließlich Rückbau von 4 WEA wird daran besonders deutlich.

Die Visualisierung zeigt, dass das geplante Vorhaben zu einer wesentlichen Reduzierung der Windparkausdehnung wie auch zu einer wesentlichen Reduzierung der WEA-Dichte innerhalb des Windparks Klosterfelde führt. Die damit verbundenen **Auswirkungen auf das Landschaftsbild** werden diesbezüglich als **unerheblich** gewertet.

4.9 Wechselwirkungen

Da die laut UVPG abzuprüfenden Schutzgüter im Ökosystem in einem Wirkzusammenhang zueinander stehen, ist ihre isolierte Betrachtung nicht ausreichend. Zu betrachten sind hierzu die Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern sowie Verlagerungseffekte. Im folgenden Schema sind die Schutzgüter und mögliche Wirkpfade skizziert:

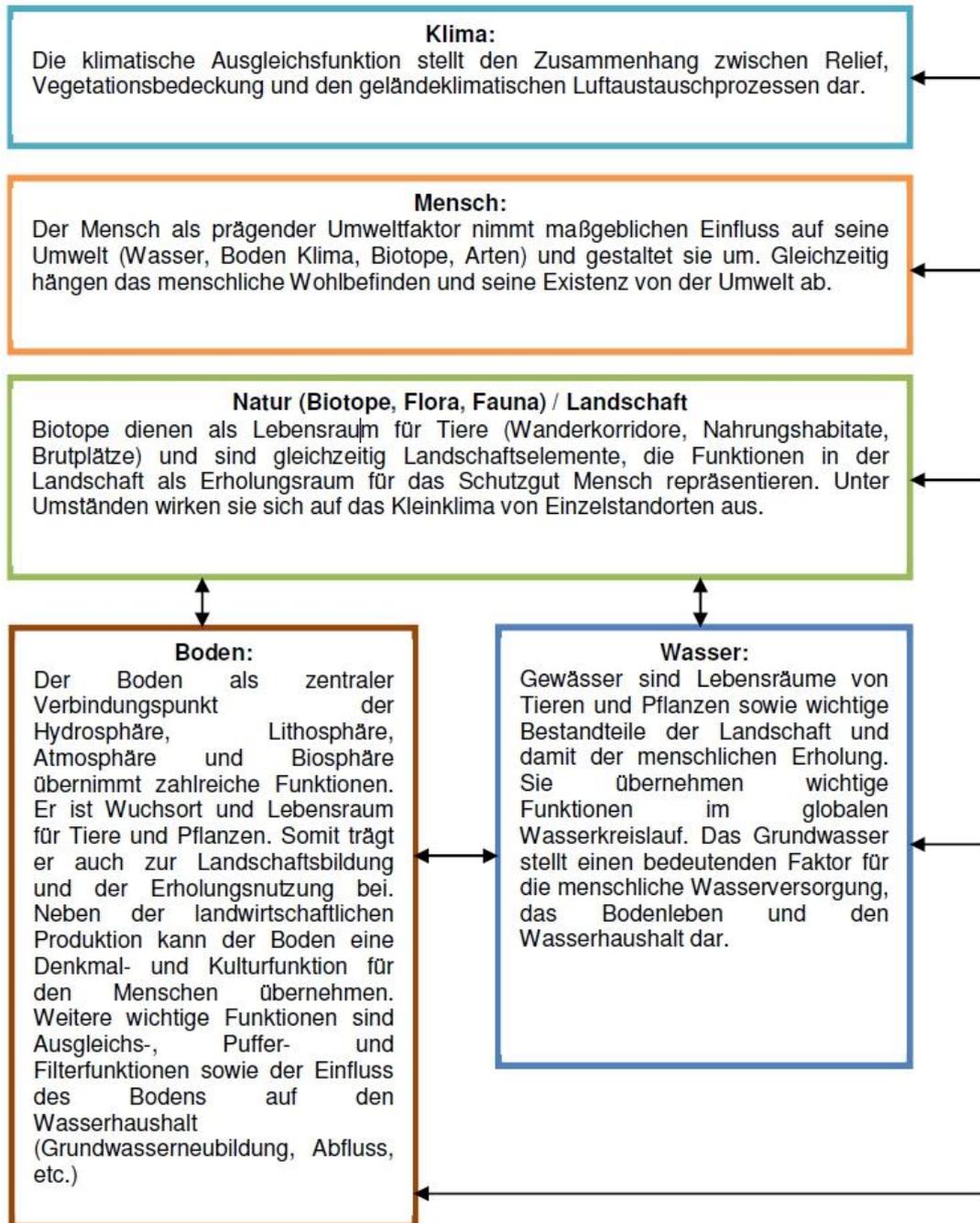


Abbildung 4 Schema der Wirkpfade zwischen den einzelnen Schutzgütern des UVPG (ENVECO 2014)

Die einzelnen Schutzgüter der UVP beschreiben Teilaspekte des Ökosystems und des Wirkungsgefüges Mensch – Umwelt. Die Einzelbetrachtung dient dazu, das komplexe Naturgeschehen beschreibbar und überprüfbar darzustellen. Als Teilaspekte eines Systems stehen sie aber in Wechselbeziehung zueinander.

An dieser Stelle ist zu prüfen, ob es vorhabensbedingte Auswirkungen auf diese Wechselbeziehungen gibt, die über die schon beschriebenen Auswirkungen für die einzelnen Schutzgüter hinaus zu entscheidungsrelevanten Erkenntnissen für das Verfahren führen.

Schutzgut Klima

Das Klima beeinflusst alle anderen abiotischen und biotischen Schutzgüter der Landschaft. Da das Vorhaben keine erheblichen Auswirkungen auf das Klima hat, werden auch die Wechselbeziehungen zwischen dem Klima und anderen Schutzgütern nicht beeinflusst.

Schutzgüter Fläche und Boden

Die Inanspruchnahme von Fläche durch Versiegelung von Boden steht in Wechselbeziehung zu den Schutzgütern Pflanzen, Tiere und biologische Vielfalt. Die überbaute Fläche steht als Vegetationsfläche nicht mehr zur Verfügung oder die Vegetationszusammensetzung der Fläche verändert sich. Damit verändert sich auch ihre Eignung als Lebensraum für Tiere. Die Auswirkungen sind ausführlich in den **Kap. 4.3** und **4.4** beschrieben. Für die Wechselbeziehungen zwischen den Schutzgütern ergeben sich keine zusätzlichen entscheidungsrelevanten Veränderungen.

Schutzgüter Pflanzen und Tiere

Die biotischen Schutzgüter stehen in Wechselbeziehung untereinander und in Wechselbeziehung zum Schutzgut Mensch (Nutzungsansprüche). Die Ausprägung der Pflanzengesellschaften des Untersuchungsgebietes definieren die Habitateignung für Vögel, Fledermäuse und bodengebundene Tiere. Die Beseitigung von Vegetation und Vegetationsflächen verschlechtert die Habitatausstattung für die Fauna insofern, als dass sie nicht mehr als Lebensraumfläche zur Verfügung stehen. Im Untersuchungsgebiet werden aber überwiegend intensiv genutzte Ackerflächen überbaut, die Effekte hinsichtlich Habitatverschlechterung sind daher sehr gering. Da sich zudem beidseits der Wegflächen und um die Anlagenstandorte ungenutzte Randstreifen entwickeln werden, kommt es im Gegenzug hier zu einer Verbesserung der Habitatausstattung für einige Vogelarten und Kleinsäuger in den strukturarmen Agrarflächen. Der geplante Rückbau von 4 WEA ermöglicht die Wiederherstellung von ca. 6.980 m² Lebensraum, wenn auch nur von geringer Bedeutung (Ackernutzung).

Die Auswirkungen der Planung sind ausführlich in **Kap. 4.7** beschrieben. Pflanzen und Tiere sind wesentlicher Teil des Naturerlebens und stehen so in direktem Zusammenhang mit dem Schutzgut Landschaftsbild. Die mit dem geplanten WEA-Rückbau erfolgende Reduzierung von technisch überprägten Flächen reduziert auch die Wirkung für das Landschaftsbild. Aus den Wechselbeziehungen zwischen den Schutzgütern ergeben sich daher keine zusätzlichen entscheidungsrelevanten Aspekte.

Schutzgut Landschaftsbild

Die visuelle Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch die Errichtung weithin sichtbarer technischer Bauwerke und die Beunruhigung der Landschaft durch die Rotation ist in erster Linie für die Bewohner der umliegenden Ortschaften sowie Erholungssuchende in der angrenzenden Landschaft erlebbar. Daher bestehen Wechselbeziehungen zum Schutzgut Mensch, soweit dieser das Landschaftsbild betrachtet und das Landschaftserleben zum festen Bestandteil des Lebens- und Erholungsraums gehört. Wechselbeziehungen betreffen daher v.a. naturorientierte Aktivitäten. Die Auswirkungen auf das Landschaftsbild und die naturorientierte Erholungsnutzung sind im **Kap. 4.8** ausführlich beschrieben. Weitergehende entscheidungsrelevante Aspekte ergeben sich nicht. Im Gegenteil werden mit dem geplanten Rückbau von 4 WEA merkbare Verbesserungen im Schutzgut erzielt.

Schutzgut Mensch und menschliche Gesundheit

Die landwirtschaftliche Nutzung des Untersuchungsgebietes steht in Wechselbeziehung zu den Schutzgütern Wasser, Boden, Pflanzen und Tiere. Das Vorhaben hat auf diese Wechselbeziehung nur sehr geringen Einfluss, weil die Nutzung des Gebietes kaum eingeschränkt wird. Durch den geplanten Rückbau von 4 WEA werden ca. 6.980 m² landwirtschaftliche Nutzflächen wiederhergestellt. Erhebliche Auswirkungen auf Gesundheitseinrichtung und die Wohn- und Wohnumfeldfunktion werden durch das Vorhaben nicht verursacht. Daher werden auch entsprechende Wechselbeziehungen nicht beeinflusst.

Schutzgut Kulturelles Erbe

Das Schutzgut steht in Wirkungszusammenhang mit dem Schutzgut Mensch, weil es zum einen die (Siedlungs-)Geschichte dokumentiert, zum anderen als schützenswertes, identitätsstiftendes Gut für den Menschen von Bedeutung ist. Insofern berücksichtigen die in **Kap. 4.2** beschriebenen Denkmalschutzfragen bereits die Wechselwirkung zum Schutzgut Mensch.

Fazit

Durch die Auswirkungen des Vorhabens, die in einer wesentlichen WEA-Reduzierung und damit Minimierung von Beeinträchtigungen resultieren, ergeben sich keine entscheidungsrelevanten Veränderungen der Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern.

4.10 Kumulative Wirkungen des Vorhabens mit anderen Windparks oder Einzelanlagen

Durch den Rückbau von 4 Bestands-WEA und die geplante WEA im Windpark Klosterfelde sind keine kumulativen Wirkungen denkbar. In allen Schutzgütern werden sich durch den geplanten Rückbau von 4 WEA geringe bis wesentliche Aufwertungen einstellen.

5 Maßnahmen zur Vermeidung und Kompensation der erheblichen Beeinträchtigungen

5.1 Maßnahmen zur Vermeidung und Minimierung der erheblichen Beeinträchtigungen

Im Rahmen der Konfliktdanalyse im **Kap. 4** wurde z. T. bereits auf vom Vorhabensträger geplante Maßnahmen zur Konfliktvermeidung und -minderung Bezug genommen. Nachfolgend werden diese bereits genannten sowie weitere geplante Vermeidungs-/Minimierungsmaßnahmen zusammenfassend dargestellt.

Nach der gängigen naturschutzfachlichen Auffassung wird von Vermeidungsmaßnahmen gesprochen, wenn durch ihre Realisierung bestimmte Beeinträchtigungen der Schutzgüter unterbleiben, ohne dass das mit dem jeweiligen Vorhaben verfolgte Ziel gänzlich in Frage gestellt wird. „Beeinträchtigungen sind also vermeidbar, wenn das Vorhabenziel durch eine schonendere Vorhabenvariante oder Modifikation verwirklicht werden kann“ (KÖPPEL et al. 1998).

Die folgende Tabelle umfasst die vom Vorhabensträger geplanten Maßnahmen, die sich in erster Linie auf eine Modifizierung der technischen Vorhabenrealisierung beziehen (technische Konfliktminderung) und damit zur Vermeidung oder Minimierung von Beeinträchtigungen der Schutzgüter führen.

In Verbindung mit der Landschaftspflegerischen Begleitplanung wurden die folgenden Vermeidungs-, Schutz- und technischen Minimierungsmaßnahmen geplant:

Definierte Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen

- V1:** Zum Schutz von Fledermäusen vor einer Kollision plant der Vorhabensträger die Anwendung fledermausfreundlicher Betriebszeiten (Abschaltzeiten) zur Reduzierung des erhöhten Tötungsrisikos an der geplanten WEA nach den Parametern der TAK:
1. Pauschale Abschaltung der WEA vom 15. Juli bis 15. September,
 2. bei Windgeschwindigkeiten in Gondelhöhe < 5,0 m/s,
 3. bei einer Lufttemperatur ≥ 10 °C im Windpark und
 4. in der Zeit von 1 Stunde vor Sonnenuntergang bis 1 Stunde vor Sonnenaufgang,
 5. kein Niederschlag.
- V2:** Zum Schutz von Greif- und Großvögeln vor einer Kollision plant der Vorhabensträger eine vorübergehende Abschaltung im Falle der Grünlandmäh und Ernte von Feldfrüchten sowie des Pflügens zwischen 1. April und 31. August auf Flächen im nahen Umfeld der geplanten WEA.

- V3:** Bauzeitenregelung - Eine Rodung von Gehölzen darf nicht vom 1. März – 30. September (Brutzeit der Gehölzbrüter) erfolgen, sofern nicht aktuell nachgewiesen wird, dass keine Brutplätze/Lebensstätten vorhanden sind.
- V4:** Bauzeitenregelung - Abschieben des Oberbodens im Bereich der Baufelder nicht in der Zeit vom 01.03. bis zum 31.08. Abweichend davon ist eine Baufeldberäumung auch im Zeitraum von März bis August artenschutzrechtlich unkritisch, wenn zuvor gutachterlich nachgewiesen wird, dass im Baufeld keine besetzten Nester von Bodenbrütern vorhanden sind.
- V5:** Im Rahmen einer ökologischen Baubegleitung werden alle erforderlichen naturschutzfachlichen Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit und fachgerechte Umsetzung überwacht.
- V5:** Verwendung einer Geotextil-Unterlage vor Auftrag von Schotter zur Verteilung des Bodendruckes auf nur baubedingt in Anspruch zu nehmenden Flächen (betrifft vor allem die Montageflächen neben den WEA). Nach Beendigung der Bauphase werden die Materialien (Schotter/Geotextil) vollständig entfernt.
- V6:** Regelmäßig sind Kontrollen durchzuführen, dass die eingesetzten Baumaschinen und Baufahrzeuge kein Öl oder Treibstoff verlieren. Gefahrenquellen, sind sofort zu beseitigen. Vor Ort benötigte Öle, sind entsprechend den gesetzlichen Vorgaben zu lagern und Ölbindemittel sind zur Vorsorge in ausreichender Menge bereit zu halten. Bautoiletten sind mit dichten Fäkalienbehältern auszustatten. Für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen gelten die Vorschriften der „Anlagenverordnung wassergefährdende Stoffe (VawS)

Technische Minimierungsmaßnahmen

- Außenanstrich der WEA im Farbton RAL 7035 (Lichtgrau mit herabgesetztem Glanzgrad) zur Minimierung von Lichtreflexionen und der Beeinträchtigung der Wohnqualität.
- Einsatz von Schattenmodulen an der geplanten WEA zur Minimierung von Schattenwurf und der Beeinträchtigung der Wohnqualität.
- Vermeidung von Eisansatz an der geplanten WEA durch Verwendung des Anlagentyps ENERCON E-138, der mit einer doppelten Abschaltautomatik ausgestattet ist.
- Einsatz des dreiflügeligen Modells ENERCON E-138 für eine ruhigere, flimmerfreie Erscheinung der WEA und Minimierung der Beeinträchtigung des Landschaftsbildes.
- Verwendung einer bedarfsgesteuerten Nachtkennzeichnung (BNK) zur Reduzierung von Belastungen im Schutzgut Mensch bei Nacht.
- Wiederherstellung der nur temporär beanspruchten Lager- und Bauflächen nach Abschluss der Bauarbeiten, sachgerechter Umgang mit nicht substituierbaren boden- und wassergefährdenden Stoffen, wasserdurchlässige Befestigung (Schotter) der Zu-

wegungen und der Kranstellplätze, unterirdische Verlegung erforderlicher Leitungen mittels Kabelpflug sowie getrenntes Abschieben des Oberbodens von den Bauflächen und dessen Wiederverwendung zur Minimierung der Beeinträchtigung des Bodens.

5.2 Verbleibende unvermeidbare erhebliche Beeinträchtigungen der Schutzgüter des UVPG

Die nachfolgende Tabelle fasst das Ergebnis der Auswirkungsprognose des **Kap. 4** zusammen.

Tabelle 17 Verbleibende erhebliche Beeinträchtigungen der Schutzgüter des UVPG

Schutzgut	betroffene Teilfläche	Summe der erheblich beeinträchtigten Fläche des Schutzgutes
Boden	Fundamentfläche: 398 m ²	nach Rückbau von 6.980 m ² WEA-Flächen Σ - 4.552 m ²
	Kranstellfläche und Zuwegung: 2.030 m ²	
Arten & Biotope	Acker: 2.428 m ²	nach Rückbau von 6.980 m ² WEA-Flächen Σ -4.552 m ² Acker
Landschaftsbild	Reduzierung des Windparks Klosterfelde um ca. ein Drittel seiner Fläche	ca. -17 ha

6 Fachgutachterliches Ergebnis der Umweltverträglichkeitsstudie

Vorbehaltlich der Umsetzung der dargestellten Vermeidungsmaßnahmen ist das Vorhaben als „umweltverträglich“ im Sinne des UVPG zu bewerten.

7 Prüfung anderweitiger Lösungsmöglichkeiten

Ziel des Vorhabens ist eine Optimierung des Windparks Klosterfelde. Es geht um eine effektive Energieerzeugung bei gleichzeitiger Reduzierung von Auswirkungen auf die Schutzgüter des UVPG in einem durch die vorhandenen WEA vorbelasteten Raum.

Im Sinne einer Standortalternative lagen anderweitige „Standortvarianten“, im Sinne weiterer geprüfter Möglichkeiten, daher nicht vor.

Der Einsatz höherer, leistungsfähiger Anlagen – auf dem neusten Stand der Technik und des Wirkungsgrades – steht im Kontext des mit dem Vorhaben verbundenen Zwecks, der

Schaffung neuer höherer Kapazitäten erneuerbarer Energien, hier ohnehin nicht zur Disposition.

8 Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der erforderlichen Angaben

Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung von Grundlagendaten und sonstigen Angaben traten nicht auf.

9 Allgemeinverständliche Zusammenfassung

Die **umweltplan projekt GmbH (umweltplan)** plant die Errichtung und den Betrieb einer Windenergieanlage (WEA) sowie den gleichzeitigen Rückbau von 4 Alt-WEA im Windpark Klosterfelde, Landkreis Barnim. Der Windpark besteht aus 10 WEA.

In dem UVP-Bericht wird der Istzustand der im UVPG genannten Schutzgüter ausführlich dargestellt und bewertet. Darauf aufbauend werden die bau-, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter bewertet.

Zur Erstellung des UVP-Berichts konnte teilweise auf bereits vorliegende Daten zurückgegriffen werden. Zur weiteren Verbesserung der vorliegenden Datengrundlagen erfolgten im Vorfeld der Erstellung des UVP-Berichts folgende Untersuchungen:

- Brutvogelkartierung,
- Raumnutzungsanalyse,
- Fledermausuntersuchung,
- die Erstellung aktueller Schall- und Schattenwurfgutachten sowie
- die Erstellung einer Fotovisualisierung.

Der geplante WEA-Standort liegt innerhalb des bestehenden Windparks Klosterfelde, in der offenen Ackerflur, auf Gebiet der Gemarkung Klosterfelde. Es ist geplant, eine WEA des Typs ENERCON E-138 mit einer Gesamthöhe von 200 m zu errichten. Die WEA benötigt aufgrund der großen Höhe eine Tages- und Nachtkehlzeichnung an den Rotorblättern (rote Streifen), am Turm (zwei Nachtbefeuerungsringe) und der Gondel (rotblinkende Nachtbefeuerung).

Der Windpark Klosterfelde mit der geplanten WEA und dem geplanten Rückbau von 4 WEA befindet sich westlich der gleichnamigen Ortschaft, im Landkreis Barnim (vgl. **Plan 2**, Lageplan des Vorhabensgebietes).

Der Windpark Klosterfelde weist derzeit eine Ost-West-Ausdehnung von ca. 1.100 m und eine Nord-Süd-Ausdehnung von etwa 750 m auf. Er befindet sich in einer von intensiv bewirtschafteten Ackerflächen sowie einzelnen Waldflächen strukturierten Feldflur zwischen den Ortschaften Klosterfelde im Osten, Stolzenhagen im Südwesten und Marienwalde im Norden (vgl. territoriale Einordnung in **Plan 1**).

Sowohl durch die Fundament- als auch die Kranstellfläche und Zuwegung der geplanten WEA wird eine Gesamtfläche in der Größe von ca. 2.428 m² in Anspruch genommen. Gleichzeitig werden durch den geplanten Rückbau von 4 WEA Flächen in der Größe von ca. 6.980 m² wiedernutzbar gemacht. Die erforderliche Zuwegung erfolgt größtenteils über vorhandene Feldwege von der Ortsverbindungsstraße Klosterfelde-Stolzenhagen aus. Die von der direkten Flächeninanspruchnahme betroffenen Wert-/Funktionselemente der Schutzgüter weisen überwiegend nur allgemeine Bedeutung auf. Im Ergebnis der Konfliktanalyse, die auf einer detaillierten Datenbasis besteht, werden schutzgutbezogen folgende Feststellungen getroffen:

Schutzgut Mensch:

Erhebliche nachteilige Wirkungen auf das Schutzgut Mensch werden sich nicht ergeben. Die geplanten WEA werden im Verhältnis zu den vorhandenen WEA keine Erhöhungen der bereits existierenden Schallimmissionen in den umgebenden Siedlungsgebieten verursachen. Dies kann mit dem geplanten Rückbau von 4 WEA und der damit verbundenen Reduzierung der Vorbelastung und dem aktuellen technischen Entwicklungsstand der geplanten WEA begründet werden. Zur Nachtzeit ist der Betrieb der WEA im schallreduzierenden Betriebsmodus geplant.

Die geplanten WEA werden in den umliegenden Siedlungsgebieten, unter Anwendung besonderer technischer Vorkehrungen zur Abschaltung von WEA bei drohender Überschreitung der Grenzwerte keinen zusätzlichen Schattenwurf verursachen. Erhebliche Beeinträchtigungen der umliegenden Siedlungsgebiete können daraus nicht abgeleitet werden.

Die Inanspruchnahme bisher intensiv bewirtschafteter Ackerfläche ist bezogen auf die Gesamtfläche des Vorhabensgebietes geringfügig (ca. 2.428 m²) und wird insgesamt keine erhebliche wirtschaftliche Benachteiligung für den bewirtschaftenden Landwirtschaftsbetrieb bedeuten. Durch den geplanten Rückbau von 4 WEA werden ca. 6.980 m² landwirtschaftliche Nutzfläche wiederhergestellt.

Schutzgut Boden:

Die Vollversiegelung von gewachsener Bodenfläche auf ca. 398 m² (Fundamentfläche) und die Teilversiegelung gewachsener Bodenfläche auf ca. 2.030 m² (Kranstellfläche und Zuwegung) ist verhältnismäßig gering. Aufgrund der mit dem geplanten Rückbau von 4 WEA stattfindenden umfangreichen Entsiegelung und Wiederherstellung von ca. 6.980 m² landwirtschaftlicher Nutzfläche (Kompensation) handelt es sich um keine erhebliche Beeinträchtigung.

Schutzgut Wasser:

Erhebliche Beeinträchtigungen des Schutzgutes Grundwasser können ausgeschlossen werden, sofern Kontaminationen des Untergrundes während der Bau- und Betriebsphase wirksam vermieden werden. Dies ist bei Beachtung der geltenden Sicherheitsvorschriften anzunehmen. Oberflächengewässer sind im Umfeld der geplanten WEA nicht betroffen.

Schutzgut Klima / Luft:

Das geplante Vorhaben führt zu einer sehr geringen, flächenmäßig vernachlässigbaren Verbesserung mikroklimatischer Funktionen sowie zu einer Reduzierung der im Gebiet auftretenden Luftströmungen. Schutzgutspezifische Beeinträchtigungen ergeben sich daraus nicht. Außerdem trägt die Stromerzeugung durch Nutzung regenerativer Energien und die damit verbundene Minimierung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe zur Senkung von CO₂-Emissionen bei und hat damit einen positiven Effekt auf den globalen Klimahaushalt.

Schutzgut Arten und Biotope:

Durch die direkte Flächeninanspruchnahme sind im Zuge der Errichtung der WEA insgesamt ca. 2.428 m² intensiv bewirtschaftete Ackerfläche betroffen. Dabei erfährt die Fundamentfläche eine vollständige, die Kranstellfläche (1.280 m) und Zuwegung (ca. 750 m²) eine teilweise Entwertung als Lebensraum für Flora und Fauna. Zu keiner Abwertung kommt es auf dem nicht vom Turm bestehenden Teil der Fundamentfläche, da dort der Auftrag einer neuen, zukünftig der Sukzession unterliegenden Bodenschicht erfolgt.

Im Zuge des geplanten Rückbaus von 4 WEA werden Einzel-Sträucher sowie 5.780 m² Kranstellflächen, die sich zu ruderalen Grasfluren entwickelt hatten, zu intensiv genutzten Ackerflächen umgewandelt. Die Beeinträchtigungen werden aufgrund der Ausdehnung der beanspruchten Flächen bzw. der Biotopentwicklung auf den rückzubauenden Flächen als erheblich eingestuft.

Erhebliche Beeinträchtigungen der Avifauna durch Errichtung der geplanten WEA werden nicht erwartet. Der direkte bauzeitliche Zugriff auf einzelne Individuen von Bodenbrüter und potenziellen Gehölzbrütern (Eier, nicht flügge Jungvögel) kann zudem vermieden werden, wenn die Baufeldberäumung außerhalb der Brutzeit erfolgt. Abweichend davon ist eine Baufeldberäumung auch im Zeitraum von März bis August artenschutzrechtlich unkritisch, wenn zuvor gutachterlich nachgewiesen wird, dass im Baufeld keine besetzten Nester von Bodenbrütern vorhanden sind.

Erhebliche betriebsbedingte Beeinträchtigungen der Avifauna aufgrund einer Störwirkung des Rotors können unter Voraussetzung der Abschaltung der WEA während landwirtschaftlicher Nutzungsereignisse grundsätzlich ausgeschlossen werden.

Die Brutplätze windenergiesensibler Greif- und Großvögel liegen laut der aktuellen Brutvogelkartierung sowie Raumnutzungsanalyse im zentralen Prüfbereich (1 x Rotmi-

lan) und im erweiterten Prüfbereich (1 x Schreiadler, 1 x Weißstorch). Die Hauptnahrungsgebiete befinden sich jedoch nicht im Umfeld des Windparks. Im Zusammenhang mit der geplanten Abschaltung der WEA während der Erntezeit und Zeiten der Bodenbearbeitung (Vermeidungsmaßnahme) und dem geplanten Rückbau von 4 WEA kommt es zu keiner erheblichen Störwirkung und zu keiner signifikanten Erhöhung des Kollisionsrisikos. Damit wird sich der Zustand der lokalen Population der Greife/Großvögel gemäß § 45b Abs. 8 Nr. 4 BNatSchG nicht verschlechtern.

Eine erhebliche Scheuchwirkung der WEA auf störepfindliche Zug- und Rastvögel wird aufgrund der nur allgemeinen Bedeutung des Vorhabensgebietes für den Vogelzug sowie als Rastgebiet von Zugvögeln ebenfalls nicht prognostiziert.

Erhebliche Beeinträchtigungen wandernder Fledermausarten in Form einer Erhöhung des Kollisionsrisikos können, ohne Realisierung einer projektbezogenen Vermeidungsmaßnahme, nicht ausgeschlossen werden. Durch die Festlegung fledermausfreundlicher Betriebszeiten in Verbindung mit der Durchführung eines zweijährigen, betriebsbegleitenden Gondelmonitorings, kann das Kollisionsrisiko für wandernde Fledermausarten auf ein unerhebliches Maß gesenkt werden. Gleichmaßen wird durch die fledermausfreundlichen Betriebszeiten das Kollisionsrisiko auch für nicht ziehende, bei der Jagd an Gehölzstrukturen gebundene Arten, auf ein unerhebliches Maß reduziert. Damit wird sich der Zustand der lokalen Population der Feldermäuse gemäß § 45b Abs. 8 Nr. 4 BNatSchG nicht verschlechtern.

Schutzgut Landschaftsbild:

Errichtung und Betrieb der geplanten WEA im Zusammenhang mit dem gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA im Windpark Klosterfelde werden zu keinen zusätzlichen erheblichen und damit kompensationspflichtigen Beeinträchtigungen von Landschaftsbild und Erholungseignung der Landschaft führen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Errichtung und der Betrieb der von der umweltplan projekt GmbH im Windpark Klosterfelde geplanten WEA im Zusammenhang mit dem gleichzeitig geplanten Rückbau von 4 WEA bei Berücksichtigung der oben genannten Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen mit keinen zusätzlichen Beeinträchtigungen der Umwelt verbunden sein werden.

Im Zusammenhang mit dem umfangreichen Rückbau von 4 Alt-WEA und der damit verbundenen Wiederherstellung von ca. 6.890 m² landwirtschaftlicher Nutzfläche ist das Vorhaben als **umweltverträglich im Sinne des UVPG** zu bewerten.

10 Quellen

- ARBEITSGEMEINSCHAFT BERLIN-BRANDENBURGISCHER ORNITHOLOGEN (ABBO) (2001): Die Vogelwelt von Brandenburg und Berlin. 1. Aufl., 684 S., Rangsdorf: Natur & Text, 2001.
- BACH, L. (2001): Fledermäuse und Windenergienutzung – reale Probleme oder Einbildung? Vogelkundl. Ber. Niedersachs. 33 (2): 119-124.
- BACH, L.; HANDKE, K.; SINNING, F. (1999): Einfluss von Windenergieanlagen auf die Verteilung von Brut- und Rastvögeln in Nordwest-Deutschland - erste Auswertung verschiedener Untersuchungen. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4: 107-122.
- BERGEN, F. (2001): Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. Unveröff. Manuskript, eingereicht als Dissertation, Ruhr Univ. Bochum.
- BERGEN, F. (2002): Windkraftanlagen und Frühjahrsdurchzug des Kiebitz (*Vanellus vanellus*): eine Vorher/Nachher-Studie an einem traditionellen Rastplatz in Nordrhein-Westfalen. Tagungsband zur Fachtagung „Windenergie und Vögel – Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes“, 29-30.11.01, Berlin.
- BERGEN, F. (2002): Zum Einfluss von Windenergieanlagen auf die Raum-Zeitnutzung von Greifvögeln. Tagungsband zur Fachtagung „Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes“, 29-30.11.01, Berlin.
- BÖTTGER, M.; CLEMENS, T.; GROTE, G.; HARTMANN, E.; HARTWIG, E.; LAMMEN, C.; VAUK-HENTZELT, E.; VAUK, G. (1990): Biologisch-Ökologische Begleituntersuchungen zum Bau und Betrieb von Windkraftanlagen. NNA-Berichte 3/Sonderheft.
- BRAUNEIS, W. (1999): Der Einfluss von Windkraftanlagen auf die Avifauna am Beispiel der „Solzer Höhe“ bei Bebra-Solz im Landkreis Hersfeld-Rotenburg. Unveröff. Studie im Auftrag des Bundes für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Landesverband Hessen e.V. 100 s.
- BRAUNEIS; W. (2000): Der Einfluss von Windkraftanlagen (WKA) auf die Avifauna, dargestellt insb. am Beispiel des Kranichs *Grus grus*. Ornithol. Mitt. 52: 410-414.
- BREHME, S. (1999): Ornithologische Beobachtungen in unmittelbarer Nähe von Windkraftanlagen (Zwischenbericht 1998). Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern 42 (2): 55-60.
- BREUER, W. (2001): Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes – Vorschläge für Maßnahmen bei Errichtung von Windkraftanlagen, veröffentlicht in Naturschutz und Landschaftsplanung Heft 8 2001

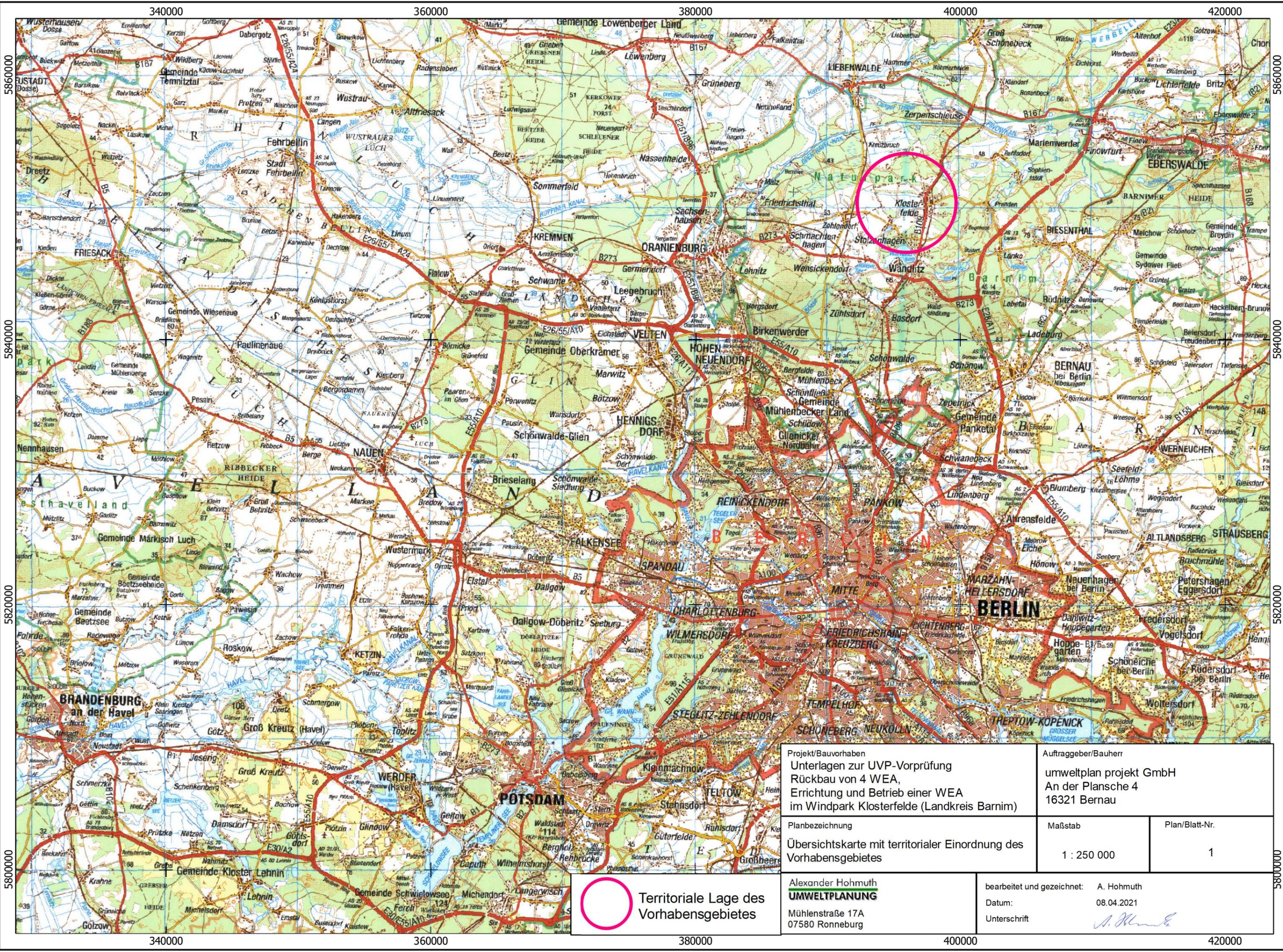
- CLEMENS, T. & C. LAMMEN (1995): Windkraftanlagen und Rastplätze von Küstenvögeln - ein Nutzungskonflikt. Seevögel 16: 34-38.
- DIETZ, M.; BACH, L. (2003): Gutachterliche Stellungnahme zum Einfluss von Windenergieanlagen auf Fledermäuse. Unveröff. Studie des Instituts für Tierökologie und Naturbildung im Auftrag des Landratsamtes Bautzen.
- EIKHOFF, E. (1999): Zum Einfluss moderner Windkraftanlagen auf das Verhalten und die Raumnutzung der Feldlerche (*Alauda arvensis*) im Windpark bei Effeln/Drewer (Kreis Soest, Nordrhein-Westfalen). Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum.
- ENDL, P. (2004): Untersuchungen zum Verhalten von Vögeln und Fledermäusen an ausgewählten Windkraftanlagen. Gutachten im Auftrag des Staatl. Umweltfachamtes Bautzen.
- ENVECO GMBH (2014): Umweltverträglichkeitsstudie für 3 geplante Windenergieanlagen Windenergieprojekt Beverungen-Haarbrück. Münster, Oktober 2014.
- GERJETS, D. (1999): Annäherung wiesenbrütender Vögel an Windkraftanlagen - Ergebnisse einer Brutvogeluntersuchung im Nahbereich des Windparks Drochtersen. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4: 49-52.
- GHRADJEDAGHI, B. & EHRLINGER, M. (2001): Auswirkungen des Windparks bei Nitzschka (Lkr. Altenburger Land) auf die Vogelfauna. Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen, 38 (3): 73-83.
- HANDKE, K.; HANDKE, P.; MENKE, K. (1999): Ornithologische Bestandsaufnahmen im Bereich des Windparks Cuxhaven in Nordholz 1996/97. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4: 71-80.
- HENSEN, F. (2003): Gedanken und Arbeitshypothesen zur Fledermausverträglichkeit von Windenergieanlagen. Unpubl. Manuskript, Vorabzug eines Druckes in der Zeitschrift Nyctalus.
- HOFFMEISTER (2006): Untersuchungen zur Fledermausfauna (Mamalia: Chiroptera) sowie Aussagen über potenzielle Auswirkungen von Windkraftanlage auf Fledermäuse für das Bauvorhaben Windpark Langeneichstädt.
- HOFFMEISTER, U. (2021): Gondelmonitoring von April bis November 2021 im Windpark Klosterfelde sowie Erfassung von Ruhestätten von Fledermäusen im 2 km Radius.
- HOFMANN, G & POMMER, U. (2005): Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band XXIV Potentielle Natürliche Vegetation von Brandenburg und Berlin mit Karte im Maßstab 1 : 200 000. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band XXIV. Hrsg.: Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit. Potsdam, im Dezember 2005.

- HÖTKER, H. (2006): Auswirkungen des „Repowering“ von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Untersuchung im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- HÖTKER, H.; THOMSEN, K.-M.; KÖSTER, H. (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen – Endbericht Dezember 2004. Studie des Michael-Otto-Institut im NABU.
- HÜPPOP, O. (2001): Auswirkungen menschlicher Störungen auf den Energiehaushalt und die Kondition von Vögeln und Säugern. *Angewandte Landschaftsökologie* 44, 25-32.
- KAATZ, J. (1999): Einfluss von Windenergieanlagen auf das Verhalten von Vögeln im Binnenland. In IHDE, S. & E. VAUK-HENTZELT (Hrsg.): *Vogelschutz und Windenergie - Konflikte, Lösungsmöglichkeiten und Visionen*. Bundesverband Windenergie Selbstverlag, Osnabrück: 52-60.
- KAATZ, J. (2002): Artenzusammensetzung und Dominanzverhältnisse einer Heckenbrütergemeinschaft im Windfeld Nackel. Tagungsband zur Fachtagung „Windenergie und Vögel – Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes“, 29-30.11.01, Berlin.
- KÖPPEL, J. et al. (1998): *Praxis der Eingriffsregelung*. 1. Aufl., 397 S., Stuttgart: Ulmer.
- KORN, M. & R. SCHERNER (2000): Raumnutzung von Feldlerchen (*Alauda arvensis*) in einem Windpark. *Natur und Landschaft* 75: 74-75.
- KRUCKENBERG, H. & JAENE, J. (1999): Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung wandernder Bläßgänse im Rheiderland (Landkreis Leer, Niedersachsen). *Natur und Landschaft* 74: 420-427).
- KUNTZSCH (2022A): Schallimmissionsprognose Klosterfelde. Ingenieurbüro Kuntzsch, Dresden, 26.07.2022.
- KUNTZSCH (2022B): Schattenwurfprognose Klosterfelde. Ingenieurbüro Kuntzsch, Dresden, 29.07.2022.
- LfU (2021): Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel. - Stand 10. Mai 2021.
- LIEDER, K. (2022A): Repowering WEA Klosterfelde - Erfassung Brutvögel 2021. Ronneburg, Stand:26.08.2022.
- LIEDER, K. (2022B): Repowering WEA Klosterfelde - Raumnutzungsanalyse Weißstorch, Schreiadler und Rotmilan 2021. Ronneburg, Stand:26.08.2022.

- LOSKE, K.-H. (2000): Verteilung von Feldlerchenrevieren (*Alauda arvensis*) im Umfeld von Windkraftanlagen – ein Beispiel aus der Paderborner Hochfläche. *Charadrius* 36: 36-42.
- LUA NRW (2002): Sachinformation Optische Immissionen von Windenergieanlagen. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen.
- MAMMEN et al. (2006): Rotmilan und Windkraft - eine Fallstudie in der Querfurter Platte. Poster auf dem 6. Internationalen Symposium Populationsökologie von Greifvogel- und Eulenarten vom 19.10. bis 22.10.2006 in Meisdorf/Harz.
- METEOROLOGISCHER UND HYDROLOGISCHER DIENST DER DDR (1987): Klimaatlas der DDR, Meteorologischer Dienst der DDR, Potsdam, 1987
- MUGV (MINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (2012): Tierökologische Abstandskriterien für die Errichtung von Windkraftanlagen in Brandenburg (TAK), Stand 15.10.2012., Anlage 1 des „Windkraftelasses“ (MUGV 2011).
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, RAUMORDNUNG UND LANDWIRTSCHAFT DES LANDES NRW (1999): Bewertung von Eingriffen in Natur und Landschaft.
- MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG (2009): Hinweise zum Vollzug der Eingriffsregelung (HVE). Frankfurt/Oder, April 2009.
- NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE IN BRANDENBURG 28 (2, 3) (2019): Rote Liste der Brutvögel Brandenburgs 2019.
- NIEDERSÄCHSISCHER LANDKREISTAG (2007): Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege sowie zur Durchführung der Umweltprüfung und Umweltverträglichkeitsprüfung bei Standortplanung und Zulassung von Windenergieanlagen.
- NOHL, W. (1993): Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch mastenartige Eingriffe, Materialien für die naturschutzfachliche Bewertung und Kompensationsermittlung. Geänderte Fassung, Kirchheim.
- NOWALD, G. (1995): Einfluss von Windkraftanlagen auf die täglichen Flüge von Kranichen zwischen ihren Schlafplätzen und ihren Nahrungsflächen. *Kranichschutz Deutschland - Informationsblatt* Nr. 1.
- NWP (2002): Avifaunistisches Gutachten zu 41. Flächennutzungsplanänderung der Stadt Norden.
- PERCIVAL, S. M. (2000): Birds and wind turbines in Britain. *British Wildlife* 12 (1): 8-15.
- PHILLIPS, J. F. (1994): The effects of a windfarm on the upland breeding bird communities of Bryn Titli, Mid-Wales: 1993-1994. Royal Society for the Protection of Birds, The Welsh Office, Bryn Aderyn, The Bank, Newtown, Powys.

- PIEGSA G. & WERNIG R. (2000): Veränderung von Landschaftsbildern durch Windenergieanlagen. - Natur und Landschaft, 75. Jg., Heft 2.
- RATZBOR et. al (2005): Grundlagenarbeit für eine Informationskampagne Umwelt- und naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland“ -Analyseteil-. Lehrte, März 2005.
- REICHENBACH, M. (2003): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel - Ausmaß und planerische Bewältigung. Diss. TU Berlin.
- REICHENBACH, M.; HANDKE, K.; SINNING, F. (2004): Der Stand des Wissens zur Empfindlichkeit von Vogelarten gegenüber Störungswirkungen von Windenergieanlagen. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 7, S. 229-244.
- RP GIESSEN (2001): Die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Bauleitplanung nach dem seit 03.08.2001 geltenden Recht. Veröffentlichung des Regierungspräsidiums Gießen.
- RYSLAVY, T., BAUER, H.-G., GERLACH, B., HÜPPOP, O., HAUPT, H., STAHRER, J., P. SÜDBECK & CHR. SUDFELDT (2020): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands, 6. Fassung, 30. September 2020 – Berichte zum Vogelschutz 57, 13 - 112
- SAEMANN, D. (1992): Biologisch-ökologische Begleituntersuchung im und am Windfeld Hirtstein der Gemarkung Satzung unter besonderer Berücksichtigung der Vögel. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Staatlichen Umweltfachamtes Chemnitz. 41 S.
- SCHNEIDER, H. (1995): Die Freiraumfunktion Klimaschutz – Ein Beitrag der Regionalplanung zur Sicherung und Verbesserung des Siedlungsklimas. Lehr- und Forschungsgebiet Regional- und Landesplanung. Werkstattberichte, Bd. 27, 218 S., Kaiserslautern: Universität Kaiserslautern.
- SCHREIBER, M. (2000): Windkraftanlagen als Störquellen für Gastvögel. In: WINKELBRANDT, A.; BLESS, R.; HERBERT, M.; KRÖGER, K.; MERCK, T.; NETZ-GERTEN, B.; SCHILLER, J.; SCHUBERT, S.; SCHWEPPE-KRAFT, B., Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen. Münster: Landwirtschaftsverlag.
- SCHUBERT, R., HILBIG, W., KLOTZ, S. (2001): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands. Heidelberg: Spektrum, Akad. Verl., 2001.
- SCHWAHN, C. (2000): Zur landschaftspflegerischen Begleitplanung für Windenergieanlagen im Mittelgebirgsraum. - Natur und Landschaft, 75. Jg., Heft 2.
- SINNING, F.; GERJETS, D. (1999): Untersuchungen zur Annäherung rastender Vögel an Windparks in Nordwestdeutschland. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4: 53-60.
- SOMMERHAGE, M. (1997): Verhaltensweisen ausgewählter Vogelarten gegenüber Windkraftanlagen auf der Vasbecker Hochfläche (Landkreis Waldeck-Frankenberg). Vogelkundliche Berichte Edertal 23: 104-109.

- STOEFFER, M., ALBRECHT, M., ALLENBACHER, R., FLORIAN, M., KLASAN, S., MARCZIAN, S., ODRZYKOSKI, S., TETZLAFF, I., THIELE, H. & N. V. D. BURG (2018-2020): Raumnutzungsuntersuchungen zum Schreiadler im Bereich des Windparks Klosterfelde und im Kreuzbruch, Berichte 2018-2020. K&S Umweltgutachten, unveröff. Gutachten im Auftrag der ENERTRAG AG. Zepernick, 11.08.2020.
- STRING et al. (1999): Bodenatlas Sachsen-Anhalt. Hrsg. vom Geologischen Landesamt Sachsen-Anhalt. Halle 1999.
- STÜBING, S. (2001): Untersuchungen zum Einfluss von Windenergieanlagen auf Herbstdurchzügler und Brutvögel am Beispiel des Vogelsberges (Mittelhessen). Diplomarbeit an der Philipps-Universität Marburg.
- SÜDBECK, P., ANDREZKE, H., FISCHER, S., GEDEON, K., SCHIKORE, T., SCHRÖDER, K., SUDFELDT, C., (Hrsg.) (2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. – Radolfzell, 792 S.
- TMLNU (2001): Umweltverträglichkeitsprüfung in der Bebauungsplanung. Verwaltungsvorschrift des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, veröffentlicht im Thüringer Staatsanzeiger Nr. 46/2001.
- TRAXLER, A.; WEGLEITNER, S.; JAKLITSCH, H. (2004): Vogelschlag, Meideverhalten & Habitatnutzung an bestehenden Windkraftanlagen Prellenkirchen - Obersdorf - Steinberg/Prinzendorf. Unveröff. Gutachten.
- UMWELTPLAN PROJEKT GMBH (2023): Fotovisualisierung Windpark Klosterfelde. Bernau, 2023.
- WAGENBRETH, O. & STEINER, W. (1990): Geologische Streifzüge: Landschaft und Erdgeschichte zwischen Kap Arkona und Fichtelberg. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig. 1990. - 204S.
- WALTER, G.; BRUX, H. (1999): Erste Ergebnisse eines dreijährigen Brut- und Gastvogelmonitorings (1994-1997) im Einzugsbereich von zwei Windparks im Landkreis Cuxhaven. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4: 81-106.
- WINKELBRANDT et. al. (2000): Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturverträglichen Windkraftanlagen, Bonn 2000
- WINKELMAN, J.E. (1992): De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 4. Verstoring. RIN-Rapport 92 (5).
- ZIMMERMANN, F.; DÜVEL, M.; HERRMANN, A. (2011): Biotopkartierung Brandenburg, Liste der Biotoptypen mit Angaben zum gesetzlichen Schutz (§ 32 BbgNatSchAG), zur Gefährdung und zur Regenerierbarkeit. Stand 09. März 2011.



Projekt/Bauvorhaben
 Unterlagen zur UVP-Vorprüfung
 Rückbau von 4 WEA,
 Errichtung und Betrieb einer WEA
 im Windpark Klosterfelde (Landkreis Barnim)

Auftraggeber/Bauherr
 umweltplan projekt GmbH
 An der Plansche 4
 16321 Bernau

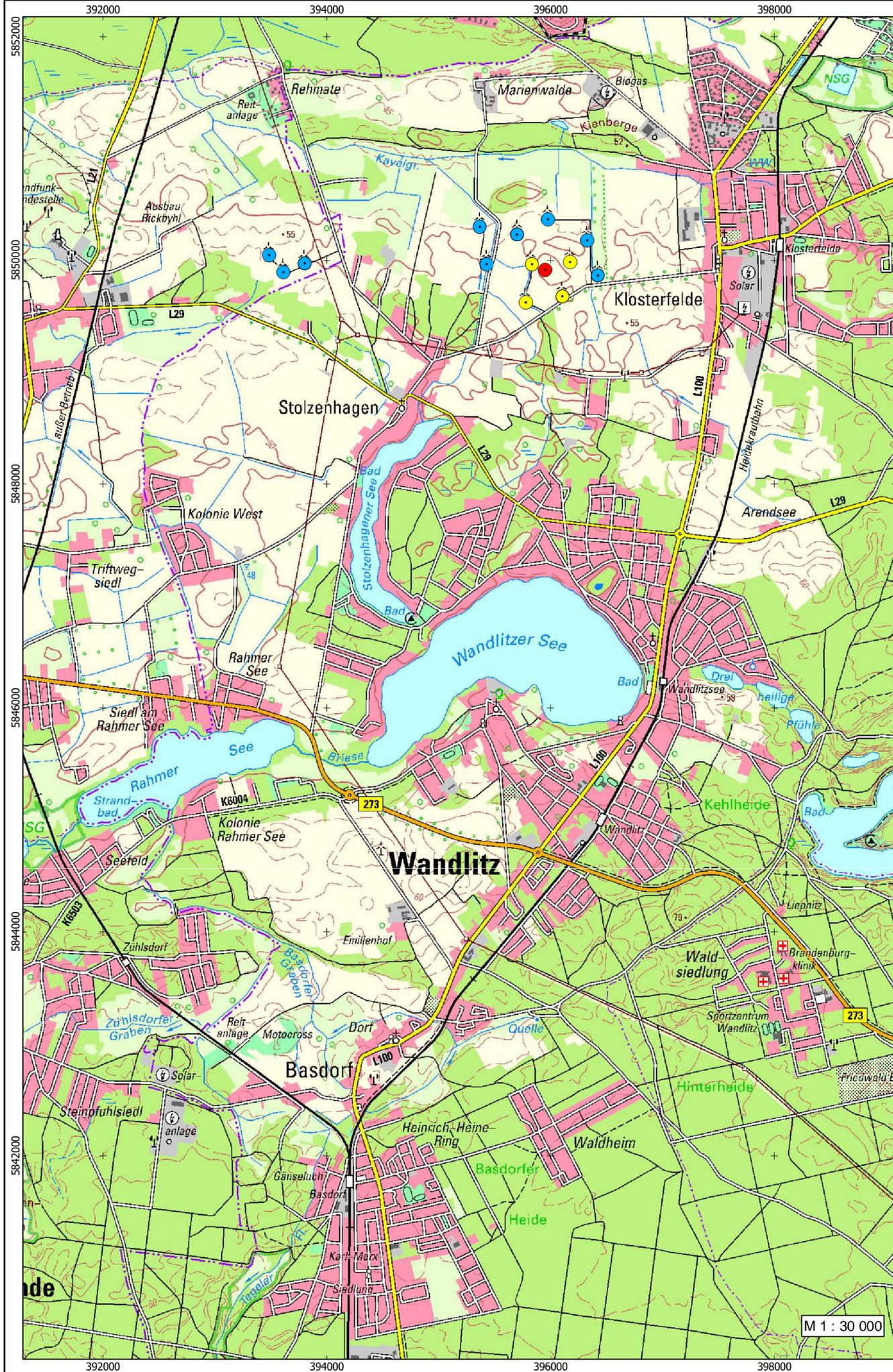
Planbezeichnung
 Übersichtskarte mit territorialer Einordnung des
 Vorhabensgebietes

Maßstab 1 : 250 000	Plan/Blatt-Nr. 1
------------------------	---------------------

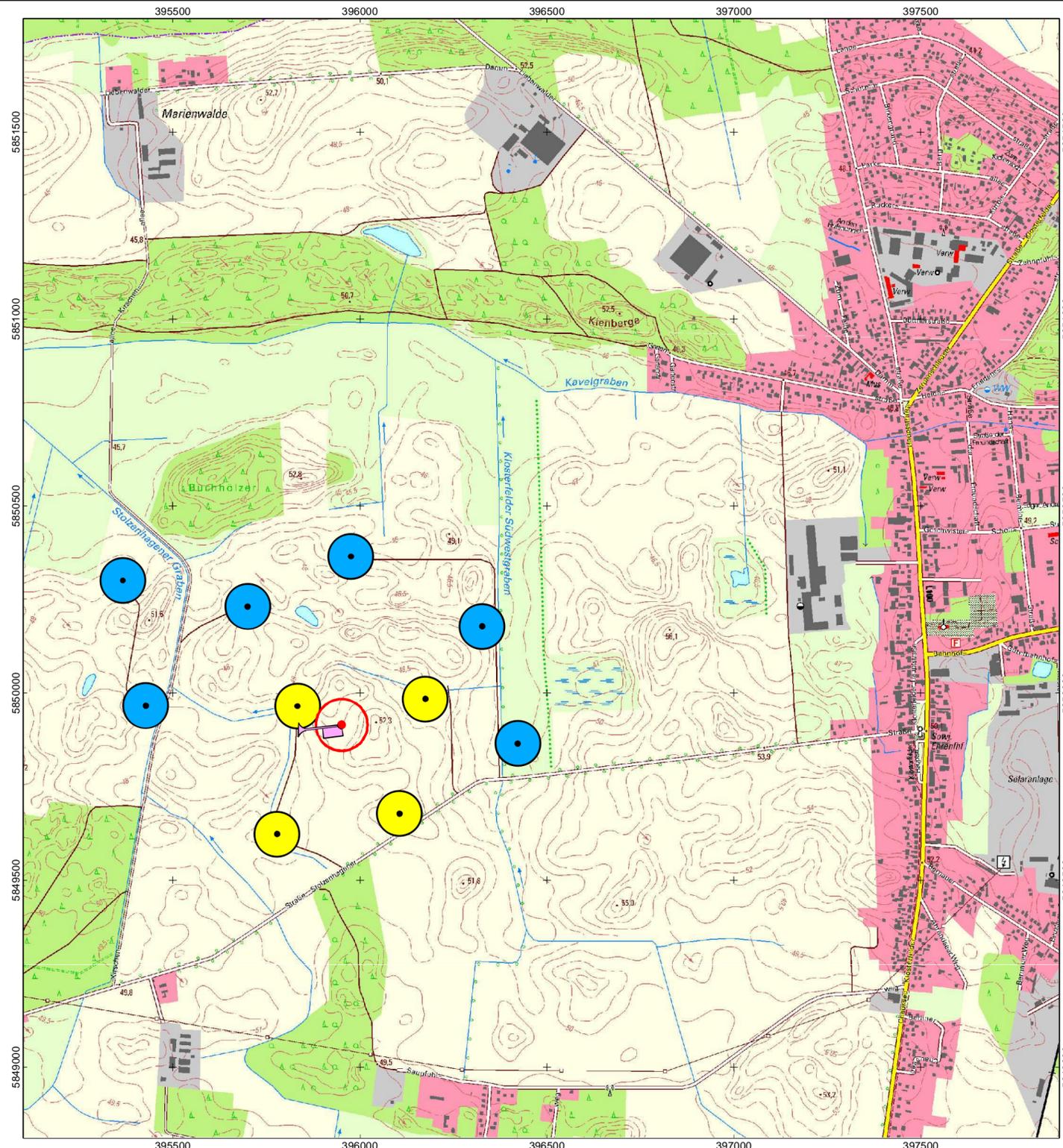
Alexander Hohmuth
UMWELTPLANUNG
 Mühlenstraße 17A
 07580 Ronneburg

bearbeitet und gezeichnet: A. Hohmuth
 Datum: 08.04.2021
 Unterschrift: *A. Hohmuth*

 Territoriale Lage des
 Vorhabensgebietes



M 1 : 30 000



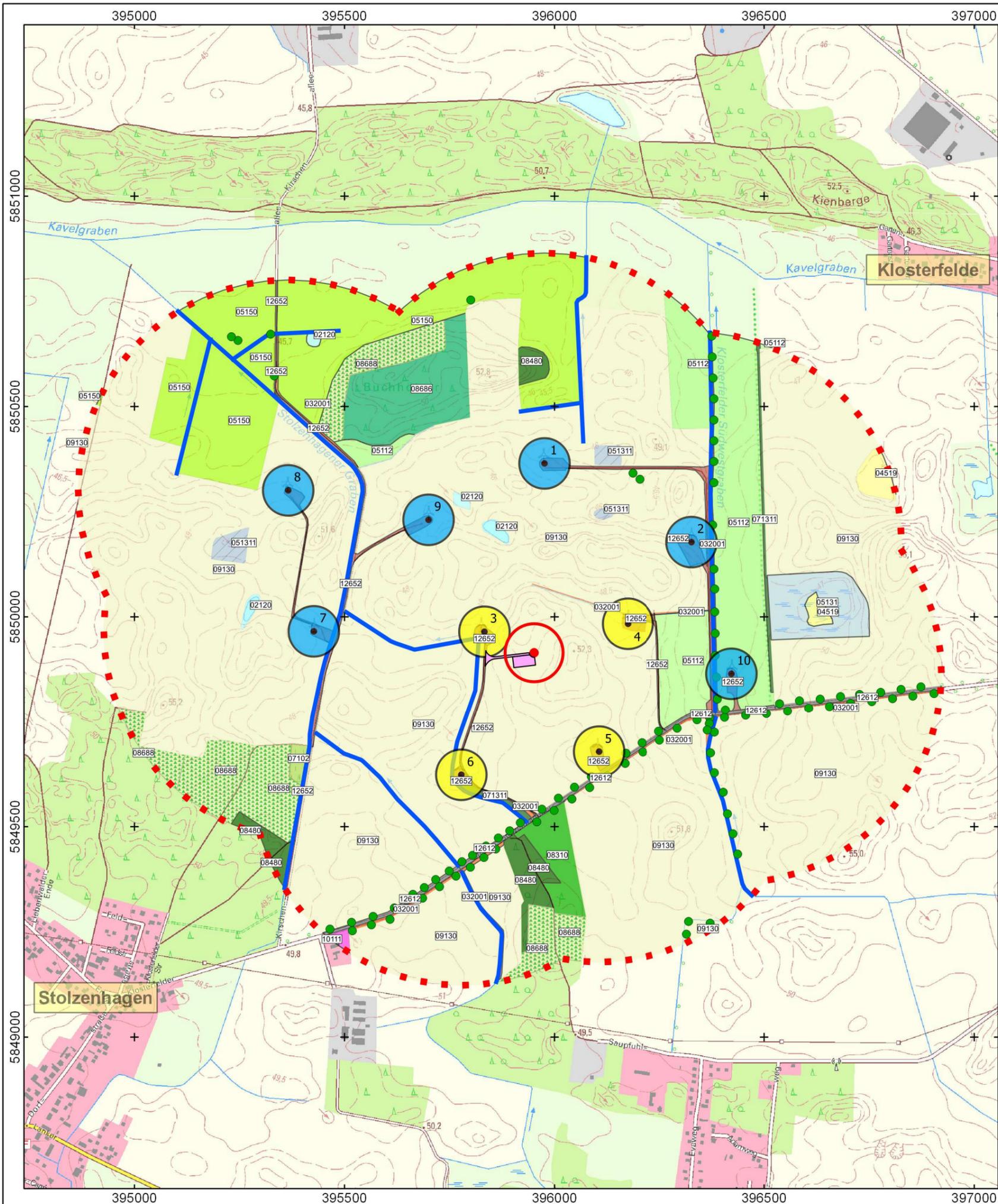
M 1 : 10 000

Legende

- Geplante WEA
 - Vorhandene WEA
 - Geplanter Rückbau
- Planung
- Kranstellfläche mit Zuwegung (Schotterflächen)
 - WEA Fundament
 - Vom Rotor überstrichene Fläche

Kartenquelle: GDI Brandenburg

Projekt/Bauvorhaben Unterlagen zur UVP-Vorprüfung Rückbau von 4 WEA und Errichtung und Betrieb einer WEA im Windpark Klosterfelde		Auftraggeber/Bauherr umweltplan projekt GmbH An der Plansche 4 16321 Bernau	
Planbezeichnung Lageplan des Vorhabensgebietes		Maßstab 1 : 30 000/ 1 : 10 000	Plan/Blatt-Nr. 2
Alexander Hohmuth UMWELTPLANUNG Mühlenstraße 17A 07580 Ronneburg		bearbeitet und gezeichnet: A. Hohmuth Datum: 20.04.2021 Unterschrift: <i>A. Hohmuth</i>	



Legende

■ ■ ■ ■ ■ Untersuchungsgebiet (500 m Radius)

Biotop- und Nutzungstypen/Code

- 02120 Sölle
- 032001 ruderele Pionier-, Gras- und Staudenfluren
- 04519 Röhrichte eutropher bis polytropher Moore und Sümpfe
- 05112 Frischwiesen
- 05131 Grünlandbrachen feuchter Standorte
- 051311 Grünlandbrachen feuchter Standorte; von Schilf dominiert
- 05150 Intensivgrasland
- 07102 Laubgebüsche frischer Standorte
- 071311 Eichenforst
- 08310 Kiefernforst
- 08480 Kiefern-Birkenforst
- 08686 Kiefern-Laub-Mischbestand
- 08688 intensiv genutzte Äcker
- 09130 Gärten
- 10111 Einzel- und Reihenhausbebauung mit Ziergärten
- 12261 Weg mit wasserdurchlässiger Befestigung
- 12612 Hecke, geschlossen, überwiegend heimische Gehölze
- 12652 Straßen mit Asphalt- oder Betondecken
- 07140/07150 Alleen/Baumreihen/Solitärbäume/Baumgruppen
- 01133 Graben

Planung

- WEA-Fundament
- Vom Rotor überstrichene Fläche
- Zuwegung und Kranstellfläche

Bestand

- Vorhandene WEA
- Geplanter Rückbau

Kartenquelle: GDI Brandenburg

Projekt/Bauvorhaben Unterlagen zur UVP-Vorprüfung Rückbau von 4 WEA und Errichtung und Betrieb einer WEA im Windpark Klosterfelde		Auftraggeber/Bauherr umweltplan projekt GmbH An der Plansche 4 16321 Bernau	
Planbezeichnung Lageplan der Biotop- und Nutzungstypen		Maßstab 1 : 10 000	Plan/Blatt-Nr. 3
Alexander Hohmuth UMWELTPLANUNG Mühlenstraße 17A 07580 Ronneburg		bearbeitet und gezeichnet: A. Hohmuth Datum: 20.04.2021 Unterschrift:	

16.1.1 Standorte der Anlagen

Betriebsinterne Bezeichnung der Anlage	ETRS-89/UTM Koordinaten		WGS-84-Koordinaten						Gemarkung	Flur	Flurstücke	Richtfunk- strecke verläuft durch den Einflussbe- reich der Anlage	AZ /Vorgangsnr. der Bundes- netzagentur zur Voranfrage "Mögliche Richtfunkbe- einträchtigung"
	Ostwert	Nordwert	Breitengrad (Latitude)			Längengrad (Longitude)							
			Grad °	Minuten '	Sekunden " (Nord)	Grad °	Minuten '	Sekunden " (Ost)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Klosterfelde Repower	33395951	5849914										<input type="checkbox"/>	

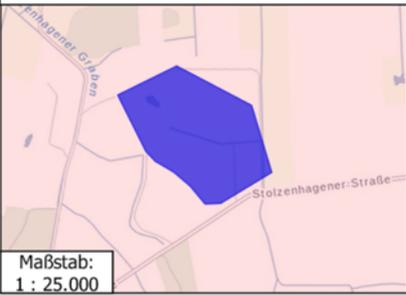
16.1.2 Raumordnung/Zielabweichung/Regionalplanung

Anlagen:

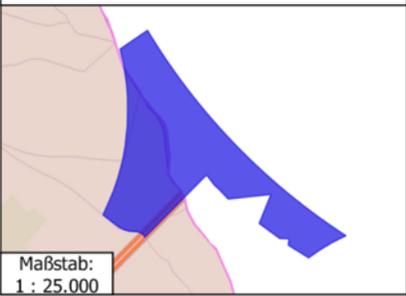
- B-Plangebiet Wind Gem. Wandlitz komplett Stand 02-2021.pdf
- 2020-10-27_B-PlanKlosterfeldegem_4Abs1.pdf

Gemeinde Wandlitz

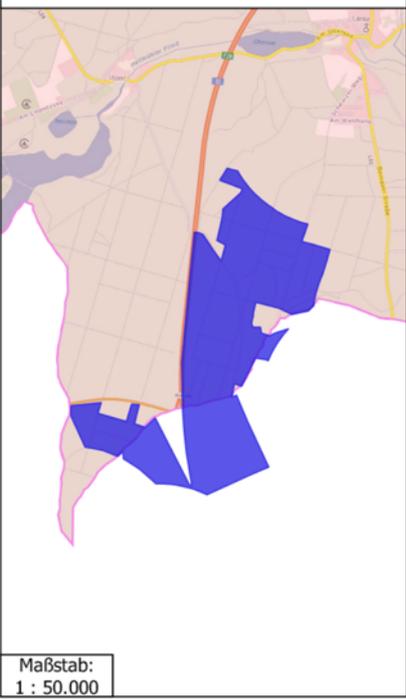
WEG Klosterfelde



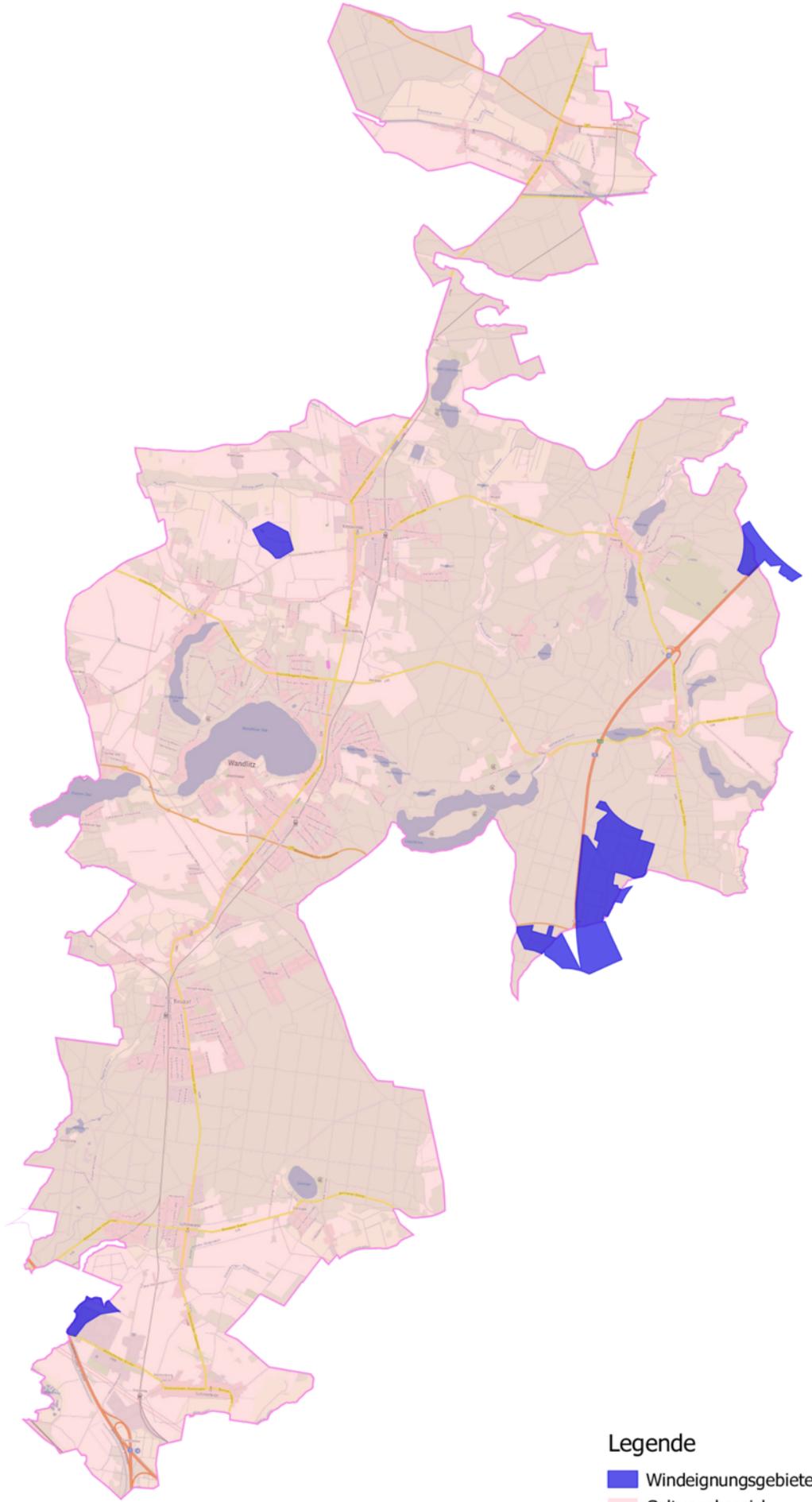
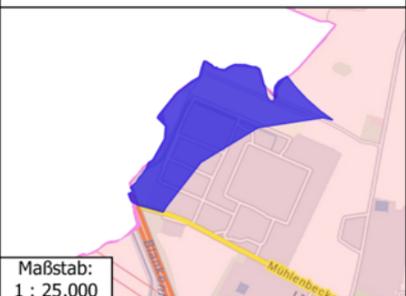
WEG Prenden



WEG Wandlitz



WEG Schönerlinde



Legende

- Windeignungsgebiete (WEG)
- Geltungsbereich

Karte

Bebauungsplan „Klosterfelder Hauptstraße 37“, Gemeinde Wandlitz, OT Klosterfelde

Prüfung und Abwägung der vorgebrachten Änderungen zur Beteiligung der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange gemäß § 4 Abs.1 BauGB

Stand: 28. Oktober 2020

Vorbemerkung

Die Unterlagen zur frühzeitigen Beteiligung der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange gemäß § 4 Abs.1 BauGB wurden am 03.08.2020 an insgesamt 31 Behörden und sonstige Träger öffentlicher Belange verschickt. Die Beteiligungsfrist endete am 09.09.2020.

Insgesamt haben 19 Behörden und Träger öffentlicher Belange eine schriftliche Stellungnahme abgegeben. 12 Behörden und Träger öffentlicher Belange haben sich nicht zu den Planungen geäußert. Davon erhielten (...) Stellungnahmen abwägungsrelevante Belange. Der überwiegende Anteil der Stellungnahmen wurde entweder berücksichtigt oder hatte keinen planrelevanten Inhalt.

Grundlage der Beteiligung bildete ein Vorentwurf der Planzeichnung sowie der Begründung. (Stand: Juli 2020)

Fazit

Aufgrund der Ergebnisse der Beteiligung der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange ergeben sich im wesentlichen folgender Änderungs- und Konkretisierungsbedarf:

Die Planung wird in folgenden Punkten geändert:

Die Planung wird in folgenden Punkten konkretisiert:

Inhalt

Tabelle 1: Übersicht der beteiligten Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange

Tabelle 2: Abwägung der Stellungnahmen aus der Behördenbeteiligung und der Beteiligung der sonstigen Träger öffentlicher Belange

Tabelle 1: Übersicht der beteiligten Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange

Nr.	Stellungnahme		Keine Stellungnahme	Beteiligte in Kurzform
	Einwand	Hinweise		
1		X		Landkreis Barnim, Amt für nachhaltige Entwicklung, Bau, Kataster und Vermessung
2		X		Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg, Referat GL 5
3		X		Regionale Planungsgemeinschaft Uckermark-Barnim
4			X	Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Regionalabteilung
5			X	Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung
6		X		Wasser- und Bodenverband „Schnelle Havel“
7		X		Landesbüro anerkannter Naturschutzverbände GbR
8			X	Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, Abt. Bodendenkmalpflege
9			X	Landesbetrieb Forst Brandenburg, Untere Forstbehörde (Oberförsterei Eberswalde)
10		X		Deutsches Geoforschungszentrum (GFZ)
11			X	E.ON e.dis AG, Regionalbereich Ost
12		X		EWE Netz GmbH
13		X		Deutsche Telekom Technik GmbH
14		X		Niederbarnimer Wasser- und Abwasserzweckverband
15		X		Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe
16			X	Finanzamt Eberswalde
17		X		GDMcom mbH
18		X		Zentraldienst Polizei Brandenburg, Kampfmittelbeseitigungsdienst
19		X		Land Brandenburg Landesbetrieb Straßenwesen
20		X		Landesamt für Bauen und Verkehr
21			X	NEB Betriebsgesellschaft mbH
22			X	Gemeinde Schorfheide
23		X		Amt Biesenthal – Barnim
24			X	Stadt Liebenwalde
25			X	Gemeinde Mühlenbecker Land
26			X	Stadtverwaltung Oranienburg
27			X	Stadtverwaltung Bernau

28		X		Gemeinde Panketal
29		X		Bezirksamt Pankow
30		X		Landesamt für Umwelt, Abt. Technischer Umweltschutz 2
31		X		Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, Abt. Denkmalpflege

Tabelle 2: Abwägung der Stellungnahmen aus der Behördenbeteiligung und der Beteiligung der sonstigen Träger öffentlicher Belange

Die vorgebrachten Äußerungen der Träger öffentlicher Belange werden von der Gemeinde wie folgt geprüft und abgewogen:

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
1.	Landkreis Barnim, Amt für nachhaltige Entwicklung, Bau, Kataster und Vermessung Schreiben vom: 14.09.2020 Eingegangen am: 15.09.2020	Für die Beteiligung zum o.g. Vorhaben danken wir. Wir bitten darum, dass zukünftige Schreiben ans Amt für nachhaltige Entwicklung, Bau, Kataster und Vermessung gerichtet werden.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen. Im Zuge der Beteiligung der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange gemäß § 4 Abs.2 BauGB wird die Bitte um Stellungnahme an das Amt für nachhaltige Entwicklung, Bau, Kataster und Vermessung gerichtet.
1.1		Im Vorfeld möchte ich darauf hinweisen, dass wir im weiteren Verfahren um die Zusendung des Abwägungsprotokolls bitten.	Nach Abschluss der Abwägung der vorgebrachten Träger öffentlicher Belange, wird das Abwägungsprotokoll dem Amt für nachhaltige Entwicklung, Bau, Kataster und Vermessung gesandt.
1.2		Das Plangebiet wurde zuvor als Standort für die Holzverarbeitung und der Produktion für Küchenmöbel genutzt. Es a. 6,6 ha groß. Die Planungsziele sind noch sehr unklar. Die Eigentümerin beabsichtigt eine vielfältige Nutzung mit dem Schwerpunkt für Wohnen zu entwickeln und die Erschließung zu sichern.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
1.3		Seitens der betroffenen Ämter des Landkreises Barnim werden zur o.g. Planvorentwurfsunterlage nachfolgende Hinweise gegeben, um deren Berücksichtigung im weiteren Verfahren gebeten wird.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
1.4	Untere Abfallwirtschaftsbehörde (UAWB)	Ansprechpartner ist Herr Strümpel, Tel. 03334 214-1580	

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
1.4.1		<p>Für die vorhandenen baulichen Anlagen ist auf Grund der Vorbelastung vor Abriss/Baubeginn eine Gefahrstofferkundung (Schadstoffkataster) vorzunehmen. Es ist ein Rückbau — und Entsorgungskonzept zu erstellen und der Unteren Abfallbehörde (UAWB) vorzulegen. Darin soll insbesondere auf den Umgang mit und die Entsorgung von gefährlichen Baustoffen wie bspw. Asbest, KMF, Dachpappe und AIV-Holz eingegangen werden. Die Bewertung der Asbestbelastung hat durch einen Sachverständigen in Hinblick auf die Einhaltung der TRGS 519 (Technische Regeln für Gefahrstoffe) zu erfolgen.</p>	<p>Betreffend: Vorhabenträger</p> <p>Maßnahmen: Gefahrstofferkundung; Rückbau- und Entsorgungskonzept</p>
1.4.2		<p>Bei den Baumaßnahmen aufzunehmender Boden bzw. beim Rückbau von Gebäuden anfallende Bau- und Abbruchabfälle sind gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz als Abfall einzustufen und entsprechend separat zu lagern. Das Material ist, nach Herkunft getrennt, auf mögliche Schadstoffbelastungen zu bewerten und bei Anhaltspunkten zu untersuchen (Deklarationsanalyse nach den „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“ der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA)).</p>	<p>Der Hinweis wird zu Kenntnis genommen.</p> <p>Hinweise zur Untersuchung, Einstufung und Lagerung von Baumaterialien bilden keine Regelungsbestandteil des Bebauungsplanes, sondern sind in der Ausführungs- und Genehmigungsplanung zu berücksichtigen. Die Vorhabenträgerin wird über den Inhalt der Stellungnahme informiert.</p>
1.4.3		<p>Im Ergebnis ist eine Abfalleinstufung gemäß Abfallverzeichnisverordnung (AVV) vorzunehmen. Die Analysen sind dem Bodenschutzamt vorzulegen und die vorgesehenen Entsorgungswege zu benennen und im Nachgang zu dokumentieren. Nach § 47 Abs. 1 KrWG unterliegt die Abfallbewirtschaftung der allgemeinen Überwachung durch die zuständige Behörde. Die in § 47 Abs. 3 S. 1 KrWG genannten Pflichtigen haben der UAWB auf Verlangen Auskunft zu erteilen. Abfälle im Sinne § 3 Abs. 1 KrWG sind alle Stoffe oder Gegenstände, derer sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Erzeuger und Besitzer von</p>	<p>Betreffend: Vorhabenträger</p> <p>Maßnahmen: Abfalleinstufung</p>

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		<p>Abfällen sind verpflichtet, diese entsprechend den §§ 7-14 KrWG zu verwerten oder gemäß den §§ 15, 16 KrWG zu beseitigen. Die Überlassungspflicht gegenüber dem Öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (§ 17 Abs. 1 KrWG) bleibt unberührt. Problemabfälle wie beispielsweise verunreinigter Bauschutt und Boden, Dachpappe, kohlenleerhaltige Bitumengemische, Brandabfälle, Altholz das gefährliche Stoffe enthält, Asbest und Dämmmaterialien sind aufgrund ihres Schadstoffgehaltes gemäß § 48 KrWG i.V.m. der Abfallverzeichnisverordnung (AVV) und dem Erlass Nr. 5/1/12 des MUGV vom 23. März 2012 als gefährliche Abfälle einzuordnen. Wenn nicht per Deklarationsanalyse gegenteiliges nachgewiesen wird, sind diese Abfälle der Sonderabfallgesellschaft Brandenburg-Berlin mbH, Großbeerenstr. 231, 14480 Potsdam anzudienen. Erzeuger oder Besitzer von gefährlichen Abfällen, Entsorgungsträger oder mit der Entsorgung beauftragte Dritte sind verpflichtet, gefährliche Abfälle gemäß Sonderabfallentsorgungsverordnung (SAbfEV) der SBB -Sonderabfallgesellschaft Brandenburg/Berlin mbH- anzudienen (vgl. § 48 KrWG). Für die ordnungsgemäße Untersuchung, Einstufung, Getrennthaltung, Nachweisführung und Entsorgung der Abbruchabfälle ist der Abfallerzeuger/-besitzer verantwortlich. Abfallerzeuger/-besitzer haben abfallrechtliche Nachweis- und Dokumentationspflichten, abgestuft nach der Gefährlichkeit der entstehenden Abfälle. Es gilt die Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (NachwV). Abfallerzeuger und Besitzer können Dritte mit der Erfüllung ihrer Pflichten beauftragen (§ 22 KrWG). Ihre Verantwortlichkeit für die Pflichten nach §§ 7, 15 KrWG sowie die Überlassungspflicht gegenüber dem Öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (§ 17 Abs. 1 KrWG) bleiben bis um Erfolg der Entsorgung</p>	

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		<p>unberührt. Vor der Übergabe von Abfällen sollte daher überprüft werden, dass der Sammler, Beförderer, Händler und Makler von Abfällen den Betrieb gemäß § 53 KrWG angezeigt hat und dieser nicht untersagt worden ist bzw. die Auflagen der zuständigen Behörde eingehalten werden. Der Abfallerzeuger/-besitzer hat sich vor der Übergabe von gefährlichen Abfällen davon zu überzeugen, dass die erforderliche Erlaubnis nach § 54 KrWG vorliegt oder es sich um einen Entsorgungsbetrieb gemäß § 56 KrWG handelt und dieser für die erlaubnispflichtige Tätigkeit zertifiziert ist (Vgl. AbfAEV).</p>	
1.5	Untere Bodenschutzbehörde (UB)	Ansprechpartner ist Herr Dieckmann, Tel: 03334 214-1515	
1.5.1		<p>Das Bauvorhaben ist auf der Fläche „S 28/09 HVW (Küchenmöbel) Klosterfelde" geplant. Aufgrund der historischen Nutzung ist von Vorbelastungen auszugehen. Daher wird die Fläche im Altlastenkataster des Landkreises Barnim geführt. In diesem Bodeninformationssystem (Bodenschutz, Bodengeologie, Altlasten) des Landes Brandenburg erheben und erfassen die zuständigen Behörden die erforderlichen Informationen über altlastverdächtige Flächen und Altlasten (§ 29 BbgAbfBodG).</p>	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen. Keine Abwägung erforderlich.
1.5.2		<p>Bei allen Baumaßnahmen, die einen Eingriff in den Boden erfordern, ist auf organoleptische Auffälligkeiten (Farbe, Geruch, Beschaffenheit, Material) zu achten. Werden diese festgestellt, so ist umgehend und unaufgefordert das Bodenschutzamt, Am Markt 1, 16225 Eberswalde zu informieren (§ 31 Abs. 1 BbgAbfBodG). Die in § 4 Abs. 3, 6 des BBodSchG genannten Personen sind nach Maßgabe des § 31 Abs. 1 BbgAbfBodG verpflichtet, konkrete Anhaltspunkte für</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p> <p>Innerhalb der Begründung zum Bebauungsplan wird der Hinweis eingefügt, dass jede Auffälligkeit in Bezug auf Bodenkontaminationen oder der Auffindung von Altablagerungen unverzüglich der unteren Bodenschutzbehörde mitzuteilen ist (§§ 31 ff. Brandenburgisches Abfall- und Bodenschutzgesetz).</p>

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung oder Alt last unverzüglich der zuständigen Behörde anzuzeigen.	
1.5.3		Die Anordnung weiterer Maßnahmen behält sich die UB ausdrücklich vor. Da die Auswirkungen des Vorhabens (z.B. im Hinblick auf Kontaminationen durch Schadstoffe) nicht voll absehbar sind, ergeht die Entscheidung über das Vorhaben gemäß § 36 Abs. 2 Nr. 5 VwVfG unter dem Vorbehalt der nachträglichen Aufnahme, Änderung oder Ergänzung einer Auflage.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen. Keine Abwägung erforderlich.
1.6	Untere Wasserbehörde (UWB)	Ansprechpartnerin ist Frau Kylau, Tel. 03334 214-1519	
1.6.1		Die Aussagen zur Ver- und Entsorgung sind in der weiteren Planungsphase detailliert darzustellen.	Der Hinweis wird zu Kenntnis genommen. Keine Abwägung erforderlich.
1.6.2		Es wird darauf hingewiesen, dass aufgrund sinkender Grundwasserstände zukünftig nur noch eingeschränkt Hausbrunnen für die Gartenbewässerung durch die Untere Wasserbehörde zugelassen werden. Deshalb ist die Errichtung von Regenwasserspeichern für die Gartenbewässerung zwingend festzusetzen.	<p>Anmerkung: VGH München, Beschl. V. 13.04.2018 – 9 NE 17.1222</p> <p>Leitsatz 4: Hinsichtlich der Verpflichtung zur Zwischenspeicherung des Niederschlagswassers in Zisternen zur Ermöglichung einer Brauchwassernutzung fehlt es mangels eines bodenrechtlichen Bezugs an einer Rechtsgrundlage in § 9 Abs.1 BauGB.</p> <p>Ggf. Gegenstand des städtebaulichen Vertrages (Nachbarschutz)</p>
1.6.3		Die Versiegelung ist auf ein Mindestmaß zu beschränken; bestehende Vollversiegelungen, z.B. bei Verkehrsflächen sind rückzubauen. Die Verkehrsflächen	

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		(Zufahrten und Stellflächen) sind aus wasserdurchlässigen Belägen herzustellen (§ 54 BbgWG).	
1.6.4		Die wasserrechtliche Erlaubnis für die Ableitung von Niederschlagswasser in den Kavelgraben ist erloschen, eine Erlaubnis in dem bisherigen Umfang wird nicht mehr erteilt.	
1.6.5		Die Oberflächengewässer innerhalb des B-Planes (Kleingewässer, Kavelgraben) und das Söll westlich des B-Planes sind zu renaturieren und in die Oberflächenentwässerung einzubeziehen. In niederschlagsreichen Perioden sollte das gesamte Rückhaltevolumen der Gewässer genutzt werden, um in niederschlagsarmen Zeiten einen Mindestwasserstand zu sichern. Gemäß § 54 ist vorzugsweise zu versickern, die Schadstofffreiheit unterhalb der Sickerflächen ist zu garantieren.	
1.6.6		Ein umfangreiches Baugrundgutachten ist im frühen Planungsstadium erforderlich.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
1.6.7		Die Netzerweiterung der Schmutzwasserkanalisation ist gemäß 71 BbgWG gesondert bei der Unteren Wasserbehörde zu beantragen.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
1.7	Amt für nachhaltige Entwicklung, Bau, Kataster und Vermessung Bereich Bauleitplanung	Ansprechpartnerin ist Frau Jenichen, Tel. 03334 214-1860	

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
1.7.1		<p>Im rechtskräftigen Teil-Flächennutzungsplan der Gemarkung Klosterfelde ist eine „gemischte Baufläche“ und im derzeit vorliegenden Entwurf zum Gesamt-Flächennutzungsplan der Gemeinde Wandlitz, Ortsteil Klosterfelde ist das Gebiet des o. g. BP's als „gewerbliche Baufläche“ dargestellt. Dem Entwicklungsgebot des Bebauungsplanes aus dem Flächennutzungsplan nach § 8 Abs. 2 Baugesetzbuch (BauGB) muss im weiteren Verfahren nachgekommen werden.</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p>
1.7.2		<p>Sollte der räumliche Geltungsbereich während des Verfahrens geändert werden, wie auf Seite 6 unter Punkt 1.3 Gegenstand der Planung beschrieben ist, ist der Aufstellungsbeschluss neu zu fassen. Aus städtebaulicher Sicht wird die z.Z. untersuchte Erweiterung des Geltungsbereiches im Nordosten, das ehemalige Verwaltungsgebäude in den Geltungsbereich einzubeziehen, sehr begrüßt. Nicht zuletzt könnte damit eine zweite verkehrliche Erschließung betrachtet werden. Die bisherige verkehrliche Erschließung über nur eine Zu- und Abfahrt scheint einer nachhaltigen Entwicklung des Gebietes nicht angemessen und sollte dringend hinterfragt werden.</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen. Die Frage der Erschließung wird im weiteren Verfahren näher untersucht.</p>
1.7.3		<p>Bauleitpläne sollen eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung gewährleisten (§ 1 Abs. 5 BauGB). Dies ist bei der vorliegenden geplanten Erschließungsanbindung an das örtliche Verkehrsnetz nicht gegeben.</p> <p>Ein neues Quartier mit vielfältigen Nutzungen und dem Schwerpunkt Wohnen mit einer Stichstraße/Sackgasse zu erschließen, sollte lediglich als Ausnahme eine Lösung für vorhandene Grundstücke sein, die über keine anderen Möglichkeiten der Erschließung verfügen. Bauleitpläne sollen eine nachhaltige</p>	<p>Betreffend: Hoffmann Leichter (Verkehrsplaner)</p>

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		<p>städtebauliche Entwicklung gewährleisten (§ 1 Abs. 5 BauGB). Dies ist bei der vorliegenden geplanten Erschließungsvariante nicht gegeben.</p> <p>Das Hauptziel bei einer Planung von Straßen ist die Verträglichkeit der Nutzungsansprüche untereinander und die Verkehrssicherheit. Diese Verträglichkeit muss unter Berücksichtigung gestalterischer und ökologischer Belange angestrebt werden. Die Nutzungsansprüche ergeben sich durch die Nutzer selber, der Unterbringung von Leitungen, den Belangen der Versorgungs-, Straßenunterhaltungs- und Notdienstfahrzeugen (Müllabfuhr, Straßenreinigung, Schneeräumung, Feuerwehr). Damit die Müllabfuhr problemlos funktioniert, ist die Anlage neu herzustellender Stichstraßen zu vermeiden (siehe auch Arbeitshilfe für Gestaltung und Bau von Gemeindestraßen; Gemeindestraßen-Leitfaden Brandenburg). Die geplante Erschließung der Baugrundstücke mittels Stichstraße (Sackgassen) kann aus Sicht einer städtebaulichen Ordnung nicht mitgetragen werden.</p>	
		<p>Es wird im Sinne einer nachhaltigen städtebaulichen Entwicklung und auch wirtschaftlichen Bodennutzung empfohlen, die verkehrliche Erschließung so zu planen, dass eine zweite Ausfahrt existiert.</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p> <p>Die Frage der Erschließung wird im weiteren Verfahren näher untersucht.</p>
1.7.4		<p>Üblicherweise sollte der Vorentwurf zum Bebauungsplan eine erste vollständige Überplanung des Plangebietes darstellen. Auch wenn das städtebauliche Konzept noch sehr vage ist, fehlt es hier an einer verständlichen Grundlage. Der städtebauliche Entwurf kann auch in Alternativen münden, um sachgerecht die qualitativste Lösung herauszufiltern zu können.</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p> <p>Die Beteiligung erfolgt in einer frühen Phase, um Hinweise für die Zielfindung und den Untersuchungsumfang notwendiger Gutachten besser benennen zu können.</p>

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		Noch ist unklar, was die Gemeinde Wandlitz konkret entwickeln möchte. Auch ist die Positionierung entsprechend zu begründen.	
1.7.5		Für das städtebauliche Konzept sind die Klassifizierungen (Allgemeines Wohngebiet/Mischgebiet) der umliegenden Wohnbereiche zu bestimmen. Die Einstufung der Nutzungsart ist maßgeblich für die Festsetzungen im Bebauungsplangebiet, insbesondere, wenn mit Lärmbelastigungen (DIN 18005) umzugehen ist (Konfliktbewältigung).	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen. Im Rahmen des Planverfahrens wird ein Lärmgutachten erstellt.
1.7.6		In diesem Zusammenhang ist auch das westliche Windeignungsgebiet zu betrachten.	Es erfolgt eine gutachterliche Betrachtung hinsichtlich möglicher Störeinflüsse der Windkraftanlagen.
1.7.7		Auf dem Original des Bebauungsplanes ist die folgende vermessungs- und katasterrechtliche Bescheinigung unter Verfahrensvermerke gemäß der Verwaltungsvorschrift zur Herstellung von Planunterlagen vom 16. April 2018 erforderlich: „Die verwendete Planunterlage enthält den Inhalt des Liegenschaftskatasters mit Stand vom TT.MM.JJJJ und weist die planungsrelevanten baulichen Anlagen sowie Straßen, Wege und Plätze vollständig nach. Sie ist hinsichtlich der planungsrelevanten Bestandteile geometrisch eindeutig. Die Übertragbarkeit der neu zu bildenden Grenzen in die Örtlichkeit ist eindeutig möglich.“	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen. Ein entsprechender Hinweis wird aufgenommen
1.7.8		Bei der weiteren Bearbeitung ist das Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetz-Gesetz), welches seit dem 10. November 2016 rechtskräftig ist, zu berücksichtigen. Daher gelten für die Eigentümer und Betreiber öffentlicher Versorgungs- und Telekommunikationsnetze und	Betreffend: Vorhabenträger

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		<p>die Kommunen neue Pflichten, aber auch neue Rechte.</p> <p>Dementsprechend ist bei jeder geplanten Baustelle im Bereich Straßen-, Schienennetz- und Gebäudeausbau sowie privaten und gewerblichen Neubaugebieten der weitere Bedarf für den Breitbandausbau durch Mitverlegung von Glasfaserkabeln verpflichtend und nachweislich zu prüfen. Für öffentlich finanzierte Bauarbeiten besteht nunmehr eine Koordinierungsverpflichtung bzw. eine Verpflichtung zur Mitverlegung von Leerrohren für Glasfaserkabel. In diesem Zusammenhang tritt die Bundesnetzagentur als zentrale Informationsstelle für den notwendigen Austausch (Infrastruktur-/Baustellenatlas für den Breitbandausbau) gem. § 77h Telekommunikationsgesetz (TKG) auf (Tel. 0800/8111777 oder E-Mail infrastruktureasgnetza.de).</p>	
1.8	Untere Denkmalschutzbehörde	Ansprechpartnerin ist Frau Thürling, Tel. 03334 214-1385	
1.8.1		<p>Baudenkmalschutz</p> <p>Im Plangebiet befinden sich keine Baudenkmale. Belange des Baudenkmalschutzes sind daher nicht betroffen.</p>	Keine Bedenken. Keine Abwägung erforderlich.
1.8.2		<p>Bodendenkmalschutz</p> <p>Wie bereits dargestellt, befindet sich der östliche Teil im Bereich des bekannten Bodendenkmals „Kirche deutsches Mittelalter, Kirche Neuzeit, Friedhof deutsches Mittelalter, Friedhof Neuzeit, Dorfkern deutsches Mittelalter, Dorfkern Neuzeit, Mühle Neuzeit“, welches unter der Nummer 40616 in die Denkmalliste des Landes Brandenburg eingetragen ist.</p> <p>Es kann nicht genau gesagt werden, bis zu welcher Eingriffstiefe das Bodendenkmal nicht beeinträchtigt</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p> <p>Die Zentimeterangabe im Abschnitt „7.6 Sach- und Kulturgüter“; Unterpunkt „Auswirkungen/Empfehlungen“, wird aus dem Text gestrichen.</p>

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		<p>wird oder nicht mit einer archäologischen Begleitung zu rechnen ist. In bereits gestörten Bereichen ist eher weniger mit Funden zu rechnen, dies kann jedoch auch nicht ausgeschlossen werden. Daher ist die Zentimeterangabe bei „Auswirkungen/ Empfehlungen“ unter „7.6 Sach- und Kulturgüter“ aus dem Text zu streichen.</p>	
1.9	Untere Straßenverkehrsbehörde	Ansprechpartnerin ist Frau Bessel, Tel. 03334 214 1413	
1.9.1		Gegen den Vorentwurf zum BP bestehen seitens der Unteren Straßenverkehrsbehörde keine Einwände, folgender Hinweis ist jedoch bei der weiteren Planung zu beachten:	
1.9.2		<p>Die Aufstellung amtlicher Verkehrszeichen erfordert stets eine verkehrsregelnde Anordnung nach § 45 der Straßenverkehrsordnung (StVO) durch die Untere Straßenverkehrsbehörde, die in einem separaten Verfahren zu prüfen ist. Hierzu ist ein schriftlicher Antrag, mit Markierungs- und Beschilderungsplan bei der Unteren Straßenverkehrsbehörde, Am Markt 1/Haus E, 16225 Eberswalde einzureichen.</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p> <p>Die Aufstellung bzw. das Verfahren zur Aufstellung amtlicher Verkehrszeichen bildet kein Regelungsgegenstand des Bebauungsplans, sondern ist in der Genehmigungs- bzw. Ausführungsplanung zu berücksichtigen. Der Vorhabenträger wird über den Inhalt der Stellungnahme informiert.</p>
1.9.3		<p>Die äußere Erschließung ist durch die Anbindung an die L 100 gesichert. Im weiteren Verfahren muss ein Konzept zur inneren Erschließung erarbeitet werden. Da es sich künftig vorrangig um Wohnbebauung handelt, so bietet sich die Errichtung einer Tempo 30 Zone an. Hierbei sind bei der baulichen Herstellung der Verkehrsflächen die Vorgaben der RaST 06 zu berücksichtigen.</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p> <p>Aufbauend auf ersten grundsätzlichen Studien, welche in der Begründung zum Bebauungsplan im Abschnitt 2.1 komprimiert abgebildet sind, erfolgt derzeit die Entwicklung eines städtebaulich-architektonischen Konzepts durch das Büro Realace. Ein Schwerpunkt des Konzeptes bildet dabei die innere Erschließung des Plangebietes. Die Vorgaben der RaST 06 finden bei der</p>

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
			Planung von Verkehrsflächen stets Berücksichtigung. Die konkrete Festlegung von Verkehrsgeschwindigkeiten (Tempo 30), bildet hingegen keine Regelungsgegenstand der Bauleitplanung und wird daher nur als empfehlender Hinweis in die weitere Planung eingestellt.
1.9.4		Da durch das Vorhaben öffentliche Verkehrsflächen betroffen sein werden, ist vom beauftragten Bauunternehmen bei der Unteren Straßenverkehrsbehörde gem. § 45 (6) StVO rechtzeitig ein Antrag auf verkehrsrechtliche Anordnung zur Sicherung der Arbeitsstelle(n) einzureichen. Es ist mit einer Bearbeitungszeit von ca. 3 Wochen zu rechnen.	Betreffend: Vorhabenträger
1.10	Untere Bauaufsichtsbehörde	Ansprechpartnerin ist Frau Garrels, Tel: 03334 214 1368	
1.10.1		Der vorliegende Vorentwurf zum Bebauungsplan „Klosterfelder-Hauptstraße 37“ ist bislang noch sehr wenig konkret. Daher können in der Stellungnahme nur allgemeine Hinweise gemacht werden. Das Quartier lediglich über eine Zu-/Abfahrt zu erschließen ist städtebaulich keine gute Lösung. Im weiteren Planungsprozess ist ein Verkehrskonzept zu entwickeln, in diesem ist die mögliche Belastung der Anlieger, insbesondere Klosterfelder Hauptstraße 39 (Flurstück 335) und 35 (Flurstücke 337 und 339) sowie 33 (Flurstück 148) und 31 (Flurstück 150) zu untersuchen. Alle Grundstücke sind mit einer Wohnbebauung, teilweise im rückwärtigen Grundstücksbereich bebaut. Das Ziel der Planung ist es eine klassische Mischgebietsnutzung zu etablieren. Die Erfahrungen aus anderen Bebauungsplänen zeigen, dass dieses Ziel kaum zu erreichen ist und nachträgliche Änderungen der Bebauungspläne erforderlich machen. Bei einem zu	Betreffend: Hoffmann Leichter (Verkehrsplaner)

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		hohen Anteil von Vorhaben, die ausschließlich dem Wohnen dienen, kann es dazu kommen, dass Restflächen, die dann überwiegend gewerblich genutzt werden müssten mangels Interessenten nicht bebaut werden können oder der Bebauungsplan wirkungslos wird. Die geplante Nutzung widerspricht der Darstellung im vorliegenden Entwurf des Gesamtflächennutzungsplanes. Je mehr unterschiedliche Nutzungen innerhalb eines kleinen Gebietes angesiedelt werden, desto größer ist das mögliche Konfliktpotential.	
1.11	Untere Naturschutzbehörde (UNB)	Ansprechpartner ist Herr Schuster, Tel. 03334 214 1543	
1.11.1		Eine abschließende Stellungnahme ist derzeit nicht möglich. Es wird aber grundsätzlich davon ausgegangen, dass die der Planung entgegenstehenden naturschutzrechtlichen Hindernisse (Artenschutz und Eingriffsregelung) ausgeräumt werden können.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen. Im Zuge des Planverfahrens wird ein Umweltbericht erstellt, der die genannten Belange berücksichtigt.
1.12		Folgende Ämter und Sachgebiete haben zum geplanten Verfahren keine Hinweise und Anregungen: Verbraucherschutz und Gesundheitsamt SG Bevölkerungsschutz Liegenschafts- und Schulverwaltungsamt Katasterbehörde	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
1.13		Der Landkreis Barnim begrüßt die Erarbeitung des o.g. Bebauungsplanes, der u.a. die planungsrechtlichen Voraussetzungen zur Entwicklung einer Brachfläche schaffen soll.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
1.14		Durch dieses Schreiben werden die aus anderen Rechtsgründen etwa erforderlichen Genehmigungen, Erlaubnisse, Bewilligungen, Zustimmungen oder Anzeigen nicht berührt oder ersetzt.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
1.15		Bei Veränderungen der dem Antrag auf Erteilung der Stellungnahme zugrunde liegenden Angaben, Unterlagen und abgegebenen Erklärungen wird diese ungültig.	
2.	<p>Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg, Referat GL 5</p> <p>Schreiben vom: 25.08.2020 Eingegangen am: 25.08.2020</p>	Es ist derzeit kein Widerspruch zu Zielen der Raumordnung zu erkennen.	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p> <p>Die Begründung wird um den Hinweis ergänzt, dass seitens der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg, derzeit kein Widerspruch zu Zielen der Raumordnung zu erkennen sind.</p>
2.1		Der Geltungsbereich des Bebauungsplans liegt nach der Festlegungskarte des LEP HR in dem Gestaltungsraum Siedlung, in dem nach Ziel 5.6 LEP HR die Entwicklung von Wohnsiedlungsflächen über die Eigenentwicklung hinaus möglich ist. Bei der Ausgestaltung des Gestaltungsraums Siedlung haben die Gemeinden große Spielräume. Somit steht die Planung zur Entwicklung eines „gemischt genutzten Quartiers mit dem Schwerpunkt Wohnen...“ auf einer ehemals gewerblich genutzten Fläche in dem Siedlungsgebiet des Ortsteils Klosterfelde nicht im Widerspruch zu der landesplanerischen Zielsetzung für den Gestaltungsraum Siedlung.	Keine Bedenken. Keine Abwägung erforderlich.
2.2		<p>Rechtliche Grundlagen zur Beurteilung der Planungsabsicht:</p> <p>Landesentwicklungsprogramm 2007 (LEPro 2007) vom 18.12.2007 (GVBl. I S. 235)</p> <p>Landesentwicklungsplan Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg (LEP HR) vom 29.04.2019 (GVBl. II, Nr. 35)</p>	Rein redaktionelle Hinweise. Keine Abwägung erforderlich.

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
2.3		<p>Bindungswirkung: Gemäß § 1 Abs. 4 BauGB sind Bauleitpläne an die Ziele der Raumordnung anzupassen. Die für die Planung relevanten Grundsätze der Raumordnung sind aus den o. g. Rechtsgrundlagen von der Kommune eigenständig zu ermitteln und im Rahmen der Abwägung angemessen zu berücksichtigen.</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen. Keine Abwägung erforderlich.</p>
2.4		<p>Hinweise: Zu Umweltaspekten gibt es von unserer Seite keine Hinweise. Eigene umweltbezogene Informationen liegen der GL nicht vor. Für elektronische Beteiligungen bitten wir, ausschließlich unser Referatspostfach gl5.post@gl.berlin-brandenburg.de zu nutzen. Informationen für den Fall der Erhebung personenbezogener Daten gemäß Artikel 13 der EU-Datenschutzgrundverordnung erhalten Sie über folgenden Link: https://gl.berlin-brandenburg.de/service/info-personenbezogene-daten-gl-5.pdf.</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen. Keine Abwägung erforderlich.</p>
3.	<p>Regionale Planungsgemeinschaft Uckermark – Barnim</p> <p>Schreiben vom: 01.09.2020 Eingegangen am: 04.09.2020</p>	<p>Die Regionalversammlung der Regionalen Planungsgemeinschaft Uckermark-Barnim stellte am 11. April 2016 den fortgeschriebenen sachlichen Teilregionalplan „Windnutzung, Rohstoffsicherung und -gewinnung“ als Satzung fest. Zu dieser Planfassung ist von der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg im Einvernehmen mit den fachlich betroffenen Ministerien mit Datum vom 27. Juli 2016 der Genehmigungsbescheid erteilt worden. Mit seiner Veröffentlichung im Amtsblatt für Brandenburg Nr. 4312016 vom 18. Oktober 2016 ist der Plan in Kraft getreten.</p> <p>Mit dem Regionalplan 2016 liegen für die Planungsregion Uckermark-Barnim verbindliche Ziele der</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p>

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		<p>Raumordnung zur Beurteilung von Planungen und Maßnahmen zur Errichtung von Windenergieanlagen sowie sonstigen Vorhaben, die mit der Errichtung von Windenergieanlagen in Zusammenhang stehen oder diese beeinträchtigen können, vor, die von öffentlichen und privaten Vorhabenträgern zu beachten sind.</p> <p>Mit der Festlegung von Windeignungsgebieten im Regionalplan soll die Errichtung von Windenergieanlagen in der Region Uckermark-Barnim auf raumordnerisch für die Windkraftnutzung geeignete Flächen gesteuert werden. Außerhalb dieser festgelegten Eignungsgebiete ist die Errichtung raumbedeutsamer Windenergieanlagen in der Regel ausgeschlossen.</p>	
3.1		<p>Wir weisen darauf hin, dass die geplante Wohnbaufläche „Klosterfelder Hauptstraße 37“ in räumlicher Nähe zum Windeignungsgebiet Klosterfelde liegt. Gemäß den Festlegungen des sachlichen Teilregionalplanes ist aus Gründen des vorsorgenden Immissionsschutzes zwischen Wohngebieten und Windeignungsgebieten ein Mindestabstand von 800 m einzuhalten. Da bereits im Regionalplan 2004 ein Windeignungsgebiet Klosterfelde festgelegt worden war, handelt es sich bei dem Windeignungsgebiet Klosterfelde nicht um eine erstmalige Festlegung und somit findet im vorliegenden Fall der 1.000 m-Mindestabstand für erstmalig festgelegte Windeignungsgebiete keine Anwendung.</p> <p>Der Geltungsbereich grenzt unmittelbar an den 800-m Abstand zum Windeignungsgebiet, eine Unterschreitung dieses Abstandes dieses Mindestabstandes zur geplanten Wohnbebauung scheint nicht notwendig. Der Geltungsbereich liegt jedoch zu großen Teilen unter 1.000 m zum Windeignungsgebiet Klosterfelde. Auf Grundlage der vorliegenden Planungsunterlagen lässt sich noch keine genauere Beurteilung der konkreten</p>	<p>Betreffend: Hoffmann Leichter (Immissionsschutz)</p>

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		<p>Abstände zwischen Wohnbauflächen und dem Eignungsgebiet für die Windenergienutzung vornehmen. Die Nähe zum Windeignungsgebiet und sich daraus ergebende Anforderungen an den Immissionsschutz sind im Vorentwurf zur Begründung des Bebauungsplans thematisiert. Eine weitere Auseinandersetzung damit sollte im Rahmen der Entwicklung des städtebaulichen Konzeptes erfolgen.</p>	
3.2		<p>Grundsätzlich gilt hierzu Folgendes:</p> <p>Eine „Grenze“ für eine „noch bebaubare Fläche“ oder auch eine „nicht bebaubare Abstandsfläche“ legt ein Regionalplan nicht fest. Die hier genannten Abstände bilden daher keine zwingend einzuhaltende Vorgabe für zukünftige Planungen im Bereich der Wohnbebauung. Eine Planung, die die Nutzung der Eignungsgebiete erkennbar unmöglich macht bzw. unverhältnismäßig einschränkt, würde jedoch eine negative raumordnerische Bewertung nach sich ziehen, da sich hieraus ein Verstoß gegen § 1 Abs. 4 BauGB ergeben würde. Dies lässt sich jedoch auf Basis des aktuellen Planstands nicht erkennen.</p>	
3.3		<p>Weitere Bedenken und Anregungen auf Grundlage des sachlichen Teilregionalplans „Windnutzung, Rohstoffsicherung und -gewinnung“ (in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Oktober 2016, veröffentlicht im Amtsblatt für Brandenburg Nr. 43 vom 18. Oktober 2016) existieren zu dem o.g. Plan nicht.</p>	
4.	Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Regionalabteilung		Keine Stellungnahme eingegangen.

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
5.	Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung		Keine Stellungnahme eingegangen.
6.	Wasser- und Bodenverband „Schnelle Havel“ Schreiben vom: 07.08.2020 Eingegangen am: 07.08.2020	<p>Das Planungsgebiet wird vom Kavelgraben (L 023) durchquert, der auf dem gesamten Grundstück verrohrt ist. Der WBV kann nicht die Tragfähigkeit der bestehenden RL einschätzen.</p> <p>Wir empfehlen daher eine Prüfung und bei Bedarf eine Erneuerung der Rohrlagerungsart.</p> <p>Wird der Kavelgraben, die Rohrleitung, von künftigen Kabeln/Leitungen gekreuzt, so fordern wir einen Verlegeabstand unterhalb der Rohrsohle von 1,5 m.</p> <p>Beabsichtigen Sie Baumaßnahmen im Bereich von 10 m Breite entlang der RL, so ist dies, wie auch jede Grabenkreuzung, gemäß Brandenburgischem Wassergesetz bei der unteren Wasserbehörde des Landkreises Barnim zu beantragen.</p>	<p>Betreffend: Vorhabenträger</p> <p>Maßnahmen: Prüfung bzw. bei Bedarf Erneuerung der Rohrlagerung.</p>
6.1		Das Brandenburgische Wassergesetz ist in die „Rechtsgrundlagen“ mit aufzunehmen.	

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
6.2		Die ungefähre Lage ist in der Karte (Anlage) dargestellt und anhand vorhandener Schächte lokalisierbar.	
7.	Landesbüro anerkannter Naturschutzverbände GbR Schreiben vom: 17.08.2020 Eingegangen am: 19.08.2020	Grundsätzliche Bedenken bestehen aus naturschutzfachlicher Sicht gegenüber einer Wiedernutzung dieses bereits deutlich urban vorgeprägten Gebietes nicht, vorausgesetzt die Belange von Natur und Landschaft werden ausreichend berücksichtigt.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen. Im Zuge des Planverfahrens wird ein Umweltbericht erstellt, der die genannten Belange berücksichtigt.
7.1		Derzeit ist noch nicht absehbar, welchen Umfang die zu erwartenden Eingriffe einnehmen werden und welche Kompensation hinsichtlich Art und Umfang notwendig ist. Die Verbände fordern daher aufbauend auf dem Umweltbericht die schutzgutbezogene Abarbeitung der Eingriffsregelung.	Betreffend: FPB (Umweltbericht)
7.2		Insbesondere der größtmögliche Erhalt wertvoller gebietsprägender Grünstrukturen und die Sicherung der oberflächen-Kleingewässer sollte vorrangig geprüft werden.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
7.3		Grundsätzlich wird gefordert: Die Eingriffe in den Baum- und Gehölzbestand sind weitestgehend zu minimieren und wenn nicht vermeidbar auszugleichen. Versiegelungen für Zuwegungen, Stellflächen etc. sind im Luft- und wasserdurchlässigen Aufbau zu errichten. Einzäunungen sind für Kleintiere durchlässig (sockellos) zu errichten. Für die Mehrversiegelung an Grundflächen sind Kompensationsmaßnahmen festzusetzen. Da diese möglicherweise auf dem betroffenen Grundstück nicht erfolgen können, sind geeignete Maßnahmen im	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen. Im Zuge des Planverfahrens wird ein Umweltbericht erstellt, der die genannten Belange berücksichtigt.

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		Gemeindegebiet zu prüfen. Bestenfalls wäre dies eine Entsiegelungsmaßnahme im Verhältnis 1:1. Anfallendes Oberflächenwasser ist auf dem Grundstück zu versickern. Außenbeleuchtung sollte insektenfreundlich gestaltet werden.	
7.4		Beim Vorliegen weiterer naturschutzfachlich relevanter Unterlagen bitten die Verbände um erneute Beteiligung am laufenden Verfahren. Wir sind dann gerne bereit abschließend Stellung zu beziehen.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen. Die Beteiligung erfolgt im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben,
8.	Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, Abt. Bodendenkmalpflege		Keine Stellungnahme eingegangen.
9.	Landesbetrieb Forst Brandenburg, Untere Forstbehörde (Oberförsterei Eberswalde)		Keine Stellungnahme eingegangen.
10.	Deutsches Geoforschungszentrum (GFZ) Schreiben vom: 12.08.2020 Eingegangen am: 12.08.2020	Zu Ihrer Anfrage teilen wir Ihnen gerne mit, dass die von Ihnen geplante Maßnahme unsere Interessen nicht berührt und wir insofern keine Einwände erheben.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
11.	E.ON e.dis AG, Regionalbereich Ost		Keine Stellungnahme eingegangen.
12.	<p>EWE Netz GmbH</p> <p>Schreiben vom: 14.08.2020 Eingegangen am: 14.08.2020</p>	<p>Im Plangebiet bzw. in unmittelbarer Nähe zum Plangebiet befinden sich Versorgungsleitungen und/oder Anlagen der EWE NETZ GmbH.</p> <p>Diese Leitungen und Anlagen sind in ihren Trassen (Lage) und Standorten (Bestand) grundsätzlich zu erhalten und dürfen weder beschädigt, überbaut, überpflanzt oder anderweitig gefährdet werden. Bitte stellen Sie sicher, dass diese Leitungen und Anlagen durch Ihr Vorhaben weder technisch noch rechtlich beeinträchtigt werden.</p> <p>Sollte sich durch Ihr Vorhaben die Notwendigkeit einer Anpassung unserer Anlagen, wie z.B. Änderungen, Beseitigung, Neuherstellung der Anlagen an anderem Ort (Versetzung) oder anderer Betriebsarbeiten ergeben, sollen dafür die gesetzlichen Vorgaben und die anerkannten Regeln der Technik gelten. Gleiches gilt auch für die gegebenenfalls notwendige Erschließung des Plangebietes mit Versorgungsleitungen und Anlagen durch EWE NETZ. Bitte planen Sie in diesem Fall Versorgungstreifen bzw. -korridore gemäß DIN 1998 (von min. 2,2 m für die Erschließung mit Telekommunikationslinien, Elektrizitäts- und Gasversorgungsleitungen) sowie die Bereitstellung notwendiger Stationsstellplätze mit ein.</p> <p>Die Kosten der Anpassungen bzw. Betriebsarbeiten sind von dem Vorhabenträger vollständig zu tragen</p>	<p>Betreffend: Vorhabenträger</p>

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		<p>und der EWE NETZ GmbH zu erstatten, es sei denn der Vorhabenträger und die EWE NETZ GmbH haben eine anderslautende Kostentragung vertraglich geregelt.</p> <p>Die EWE NETZ GmbH hat keine weiteren Bedenken oder Anregungen vorzubringen.</p>	
12.1		<p>Wir bitten Sie, uns auch in die weiteren Planungen einzubeziehen und uns frühzeitig zu beteiligen. Dies gilt auch für den Fall der Erschließung des Plangebietes mit Versorgungsleitungen durch EWE NETZ, denn hierfür sind beispielsweise Lage und Nutzung der Versorgungsleitung und die sich daraus ableitenden wirtschaftlichen Bedingungen wesentliche Faktoren.</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p> <p>Die Beteiligung erfolgt im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben,</p>
12.2		<p>Unsere Netze werden täglich weiterentwickelt und verändern sich dabei. Dies kann im betreffenden Planbereich über die Laufzeit Ihres Verfahrens/Vorhabens zu Veränderungen im zu berücksichtigenden Leitungs- und Anlagenbestand führen. Wir freuen uns Ihnen eine stets aktuelle Anlagenauskunft über unser modernes Verfahren der Planauskunft zur Verfügung stellen zu können - damit es nicht zu Entscheidungen auf Grundlage veralteten Planwerkes kommt. Bitte informieren Sie sich deshalb gern jederzeit über die genaue Art und Lage unserer zu berücksichtigenden Anlagen über unsere Internetseite:</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p>

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		https://www.ewe-netz.de/geschaeftskunden/service/leitungsplaene-abrufen .	
13.	Deutsche Telekom Technik GmbH Schreiben vom: 24.08.2020 Eingegangen am: 24.08.2020	Die Telekom Deutschland GmbH (nachfolgend Telekom genannt) - als Netzeigentümerin und Nutzungsberechtigte i. S. v. § 68 Abs. 1 TKG - hat die Deutsche Telekom Technik GmbH beauftragt und bevollmächtigt, alle Rechte und Pflichten der Wegesicherung wahrzunehmen sowie alle Planverfahren Dritter entgegenzunehmen und dementsprechend die erforderlichen Stellungnahmen abzugeben.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
13.1		Im Planbereich befinden sich Telekommunikationslinien der Telekom, die aus beigefügtem Plan ersichtlich sind. Nach Sichtung des Planes ist mit dem Abriss von Gebäuden zu rechnen. Dabei ist zu beachten, dass vor dem geplanten Abriss der Gebäude die vorhandenen Telekommunikationslinien nach Antragstellung zurückgebaut werden. Es ist deshalb erforderlich, dass sich die Bauausführenden vor Beginn der Arbeiten über die Lage der zum Zeitpunkt der Bauausführung vorhandenen Telekommunikationslinien der Telekom informieren.	Betreffend: Vorhabenträger
13.2		Wir bitten folgende fachliche Festsetzung in den Bebauungsplan aufzunehmen: In allen Straßen bzw. Gehwegen sind geeignete und ausreichende Trassen mit einer Leitungszone in einer Breite von ca. 0,5 m für die Unterbringung der Telekommunikationslinien der Telekom vorzusehen.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen. Notwendige Leitungsrechte werden eingetragen. Im öffentlichen Raum besteht das Leitungsrecht ohne Eintragung in den Plan. Im Zuge der weiteren Planung wird die ausreichende Dimensionierung zur Unterbringung der Medien zu berücksichtigen sein.

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
13.3		Hinsichtlich geplanter Baumpflanzungen ist das "Merkblatt über Baumstandorte und unterirdische Ver- und Entsorgungsanlagen" der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2013; siehe insbesondere Abschnitt 6, zu beachten. Wir bitten sicherzustellen, dass durch die Baumpflanzungen der Bau, die Unterhaltung und Erweiterung der Telekommunikationslinien der Telekom nicht behindert werden.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
13.4		Zur Versorgung der neu zu errichtenden Gebäude mit Telekommunikationsinfrastruktur durch die Telekom ist die Verlegung neuer Telekommunikationslinien im Plangebiet und außerhalb des Plangebiets erforderlich.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
13.5		Für den rechtzeitigen Ausbau des Telekommunikationsnetzes sowie die Koordinierung mit dem Straßenbau und den Baumaßnahmen der anderen Leitungsträger ist es notwendig, dass Beginn und Ablauf der Erschließungsmaßnahmen im Bebauungsplangebiet der Deutschen Telekom Technik GmbH unter dem im Briefkopf genannten Adresse so früh wie möglich, mindestens 6 Monate vor Baubeginn, schriftlich angezeigt werden.	Betreffend: Vorhabenträger
14.	Niederbarnimer Wasser- und Abwasserzweckverband Schreiben vom: 04.08.2020 Eingegangen am: 07.08.2020	Grundsätzlich bestehen seitens des NWA keine Einwände gegen den v.g. B-Planvorentwurf.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
14.1		Anbindepunkte an die zentralen Versorgungs- und Entsorgungsnetze befinden sich jeweils im öffentlichen Bauraum östlich des B-Plangebiets, Klosterfelder Hauptstraße.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen. Die ausreichende Versorgung ist im weiteren Planungs- und Genehmigungsverfahren zu betrachten.

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
14.2		Für eine ausreichende Löschwasserbereitstellung sind nach Brandschutzgesetz Brandenburg (Gesetz zur Neuordnung des Brand- und Katastrophenschutzrechts im Land Brandenburg vom 24.05.2004), §§ 2 und 3, die amtsfreien Gemeinden, Städte und Ämter verantwortlich.	
14.3		Bitte beachten Sie, dass die satzungsrechtlichen Bestimmungen des NWA hinsichtlich der wasserwirtschaftlichen Erschließung, insbesondere über Beiträge und Gebühren Berücksichtigung finden (ggf. Erschließungsvertrag/Ablösevereinbarung). In Bezug auf das konkrete B-Planvorhaben empfehlen wir den Abschluss eines Erschließungsvertrages zur Sicherstellung der öffentlichen TW-Versorgung und SW-Beseitigung.	Betreffend: Vorhabenträger
15.	Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Schreiben vom: 25.08.2020 Eingegangen am: 25.08.2020	Keine Betroffenheit durch die vorgesehene Planung.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
15.1		Auskünfte zur Geologie können über den Webservice des LBGR abgefragt werden. Außerdem weisen wir auf die im Zusammenhang mit etwaig geplanten Bohrungen oder geophysikalischen Untersuchungen bestehende Anzeige-, Mitteilungs- oder Auskunftspflicht hin (§ 8ff Gesetz zur staatlichen geologischen Landesaufnahme sowie zur Übermittlung, Sicherung und öffentlichen Bereitstellung geologischer Daten und zur Zurverfügungstellung geologischer Daten zur Erfüllung öffentlicher Aufgaben (Geologiedatengesetz-GeolDG)).	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
16.	Finanzamt Eberswalde		Keine Stellungnahme eingegangen.
17.	GDMcom mbH Schreiben vom: 04.08.2020 Eingegangen am: 04.08.2020	Bezugnehmend auf Ihre oben genannte/n Anfrage(n), erteilt GDMcom Auskunft zum angefragten Bereich für die folgenden Anlagenbetreiber: 1) Erdgasspeicher Peissen GmbH / Nicht Betroffen 2) Ferngas Netzgesellschaft mbH (Netzgebiet Thüringen-Sachsen) / Nicht Betroffen 3) GasLINE Telekommunikationsnetzgesellschaft deutscher Gasversorgungsunternehmen mbH & Co.KG/ Nicht Betroffen 4) ONTRAS Gastransport GmbH/ Nicht betroffen 5) VNG Gasspeicher GmbH/ nicht betroffen Anmerkung: Die GDMcom ist für die Auskunft zu Anlagen des an dritter Stelle genannten Betreibers nicht oder nur zum Teil zuständig. Bitte beteiligen Sie den angegebenen Anlagebetreiber. Nähere Informationen, Hinweise und Auflagen entnehmen Sie bitte den Anhängen. Diese Auskunft gilt nur für den dargestellten Bereich und nur für die Anlagen der vorgenannten Unternehmen, so dass noch mit Anlagen weiterer Betreiber gerechnet werden muss, bei denen weitere Auskünfte einzuholen sind!	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
17.1		<p><u>Anhang-Auskunft Allgemein</u></p> <p>ONTRAS Gastransport GmbH Ferngas Netzgesellschaft mbH (Netzgebiet Thüringen-Sachsen) VNG Gasspeicher GmbH Erdgasspeicher Peissen GmbH</p> <p>Im angefragten Bereich befinden sich keine Anlagen und keine zurzeit laufenden Planungen der oben genannten Anlagenbetreiber. Wir haben keine Einwände gegen das Vorhaben.</p>	
17.2		<p><u>Auflage:</u> Sollte der Geltungsbereich bzw. die Planung erweitert oder verlagert werden oder der Arbeitsraum die dargestellten Planungsgrenzen überschreiten, so ist es notwendig, eine erneute Anfrage durchzuführen. Sofern im Zuge des o.g. Vorhabens Baumaßnahmen vorgesehen sind, hat durch den Bauausführenden zeitnah vor Baubeginn eine erneute Anfrage zu erfolgen.</p>	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
17.3		<p>Bitte beachten Sie, dass GDMcom nur für einen Teil der Anlagen dieses Betreibers für Auskunft zuständig ist. Im angefragten Bereich befinden sich keine von uns verwalteten Anlagen desobengenannten Anlagenbetreibers, ggf. muss aber mit Anlagen desobengenannten bzw. anderer Anlagenbetreiber gerechnet werden. Sofern nicht bereits erfolgt, verweisen wir an dieser Stelle zur Einholung weiterer Auskünfte auf:</p> <p>GasUNE Telekommunikationsnetzgesellschaft Deutscher Gasversorgungsunternehmen mbH & Co. KG über das Auskunftsportale BIL (https://portal.bil-leitungsauskunft.de)</p>	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		<p><u>Weitere Anlagebetreiber</u></p> <p>Bitte beachten Sie, dass sich im angefragten Bereich Anlagen Dritter befinden können, für die GDMcom für die Auskunft nicht zuständig ist.</p>	
18.	<p>Zentraldienst Polizei Brandenburg, Kampfmittelbeseitigungsdienst</p> <p>Schreiben vom: 04.09.2020 Eingegangen am: 09.09.2020</p>	<p>Zur Beplanung des Gebietes bestehen keine grundsätzlichen Einwände.</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p>
18.1		<p>Bei konkreten Bauvorhaben ist bei Notwendigkeit eine Munitionsfreigabebescheinigung beizubringen. Darüber entscheidet die für das Baugenehmigungsverfahren zuständige Behörde auf der Grundlage einer vom Kampfmittelbeseitigungsdienst erarbeiteten Kampfmittelverdachtsflächenkarte,</p>	<p>Betreffend: Vorhabenträger</p>
18.2		<p>Diese Einschätzung gilt auch für zukünftige Änderungen dieses Planes.</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p>

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
19.	<p>Land Brandenburg Landesbetrieb Straßenwesen</p> <p>Schreiben vom: 08.09.2020 Eingegangen am: 09.09.2020</p>	<p>Mit Schreiben vom 04.08.2020 beteiligen Sie den Landesbetrieb Straßenwesen, Dienststätte Eberswalde (LS), als Träger öffentlicher Belange am Vorentwurf des o.a. Bebauungsplanes (BP).</p> <p>Mit der Aufstellung des BP sollen die planungsrechtlichen Voraussetzungen für die Entwicklung eines neuen, Quartiers mit vielfältigen Nutzungen und dem Schwerpunkt Wohnen, geschaffen werden.</p> <p>Im rechtsgültigen Flächennutzungsplan ist das Vorhabengebiet als gemischte Baufläche ausgewiesen. Das Planungsgebiet des B-Plans liegt im Ortsteil Klosterfelde und gehört zur Gemeinde Wandlitz.</p> <p>Die verkehrliche Erschließung des BEP-Gebietes erfolgt über eine private Stichstraße mit Anbindung an die bestehende, großzügige Zufahrt zur Landesstraße L100 im Abschnitt 130, km 0246 in FR links, der LS verwaltet die Baulast dieser Landesstraße.</p> <p>Aus straßenrechtlicher Sicht bestehen daher keine Bedenken.</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p>
19.1		<p>Da aus den Unterlagen noch keinerlei verkehrliche Entwicklung zu erkennen ist, muss hier eine Konkretisierung erfolgen. Klosterfelde entwickelt sich und Einwohnerzahl wie auch Verkehre wachsen. Ob letztlich die Geometrie der momentan überdimensionierten Anbindung der „Privatstraße“ den gewünschten Sicherheitsansprüchen für die schwächeren Verkehrsteilnehmern entspricht, sollte dann nochmals geprüft werden.</p> <p>Es ist nicht auszuschließen, dass mit einer Anpassung gerechnet werden muss, da der Anbindebereich zur L100 noch etwas größer ist als der 250 m südlich gelegenen L 315 mit Abbiegespur!</p>	<p>Betreffend: Hoffmann Leichter (Verkehrsplaner)</p> <p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p> <p>Im Rahmen der weiteren Planentwicklung wird ein Verkehrsgutachten erstellt, das die Auswirkungen und ggf. notwendige Maßnahmen aufzeigt,</p>

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
19.2		Im Geltungsbereich des Plangebiets bestehen keine flächenrelevanten Planungsabsichten des Landesbetriebs Straßenwesen, es werden keine sonstigen Belange der Straßenbauverwaltung berührt.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
19.3		Der LS stimmt grundsätzlich dem Vorentwurf des BP zu, den o.g. Hinweis bitte ich zur Kenntnis zu nehmen.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
20.	Landesamt für Bauen und Verkehr Schreiben vom: 09.09.2020 Eingegangen am: 09.09.2020	Den von Ihnen eingereichten Vorgang habe ich in der Zuständigkeit als Verkehrsoberbehörde des Landes Brandenburg gemäß „Zuständigkeitsregelung hinsichtlich der Beteiligung der Verkehrsbehörden und der Straßenbauverwaltung als Träger öffentlicher Belange in Planverfahren“ Erlass des Ministeriums für Infrastruktur und Landesplanung vom 17.06.2015 (Amtsblatt für Brandenburg Nr. 27 vom 15.07.2015) geprüft. Gegen die vorliegende Planung bestehen im Hinblick auf die zum Zuständigkeitsbereich des Landesamtes für Bauen und Verkehr gehörenden Verkehrsbereiche Eisenbahn/Schienenpersonennahverkehr, Binnenschifffahrt, übriger ÖPNV und Luftfahrt keine Bedenken. Anlagen der Eisenbahn sowie schiffbare Landesgewässer werden nicht berührt.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
20.1		Eine Beurteilung des Vorentwurfs hinsichtlich der Betroffenheit straßenbaulicher und straßenplanerischer Belange liegt in der Zuständigkeit des jeweiligen Straßenbaulastträgers.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
20.2		Zum erforderlichen Umfang und Detaillierungsgrad der Umweltprüfung werden von Seiten der Landesverkehrsplanung keine Anforderungen erhoben, auch liegen keine planungs- und umweltrelevanten Informationen vor, die zur Verfügung gestellt werden können.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
20.3		Für die Verkehrsbereiche übriger ÖPNV, Schienenpersonennahverkehr, ziviler Luftverkehr (Flugplätze), Landeswasserstraßen und Häfen liegen mir Informationen zu Planungen, die das Vorhaben betreffen können, nicht vor.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
20.4		Durch die verkehrsplanerische Stellungnahme bleibt die aufgrund anderer Vorschriften bestehende Verpflichtung zum Einholen von Genehmigungen, Bewilligungen oder Zustimmungen unberührt.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
21.	NEB Betriebsgesellschaft mbH		Keine Stellungnahme eingegangen
22.	Gemeinde Schorfheide		Keine Stellungnahme eingegangen.
23.	Amt Biesenthal-Barnim Schreiben vom: 17.08.2020 Eingegangen am: 17.08.2020	Seitens der Stadt Biesenthal, handelnd für das Amt Biesenthal-Barnim, bestehen zur angezeigten Planungsabsicht keine Bedenken. Daher wird auf eine schriftliche Stellungnahme verzichtet und auf diesem Wege (Mail) lediglich eine kurze Rückmeldung gegeben.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
24.	Stadt Liebenwalde		Keine Stellungnahme eingegangen.
25.	Gemeinde Mühlenbecker Land		Keine Stellungnahme eingegangen.
26.	Stadtverwaltung Oranienburg		Keine Stellungnahme eingegangen.
27.	Stadtverwaltung Bernau		Keine Stellungnahme eingegangen.
28.	Gemeinde Panketal Schreiben vom: 19.08.2020 Eingegangen am: 19.08.2020	Keine Äußerung.	
28.1		Aufgrund des frühen Zeitpunkts im Planverfahren bzw. der (noch) fehlenden Planungsziele/Festsetzungen können keine weiteren Hinweise durch die Gemeinde Panketal gegeben werden.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
29.	Bezirksamt Pankow Schreiben vom: 24.09.2020 Eingegangen am: 24.09.2020	Seitens des Bezirkes Pankow bestehen keine Bedenken oder sonstige Hinweise zur Planung.	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
30.	Landesamt für Umwelt, Abt. Technischer Umweltschutz 2 Schreiben vom: 08.09.2020 Eingegangen am: 08.09.2020	Die Unterlagen wurden von den Fachabteilungen Naturschutz, Immissionsschutz und Wasserwirtschaft (Prüfung des Belangs Wasserwirtschaft hier bezogen auf die Zuständigkeiten des Wasserwirtschaftsamtes gemäß BbgWG § 126, Abs. 3, Satz 3, Punkte 1-5 u. 8) des Landesamtes für Umwelt (LfU) zur Kenntnis genommen und geprüft. Im Ergebnis dieser Prüfung werden für die weitere Bearbeitung der Planungsunterlagen sowie deren Umsetzung beiliegende Stellungnahmen der Fachabteilungen Immissionsschutz und Wasserwirtschaft übergeben. Die fachliche Zuständigkeit für den Naturschutz obliegt der unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Barnim.	
30.1	Wasserwirtschaft	Keine Betroffenheit durch die vorgesehene Planung	Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.
30.2	Immissionsschutz	Hinweise zur Festlegung des Untersuchungsumfangs des Umweltberichts: Im Umweltbericht ist der Bestandschutz der vorhandenen emissionsrelevanten nach BImSchG genehmigungsbedürftigen Windkraftanalgen einzustellen. Darzulegen ist, dass sich das zu berücksichtigende Schutzniveau mit der Festsetzung des heranrückenden Baugebiets für die WEA nicht ändert und die Entwicklung der Windkraftanlage nicht eingeschränkt wird.	Es erfolgt eine gutachterliche Betrachtung hinsichtlich möglicher Störeinflüsse der Windkraftanalgen. Betreffen: Hoffmann Leichter (Immissionsschutz); FPB (Umweltbericht)

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		<p>Die Auswirkungen durch Geräuschemissionen und Schattenwurf auf dem Geltungsbereich sind gutachterlich zu untersuchen.</p>	
30.2.1		<p>Sonstige fachliche Informationen oder rechtserhebliche Hinweise:</p> <p>Vermeidung schädlicher Umwelteinwirkung / Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen <i>Grundlagen: §§ 3,5,50 Bundes-Immissionsschutzgesetz</i></p> <p>Aus immissionsschutzrechtlicher Sicht bestehen zur vorliegenden Planung erhebliche Bedenken.</p>	<p>Der Hinweis wird zur Kenntnis genommen.</p>
30.2.2		<p>Begründung:</p> <p>In den vorliegenden Unterlagen wurden bisher die Ziele und Grundsätze des Regionalplanes Uckermark-Barnim Sachlicher Teilplan „Windnutzung, Rohstoff-sicherung und- gewinnung“ vom 10. August 2016 nicht berücksichtigt. Im Ziel Z1 ist das Windeignungsgebiet (Nr. 38) Klosterfelde festgelegt. Für die Festlegung der WEG wurde u.a. das Restriktionskriterium aus Gründen des vorsorgenden Immissionsschutzes von 1000 m zu Wohngebäuden und überbaubaren Grundstücksflächen, die dem Wohnen im Sinne von § 3 - 7 BauNVO dienen, angewandt. Der Geltungsbereich der vorliegenden Planung wurde hierbei nicht berücksichtigt.</p> <p>Das geplante Wohngebiet stellt sich gegenüber den vorhandenen nach BImSchG genehmigungsbedürftigen Windenergieanlagen (WEA) als heranrückende schutzbedürftige Planung dar. Die Auswirkungen der</p>	<p>Es erfolgt eine gutachterliche Betrachtung hinsichtlich möglicher Störeinflüsse der Windkraftanlagen.</p> <p>Betreffen: Hoffmann Leichter (Immissionsschutz);</p>

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		<p>WKA auf den Geltungsbereich, sind wie bereits oben dargelegt gutachterlich zu untersuchen.</p> <p>Im Landesamt für Umwelt liegen keine Erkenntnisse zu den einwirkenden Geräuschemissionen nach den derzeit im Genehmigungsverfahren anzuwendenden WKA-Geräuschemissionserlass vom 16.Januar 2019 vor.</p>	
30.2.3		<p>Relevant sich auch die hervorgerufenen Auswirkungen durch Verkehrsemissionen infolge der Erschließung auf die vorhandene Bebauung (Hauptstraße Nr. 39 und Nr. 35). Es ist plausibel darzulegen (ggf. gutachterlich), dass die Auswirkungen des Verkehrslärms nicht zu schädlichen Umwelteinwirkungen führen.</p>	<p>Es erfolgt eine gutachterliche Betrachtung hinsichtlich der verkehrlichen und der damit verbundenen Schallemissionen.</p> <p>Betreffen: Hoffmann Leichter (Immissionsschutz);</p>
31.	<p>Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, Abt. Denkmalpflege</p> <p>Schreiben vom: 04.08.2020 Eingegangen am: 04.08.2020</p>	<p>Das genannte Vorhaben betrifft Flächen im historischen Ortskern, d.h. dem im Mittelalter entstandenen Grundriss des Ortes Klosterfelde, Bodendenkmal der Landesdenkmalliste Nr. 40.616.</p>	
31.1		<p>Er wird beim Brandenburgischen Landesamt für Denkmalpflege / Archäologisches Landesmuseum als flächiges Bodendenkmal geführt, da hier durch jahrhundertelange Siedlungstätigkeit - Abriss, Neubau, Umbau von Bauten und Anlagen aller Lebensbereiche einer mittelalterlichen bis neuzeitlichen Siedelgemeinschaft - überall deren Spuren im Boden verblieben sind. Bei Erdarbeiten ist hier stets mit entsprechenden Funden (Grubenverfärbungen, Brunnen, Fundamente, Gräber u.v.a.m., vgl. unten) zu rechnen.</p> <p>Nach §§ 2,3 Abs. 1 und 7 Abs. 1 und 2 des Gesetzes über den Schutz und die Pflege der Denkmale und</p>	<p>Ein entsprechender Hinweis wird aufgenommen.</p>

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		<p>Bodendenkmale im Land Brandenburg vom 24.Mai 2004 (GVBI Land Brandenburg Nr. 9 vom 24. Mai 2004, S. 215 ff.) stehen alle Bodendenkmäler, auch die mittelalterlichen / historischen Ortskerne, unter Schutz und sind zu erhalten.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alle Veränderungen von Bodennutzungen im Bereich mittelalterlicher / historischer Ortskerne bedürfen einer Erlaubnis (§ 9 Abs. 1 Nr. 5 BbgDSchG), die bei der zuständigen Unteren Denkmalschutzbehörde des Kreises zu beantragen und im Benehmen mit unserer Behörde zu erteilen ist (§ 19 Abs. 1 u. 3 BbgDSchG). Ferner sind diese Maßnahmen dokumentationspflichtig (§ 9 Abs. 3 und 4 BbgDSchG); Erdeingriffe müssen also archäologisch begleitet und entdeckte Bodendenkmale fachgerecht untersucht werden. Für die hier erforderlichen Dokumentationsarbeiten, zu denen die denkmalrechtliche Erlaubnis der Unteren Denkmalschutzbehörde Näheres festlegen wird, ist voraussichtlich ein Archäologe bzw. eine archäologische Fachfirma zu gewinnen, deren Auswahl das Brandenburgische Landesamt für Denkmalpflege und Archäologische Landesmuseum im vorliegenden Falle zustimmen muss. Die Kosten für die archäologischen Maßnahmen sind nach 7 Abs. 3 und 4 BbgDSchG vom Veranlasser des Eingriffs im Rahmen des Zumutbaren zu tragen. Ferner ist zu gewährleisten, dass bei Arbeiten im Verbau, dieser in Absprache mit dem eingesetzten Archäologen abschnittsweise und so eingebracht wird, dass Dokumentationen erfolgen können 2. Die Termine der Erdarbeiten und der beauftragte Archäologe/ die Fachfirma sind 	

Nr.	Name/ Datum	Stellungnahme	Abwägungsvorschlag
		<p>mindestens drei Wochen vor Beginn der Unteren Denkmalschutzbehörde des Kreises und dem Brandenburgischen Landesamt für Denkmalpflege und Archäologischen Landesmuseum anzuzeigen. Schutz- und Fachbehörde ist ein Konzept für die Durchführung der archäologischen Maßnahme vorzulegen (§9.4 BbgDSchG).</p> <p>3. Bei den Erdarbeiten darüber hinaus unvermutet entdeckte Bodendenkmale (Scherben, Knochen, Stein- und Metallgegenstände, Steinsetzungen, Holz, Verfärbungen etc.) sind unverzüglich der Unteren Denkmalschutzbehörde anzuzeigen (§ 11 Abs. 1 u. 2 BbgDSchG). Die aufgefundenen Bodendenkmale und die Entdeckungsstätte sind mindestens bis zum Ablauf einer Woche nach der Anzeige, auf Verlangen der Denkmalschutzbehörde ggf. auch darüber hinaus, in unverändertem Zustand zu erhalten und in geeigneter Weise vor Gefahren für die Erhaltung zu schützen (§ 11 Abs. 3 BbgDSchG).</p> <p>4. Funde sind dem Brandenburgischen Landesamt für Denkmalpflege und Archäologischen Landesmuseum zu übergeben (§ 11 Abs. 4 und § 12 BbgDSchG).</p> <p>Erdarbeiten im Bodendenkmalbereich ohne facharchäologische Begleitung gelten als Ordnungswidrigkeit (§ 27 BbgDSchG).</p> <p>Die Stellungnahme erfolgt in Wahrnehmung der Aufgaben und Befugnisse der Denkmalfachbehörde für Bodendenkmale und als Träger öffentlicher Belange gemäß § 17 BbgDSchG. Da bei dem Vorhaben auch Belange der Baudenkmalpflege berührt sein können, erhalten Sie aus unserem Hause ggf. eine weitere Stellungnahme.</p>	

16.1.3 Sicherheitstechnische Einrichtungen und Vorkehrungen

Anlagen:

- 16.1.3_D0154407-8_#_de_#_TB_ ENERCON Eisansatzerkennung.pdf
- 16.1.3_D0260891-11_#_de_#_Blitzschutz.pdf
- 16.1.3_D0367983-7deTÜV NORDGutachtenEisansatzerkennungENERCONKennlinienverfahrenRe6.pdf

Technische Beschreibung

ENERCON Eisansatzerkennung

ENERCON Windenergieanlagen

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0154407-8		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2020-01-10	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in Klammern. Die Titel von übergeordneten Normen und Richtlinien werden im Sprachoriginal oder in der englischen Übersetzung angegeben. Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Dokument-ID	Dokument
D0160588	Technische Beschreibung Gondelpositionierung bei Eisansatz
D0258603	Technische Beschreibung Windpark-Eisansatzerkennung
D0441885	Technische Beschreibung Blattheizung

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	ENERCON Kennlinienverfahren	6
2.1	Funktionsweise	6
2.2	Sicherheit	7
2.3	Grenzen	7
2.4	Anpassung der Detektionszeit	7
2.5	Einfluss einer angehaltenen Windenergieanlage auf die Detektionszeit	7
2.6	Präventiver Halt nach Störungen	8
3	Anhalten der Windenergieanlage	9
4	Wiederanlaufen der Windenergieanlage	10
4.1	Priorität von Anhalten und Wiederanlaufen der Windenergieanlage	10
4.2	Manueller Wiederanlauf	10
4.3	Automatischer Wiederanlauf nach Tauwetter	11
4.4	Automatischer 6-Stunden-Neustart	12
4.5	Automatischer Wiederanlauf mit Blattheizung	14
4.6	Automatischer Wiederanlauf nach Windpark-Eisansatzerkennung	15
5	Parameter	17
	Fachwortverzeichnis	20

1 Einleitung

An Rotorblättern einer Windenergieanlage kommt es bei bestimmten Witterungsverhältnissen zur Bildung von Eis-, Reif- oder Schneeablagerungen, welche den Wirkungsgrad reduzieren und die Lärm-Emission erhöhen. Durch diese Ablagerungen entsteht eine Unwucht, welche zu erhöhter Materialbelastung führt. Die Ablagerungen können so stark werden, dass von ihnen beim Herabfallen (unvermeidbarer Eisfall, wie von jedem hohen Gebäude) oder Wegschleudern (Eiswurf) Gefahren für Personen und Sachen ausgehen.

Um die Gefahren von Eiswurf zu reduzieren, wird in allen ENERCON Windenergieanlagen serienmäßig die Eisansatzerkennung nach dem ENERCON Kennlinienverfahren eingesetzt.

Das ENERCON Kennlinienverfahren ist ein integraler Bestandteil des ENERCON Betriebsführungssystems und kann nicht deaktiviert werden. Das ENERCON Kennlinienverfahren nutzt die in der Anlagensteuerung vorhandenen Sensoren. Alle benötigten Eingangsgrößen wie Außentemperatur, Windgeschwindigkeit, Drehzahl, Leistung und Blattwinkel stehen dem ENERCON Kennlinienverfahren ständig zur Verfügung. Wird ein Fehler in der Sensorik festgestellt, wird die Windenergieanlage automatisch angehalten.

Dieses Dokument gibt eine Übersicht über das ENERCON Kennlinienverfahren, dessen Einfluss auf die Start- und Haltevorgänge der Windenergieanlage und ist gültig für ENERCON Windenergieanlagen mit folgenden Steuerungstypen:

- CS48, CS82, CS101, CS126, EP3-CS-02, EP4-CS-01

2 ENERCON Kennlinienverfahren

2.1 Funktionsweise

Bei Rotorblättern werden hochwertige aerodynamische Profile eingesetzt, die in einem weiten Betriebsbereich einen optimalen Wirkungsgrad erzielen. Die aerodynamischen Eigenschaften dieser Profile reagieren sehr empfindlich auf Kontur- und Rauheitsänderungen durch Eisansatz. Die daraus resultierende signifikante Änderung des Betriebskennfelds der Windenergieanlage (Zusammenhang von Wind/Drehzahl/Leistung/Blattwinkel) wird vom Eisansatzerkennungssystem genutzt. Jede Windenergieanlage verfügt über eine Standard-Betriebskennlinie, welche während des Betriebs durch einen selbstlernenden Algorithmus automatisch an den jeweiligen Standort angepasst wird. Dazu werden bei Außenlufttemperaturen $> +2\text{ °C}$, witterungsgeschützt heckseitig unterhalb der Gondel gemessen, die anlagenspezifischen Betriebszusammenhänge (Wind/Leistung/Blattwinkel) als Langzeit-Mittelwerte erfasst. Bei Außenlufttemperaturen $\leq +2\text{ °C}$ werden die aktuellen Betriebsdaten mit den Langzeit-Mittelwerten verglichen, da es in diesem Temperaturbereich zu Eisansatz an den Rotorblättern kommen kann.

Dazu wird über die anlagenspezifische Wind-Leistungs- und Wind-Blattwinkelkennlinie ein empirisch ermitteltes Toleranzband gelegt. Dieses basiert auf Simulationen, Versuchen und mehrjähriger Erfahrung an einer Vielzahl von Windenergieanlagen der unterschiedlichen Baureihen. Wenn die Betriebsdaten von Leistung oder Blattwinkel im Rahmen einer gleitenden Mittelung außerhalb des Toleranzbands liegen, wird die Windenergieanlage mit dem Hauptstatus `14:XX Eisansatz` angehalten (Trudelbetrieb).

Die Art der Abweichung vom Toleranzband wird ebenfalls ausgewertet und in Form eines Zusatzstatus angezeigt.

Wenn die gemessene mittlere Leistung unterhalb des Leistungsfensters liegt, deutet dies auf Eisansatz an den Rotorblättern hin. Die Windenergieanlage wird dann mit dem Status `14:11 Eisansatz : Rotor (Leistungsmessung)` angehalten (Trudelbetrieb).

Bei Eisansatz an den Rotorblättern stellen sich im Regelbereich kleinere Blattwinkel ein als bei eisfreien Rotorblättern. Wenn der gemessene mittlere Blattwinkel unterhalb des Blattwinkelfensters liegt, deutet dies auf Eisansatz an den Rotorblättern hin. Die Windenergieanlage wird dann mit dem Status `14:13 Eisansatz : Rotor (Blattwinkelmessung)` angehalten (Trudelbetrieb).

Zeit bis zum Anhalten

Das Toleranzband ist relativ schmal. Deshalb erfolgt das Anhalten der Windenergieanlage erst nach Ablauf der Eisansatz-Detektionszeit (Kap. 2.4, S. 7). Die bis dahin entstandene Dicke der Eisschicht führt nicht zu einer Gefährdung der Umgebung. Auch im eisfreien Betrieb liegen regelmäßig einzelne Betriebspunkte außerhalb der Toleranz. Dies führt jedoch durch die gleitende Mittelung üblicherweise nicht zum Anhalten.

2.2 Sicherheit

Die Betriebssicherheit der Eisansatzerkennung nach dem ENERCON Kennlinienverfahren ist sehr hoch. Über voneinander unabhängige Temperatursensoren auf der Unterseite der Gondel und am Turmfuß wird ein eventueller Ausfall einer dieser Temperatur-Messstellen überwacht.

Alle relevanten Messgrößen der Windenergieanlage werden permanent durch die Steuerung auf Plausibilität überprüft. Gegebenenfalls werden unplausible Messwerte von der Steuerung aus Sicherheitsgründen als Eisansatz interpretiert, auch wenn kein Eisansatz vorliegt.

Das ENERCON Kennlinienverfahren kann Eisansatz auch dann erkennen, wenn von externen Eisansatzerkennungssystemen noch kein Eisansatz erkannt wurde.

2.3 Grenzen

Da sich der Rotor für das ENERCON Kennlinienverfahren drehen und die Windenergieanlage Leistung produzieren muss, kann dieses Verfahren im Stillstand keinen Eisansatz erkennen. Bei Windgeschwindigkeiten unterhalb von 3 m/s vermindert sich die Empfindlichkeit des Verfahrens. Bei Windgeschwindigkeiten oberhalb von 3 m/s gibt es keine Einschränkungen.

Wenn der Rotor anläuft, kann es bereits zum Eisfall/Eiswurf kommen. Da sich der Rotor jedoch lediglich mit einer geringen Geschwindigkeit dreht, wird das Eis nicht weggeschleudert, sondern fällt herunter, wie bei anderen hohen Bauwerken auch.

2.4 Anpassung der Detektionszeit

Die Detektionszeit – der Zeitraum zwischen der ersten Abweichung vom Toleranzband bis zum Anhalten der Windenergieanlage – wird wie folgt gebildet:

- Alle 60 Sekunden, in der im Mittel eine Abweichung vorliegt, wird ein Zähler um 1 auf den Wert von P4112 (Kap. 5.3, S. 18) hochgezählt. Bei Erreichen des dort eingestellten Zählerstands hält die Windenergieanlage mit einer der folgenden Statusmeldungen an:
 - 14:11 Eisansatzerkennung : Rotor (Leistungsmessung)
 - 14:13 Eisansatzerkennung : Rotor (Blattwinkelmessung)
- Alle 60 Sekunden, in der im Mittel keine Abweichung vorliegt, wird der Zähler um 1 auf minimal 0 heruntergezählt.

Mit der Standardeinstellung des Parameters wird Eisansatz ausreichend zuverlässig erkannt. Je niedriger der Parameter eingestellt wird, desto schneller detektiert die Steuerung der Windenergieanlage Eisansatz, was aber auch zu verfrühtem Anhalten führen kann. Für Windenergieanlagen an Standorten, an denen aufgrund der örtlichen Vereisungs- und Windbedingungen und der Nutzung der Umgebung ein erhöhtes Risiko durch Eiswurf zu befürchten ist, kann die Einstellung des Parameters reduziert werden.

2.5 Einfluss einer angehaltenen Windenergieanlage auf die Detektionszeit

Zusätzlich zu der beschriebenen Funktion der Detektionszeit werden die Zähler für den Status 14:11 und 14:13 bei möglichem Eisansatz und stillstehender Windenergieanlage langsam erhöht. Da die Eisanwachsrates bei stehendem Rotor geringer ist als bei laufendem, erreichen die Zähler erst nach 3 Stunden einen Wert, der 3 Minuten unterhalb der eingestellten Detektionszeit liegt. Wenn die Windenergieanlage jetzt startet, ist da-

durch die Detektionszeit der Eisansatzerkennung je nach Dauer des Stillstands auf minimal 3 Minuten verkürzt. Die Anlagensteuerung detektiert schnell möglichen Eisansatz, und die Windenergieanlage hält unmittelbar wieder an.

2.6 Präventiver Halt nach Störungen

Auch bei längerem Stillstand der Windenergieanlage aufgrund einer Störung besteht bei Temperaturen unter +2 °C und entsprechend hoher Luftfeuchtigkeit die Möglichkeit, dass die Rotorblätter vereisen. Wird die Windenergieanlage dann durch die Fernsteuerung neu gestartet, besteht das Risiko von Eiswurf. Die Wurfweite des Eises hängt dabei u. a. stark von der Drehzahl der Windenergieanlage und damit von der zum Zeitpunkt des Wiederanlaufs vorherrschenden Windgeschwindigkeit ab.

Um dieses Risiko zu minimieren, ermittelt die Steuerung die Dauer des Stillstands in Folge einer Störung. Beruhend auf Erfahrungswerten von ENERCON für Standorte im Mittelgebirge läuft die Windenergieanlage bis zu einer Stillstandsdauer von 2 Stunden und 59 Minuten nach einem Störungsreset wieder selbstständig an. Erreicht oder überschreitet die Stillstandsdauer 3 Stunden, läuft die Windenergieanlage nach dem Reset der Störung nicht automatisch wieder an, wenn die gleitende, mittlere Windgeschwindigkeit über 10 Minuten größer als 5 m/s ist.

Diese Funktion wird wie folgt realisiert: Bei einer Störung wird bei möglichem Eisansatz der Zähler für den Status 14:16 Eisansatzerkennung : Anlage präventiv gestoppt erhöht. Nach 3 Stunden erreicht der Zähler den vorgegebenen Wert von 180 Minuten und wird dann automatisch nochmal um weitere 5 auf 185 Minuten erhöht. Wenn die Windenergieanlage jetzt neu gestartet wird, wird bei einem 10-Minuten-Mittelwert der Windgeschwindigkeit größer 5 m/s ein automatischer Wiederanlauf durch den Status 14:16 verhindert.

Wenn die mittlere Windgeschwindigkeit jedoch unterhalb von 5 m/s liegt, läuft die Windenergieanlage zunächst wieder an und beginnt, den Zähler für den Status 14:16 im Minutentakt zu senken. Da der Zähler in den ersten 5 Minuten größer 180 ist, wird weiterhin die Windgeschwindigkeit beobachtet. Wenn die mittlere Windgeschwindigkeit innerhalb dieser Zeit auf über 5 m/s ansteigen sollte, wird die Windenergieanlage wieder angehalten. Erst wenn der Zähler unter 180 Minuten gesunken ist, bleibt die Windenergieanlage auch bei Windgeschwindigkeiten über 5 m/s in Betrieb.

Der Zähler für den Status 14:16 wird während des Betriebs der Windenergieanlage weiterhin im Minutentakt gesenkt und erreicht somit erst nach 3 Stunden den Wert 0. Wenn die Windenergieanlage in der Zwischenzeit erneut eine Störung haben sollte, wird der Zähler vom jeweiligen aktuellen Wert aus wieder hochgezählt und erreicht entsprechend früher den Wert von 180 Minuten.

Der Status 14:16 wird automatisch quittiert, wenn der automatische Neustart nach Vereisung (Kap. 5.1, S. 17) eingeschaltet ist und der Timer für möglichen Eisansatz wieder auf 0 steht. Eventuelles Eis ist dann aufgrund von Außentemperaturen oberhalb von +2 °C abgetaut, sodass die Windenergieanlage gefahrlos starten kann.

Der Status 14:16 wird nur generiert, wenn der automatische Neustart während der Vereisung (Kap. 5.2, S. 17) ausgeschaltet ist. Wenn der automatische Neustart während der Vereisung eingeschaltet ist, wird der Zähler für den Status 14:16 bei einer Störung nicht hochgezählt und somit der Status 14:16 nicht generiert, da sich die Windenergieanlage an einem unkritischen Standort befindet.

Der präventive Halt nach Störungen kann über den Parameter 4115 (Kap. 5.4, S. 18) ein- oder ausgeschaltet werden.

3 Anhalten der Windenergieanlage

Erkennt das Eisansatzerkennungssystem kritischen Eisansatz, wird die Windenergieanlage angehalten (Trudelbetrieb). Zusätzlich erfolgt eine Signalisierung an ENERCON SCADA.

Je nach Parametrierung kann die Gondel in eine bestimmte Stellung positioniert werden. Optional wird die Blattheizung oder eine Eiswarnleuchte eingeschaltet.

4 Wiederanlaufen der Windenergieanlage

4.1 Priorität von Anhalten und Wiederanlaufen der Windenergieanlage

Das Anhalten der Windenergieanlage hat immer eine höhere Priorisierung, als das Wiederanlaufen der Windenergieanlage. Das bedeutet, dass die Windenergieanlage nicht wiederanlaufen kann, solange ein Eisansatzerkennungssystem kritischen Eisansatz erkennt, obwohl ein anderes Eisansatzerkennungssystem Eisfreiheit meldet.

4.2 Manueller Wiederanlauf

Ein manuell eingeleiteter Wiederanlauf nach einer Eisansatzerkennung ist nur direkt an der Windenergieanlage nach entsprechender Sichtkontrolle möglich. Der Eisreset kann durch den Taster am Steuerschrank oder über den Parkrechner vor Ort ausgelöst werden. Dabei obliegt dem Personal vor Ort die Verantwortung für die eventuell davon ausgehende Gefährdung.

Die Windenergieanlage kann nicht wiederanlaufen, solange ein Eisansatzerkennungssystem kritischen Eisansatz erkennt.

4.3 Automatischer Wiederanlauf nach Tauwetter

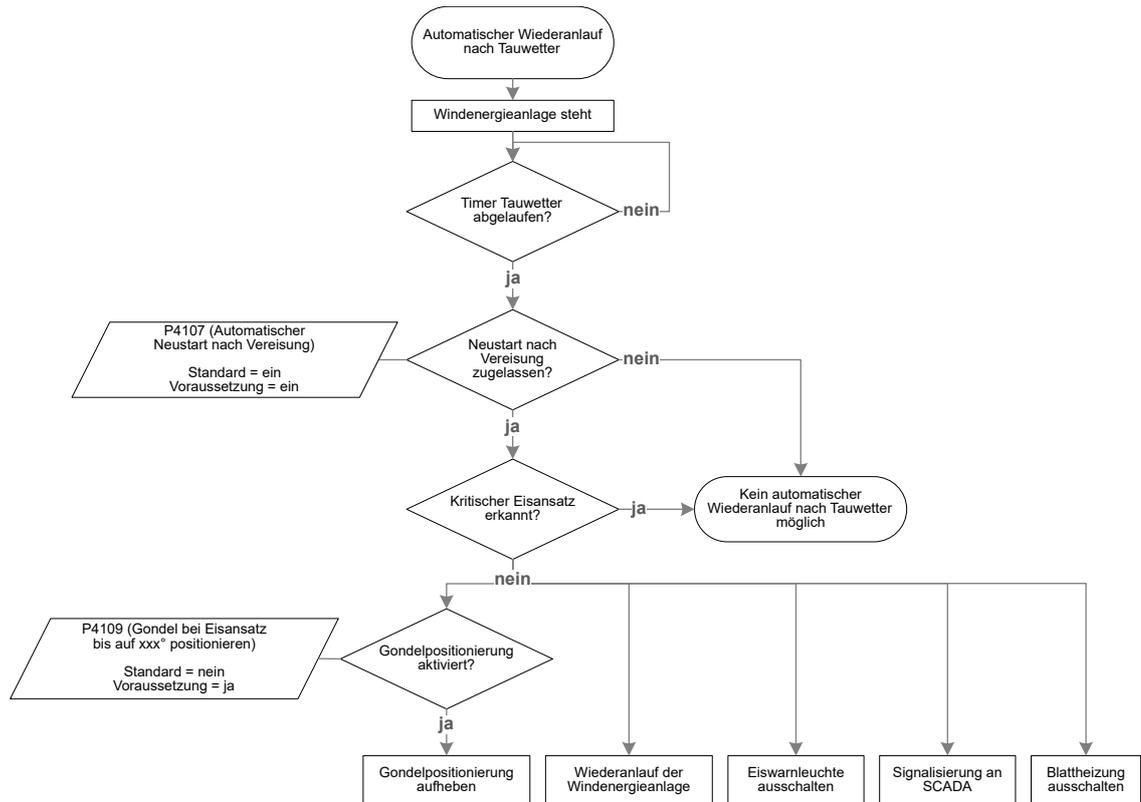


Abb. 1: Automatischer Wiederanlauf nach Tauwetter

Standardeinstellung:

- P4107 (Automatischer Neustart nach Vereisung) = ein

Voraussetzung:

- ✓ P4107 (Automatischer Neustart nach Vereisung) = ein
- ✓ Kein kritischer Eisansatz durch ein installiertes Eisansatzerkennungssystem erkannt

Wenn anhand der zurückliegenden Außentemperaturmessungen Tauwetterlage erkannt wird und ein automatischer Wiederanlauf bei Tauwetter parametrisiert ist, nimmt die Windenergieanlage den Betrieb wieder auf.

Wenn ein Eisansatzerkennungssystem kritischen Eisansatz erkennt, ist der automatische Wiederanlauf nach Tauwetter nicht möglich.

Tab. 1: Automatischer Wiederanlauf nach Tauwetter

Außentemperatur in °C	Dauer in Minuten
3	360
4	180
5	120
6	90
7	72
8	60

4.4 Automatischer 6-Stunden-Neustart

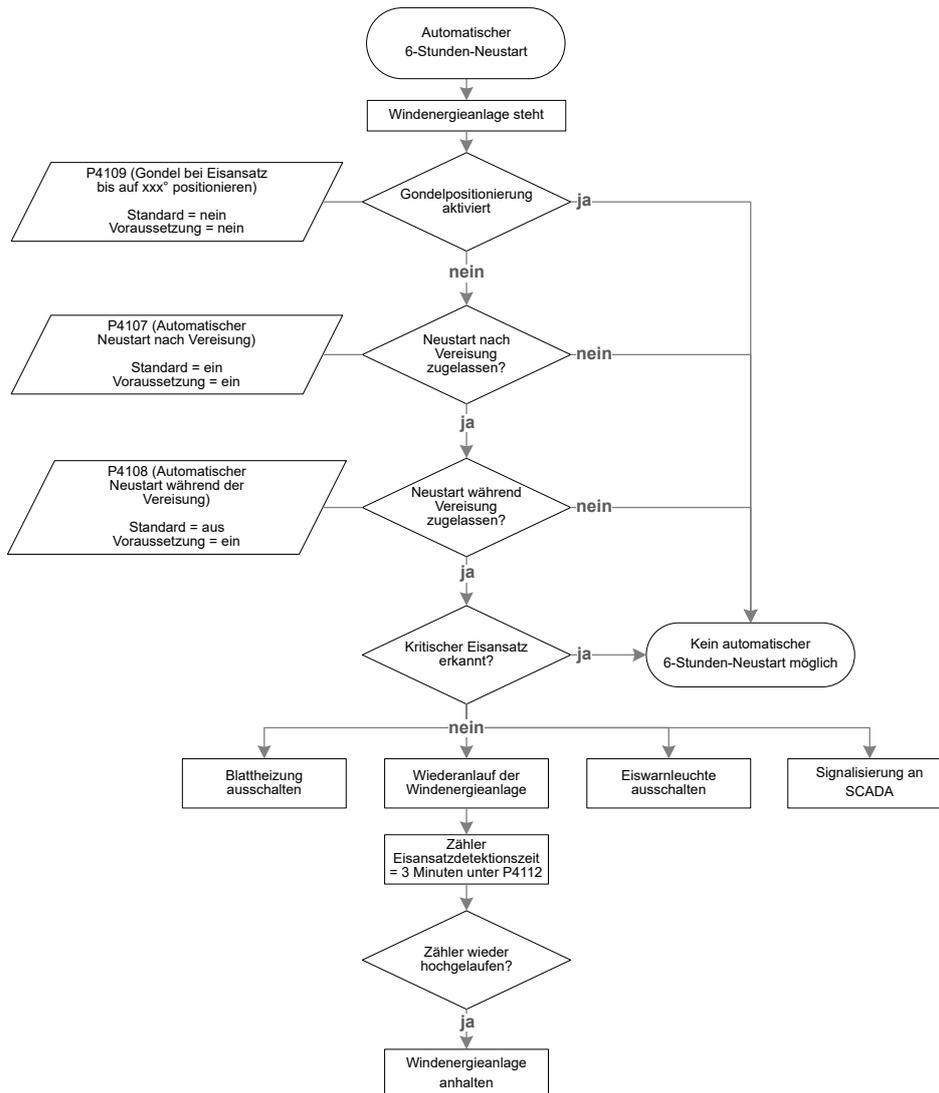


Abb. 2: Automatischer 6-Stunden-Neustart

Geltungsbereich:

- ENERCON Kennlinienverfahren

Standardeinstellung:

- P4107 (Automatischer Neustart nach Vereisung) = ein
- P4108 (Automatischer Neustart während der Vereisung) = aus

Voraussetzung:

- ✓ P4108 (Automatischer Neustart während der Vereisung) = ein
- ✓ P4107 (Automatischer Neustart nach Vereisung) = ein
- ✓ Kein kritischer Eisansatz durch ein installiertes Eisansatzerkennungssystem erkannt

Wenn der automatische 6-Stunden-Neustart parametrierbar ist, unternimmt die Windenergieanlage während der Vereisungsbedingungen (u.a. anhaltende Temperaturen unter +2 °C) im Abstand von 6 Stunden einen Startversuch.

Die Zähler der Eisansatz-Detektionszeit des ENERCON Kennlinienverfahrens werden hierbei auf einen definierten Wert gesetzt. Dieser Wert liegt 3 Minuten unter dem voreingestellten Wert der Eisansatz-Detektionszeit. Falls noch Eisansatz erkannt wird, wird die Windenergieanlage daraufhin nach wenigen Minuten wieder angehalten.

Die Windenergieanlage kann nicht Wiederanlaufen, solange ein Eisansatzerkennungssystem kritischen Eisansatz erkennt.

4.5 Automatischer Wiederanlauf mit Blattheizung

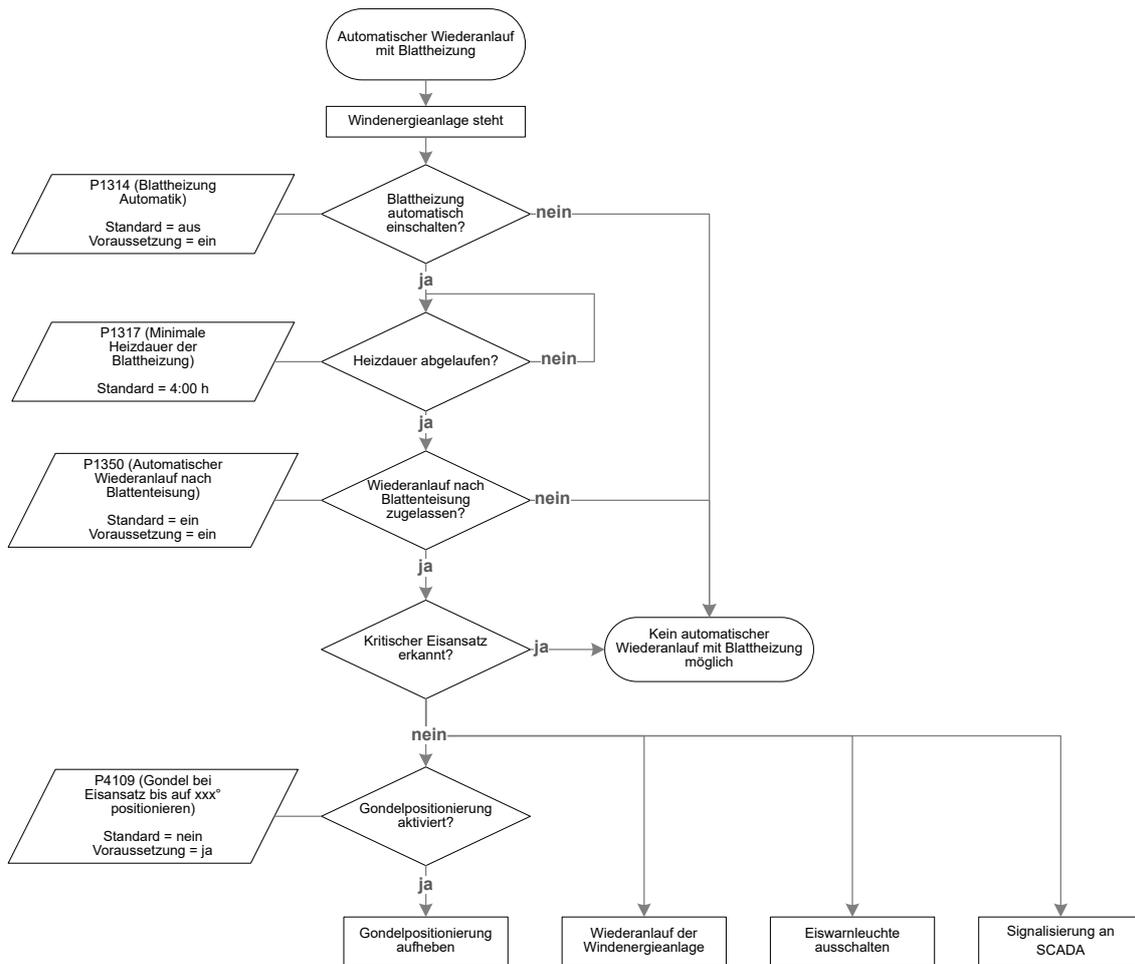


Abb. 3: Automatischer Wiederanlauf mit Blattheizung

Voraussetzung:

- ✓ P1314 (Blattheizung Automatik) = ein
- ✓ P1350 (Automatischer Wiederanlauf nach Blattenteisung) = ein
- ✓ Kein kritischer Eisansatz durch ein installiertes Eisansatzerkennungssystem erkannt

Wenn ein Eisansatzerkennungssystem kritischen Eisansatz erkannt hat und die Windenergieanlage angehalten wurde, wird die Blattheizung eingeschaltet.

Nachdem eine Blattenteisung durchlaufen wurde, nimmt die Windenergieanlage den Betrieb wieder auf.

Die Zähler der Eisansatz-Detektionszeit des ENERCON Kennlinienverfahrens werden nach dem Durchlauf der Blattenteisung auf einen definierten Wert gesetzt. Dieser Wert liegt 3 Minuten unter dem voreingestellten Wert der Eisansatz-Detektionszeit. Falls noch Eisansatz erkannt wird, wird die Windenergieanlage daraufhin nach wenigen Minuten wieder angehalten.

Dieser Funktion ist auch unter Vereisungsbedingungen möglich.

Die Windenergieanlage kann nicht Wiederanlaufen, solange ein Eisansatzerkennungssystem kritischen Eisansatz erkennt.

Detaillierte Informationen können der technischen Beschreibung entnommen werden:

- D0441885 „Technische Beschreibung Blattheizung“

4.6 Automatischer Wiederanlauf nach Windpark-Eisansatzerkennung

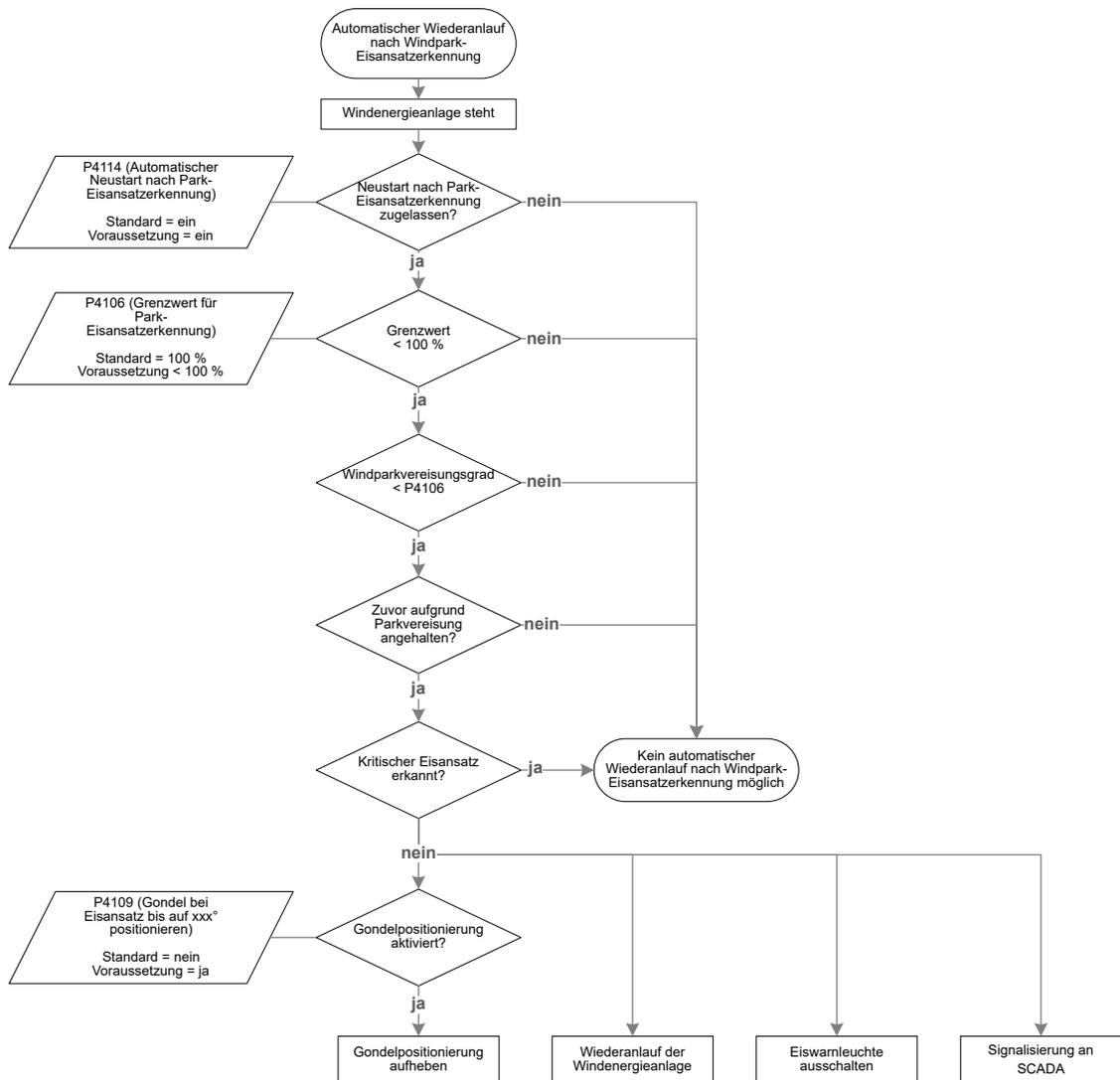


Abb. 4: Automatischer Wiederanlauf nach Windpark-Eisansatzerkennung

Standardeinstellung:

- P4114 (Automatischer Neustart nach Park-Eisansatzerkennung) = ein
- P4106 (Grenzwert für Park-Eiserkennung) = 100 %

Voraussetzung:

- ✓ P4114 (Automatischer Neustart nach Park-Eisansatzerkennung) = ein
- ✓ P4106 (Grenzwert für Park-Eiserkennung) < 100 %
- ✓ Kein kritischer Eisansatz durch ein installiertes Eisansatzerkennungssystem erkannt

Wird an einer Windenergieanlage kein kritischer Eisansatz mehr erkannt und die entsprechende Statusmeldung zurückgesetzt, gibt die Windenergieanlage diese Meldung über ENERCON SCADA an alle Windenergieanlagen im Windpark ab. Jede Windenergieanlage löscht die entsprechende Information und berechnet erneut den Windparkvereisungsgrad. Wenn der Windparkvereisungsgrad niedriger als der an der jeweiligen Windenergieanlage eingestellte Wert ist, wird der Startvorgang, sofern die Windenergieanlage selbst keinen kritischen Eisansatz detektiert hat oder durch längeren Stillstand bei niedrigen Temperaturen präventiv stillstehen muss, eingeleitet.

Die Windenergieanlage kann nicht Wiederaanlaufen, solange ein Eisansatzerkennungssystem kritischen Eisansatz erkennt.

Detaillierte Informationen können der technischen Beschreibung entnommen werden:

- D0258603 „Technische Beschreibung Windpark-Eisansatzerkennung“

5 Parameter

Die einzustellenden Werte der nachfolgenden Parameter werden von der zuständigen Genehmigungsbehörde oder dem Betreiber vorgegeben. Sie werden von ENERCON eingestellt und dokumentiert.

5.1 P4107: Automatischer Neustart nach Vereisung

Gibt an, ob die Windenergieanlage bei ausreichend hohen Außentemperaturen automatisch wieder starten darf. Dieser Parameter bezieht sich auf das ENERCON Kennlinienverfahren sowie die Eisansatzerkennung durch externe Systeme. Das Labko Eisansatzerkennungssystem ist hiervon ausgenommen und nutzt Parameter 3102 für den automatischen Neustart nach Vereisung.

Bei Softwareversionen bis einschließlich V5.90 (I/O-Board Steuerschrank 1) wird über diesen Parameter auch gesteuert, ob eine Windenergieanlage nach Beendigung der Blatenteisung automatisch wieder starten darf.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	ein

5.2 P4108: Automatischer Neustart während der Vereisung

Gibt an, ob die Windenergieanlage während der Vereisung im Abstand von 6 Stunden einen Startversuch unternehmen soll. Dieser Parameter kann nur aktiviert werden, wenn der automatische Neustart nach Vereisung aktiviert ist (P4107 = ein).

Mit diesem Parameter kann ein automatischer Wiederanlauf an unkritischen Standorten erreicht werden.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

5.3 P4112: Eisansatz-Detektionszeit

Gibt an, wie viel Zeit der Windenergieanlage zur Detektion von Eisansatz zur Verfügung gestellt werden soll.

An der Empfindlichkeit des Eisansatzerkennungssystems ändert eine kürzere Detektionszeit nichts. Die Windenergieanlage reagiert lediglich früher, wenn das Toleranzband der Kennlinie verlassen wird. Somit besteht auch ein geringfügig höheres Risiko einer unberechtigten Abschaltung.

Bei einem automatischen Neustart während der Vereisung (Parameter 4108 = ein) oder bei einem Neustart nach erfolgter Enteisung durch die Blattheizung werden die Zähler für Status 14 : 11 bis 14 : 14 (Leistungs- und Blattwinkelmessungen) jeweils definiert zurückgesetzt. Dieser Wert liegt 3 Minuten unter dem voreingestellten Wert der Eisansatz-Detektionszeit. Falls noch Eisansatz vorliegt, wird die Windenergieanlage daraufhin nach wenigen Minuten angehalten. Dies geschieht unabhängig von der eingestellten Eisansatz-Detektionszeit.

Einstellmöglichkeiten	Standard
10 – 30 Minuten	Kritischer Standort: 15 Minuten Unkritischer Standort: 30 Minuten <i>Ausnahmen:</i> <i>Deutschland: 15 Minuten</i> <i>BeNeLux: 15 Minuten</i> <i>Österreich: 30 Minuten (Bestandsanlagen); 15 Minuten (Neuanlagen)</i>

Für Windenergieanlagen an Standorten, die nicht in ausreichendem Abstand zu Schutzobjekten (1,5 x (Rotordurchmesser + Nabenhöhe)) errichtet werden, muss die Eisansatz-Detektionszeit auf 15 Minuten eingestellt werden.

5.4 P4115: Präventive Eiserk. nach 3 Std. Störung

Gibt an, ob die Windenergieanlage bei möglichem Eisansatz nach einer länger als 3 Stunden dauernden Störung mit Status 14:16 Eisansatzerkennung: Anlage präventiv gestoppt gestoppt bleibt.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	ein

5.5 Sensitivität der Eisansatzerkennung

Gibt an, mit welcher Sensitivität das Toleranzband des Eisansatzerkennungssystems (ENERCON Kennlinienverfahren) eingestellt ist.

Je höher die Sensitivität, desto geringere Eismengen werden als Eisansatz erkannt.

Die Standardeinstellung entspricht dem „TÜV Nord Gutachten – Eisansatzerkennung nach dem ENERCON Kennlinienverfahren“ (D0367983).

Einstellmöglichkeiten	Standard
Geringe Sensitivität ¹	Normale Sensitivität
Verringerte Sensitivität ¹	
Normale Sensitivität	
Erhöhte Sensitivität	
Hohe Sensitivität	

¹Diese Einstellungen sind nur nach Standortbetrachtung und Risikobeurteilung möglich. Für Windenergieanlagen an Standorten, die nicht in ausreichendem Abstand zu Schutzobjekten (1,5 x (Rotordurchmesser + Nabenhöhe)) errichtet werden, sind diese Einstellungen unzulässig.

Fachwortverzeichnis

Eisfall	Herabfallen von Eis bei angehaltener Windenergieanlage, das sich bei bestimmten Wetterlagen an den Rotorblättern bilden kann. Die fallenden Eisstücke können Sach- und Personenschäden bewirken.
Eiswurf	Abwurf von Eis bei drehendem Rotor, das sich bei bestimmten Wetterlagen an den Rotorblättern von Windenergieanlagen bilden kann.
Kritischer Eisansatz	Entstehung von Eis, das aufgrund seiner Aufprallenergie eine Gefahr für ungeschützte Personen darstellt, wenn es herabfällt oder weggeschleudert wird.
Trudelbetrieb	Betriebsart einer ENERCON Windenergieanlage, bei der sich die Rotorblätter in einem Rotorblattwinkel von in der Regel 60° (in der sogenannten Trudelstellung) befinden, wodurch sich die Windenergieanlage im Leerlauf befindet. Der Rotor dreht nur sehr langsam. Im Trudelbetrieb wird keine Energie erzeugt und die Rotordrehzahl wird überwacht. Bei hohen Windgeschwindigkeiten wird der Rotorblattwinkel erhöht, damit die maximale Trudeldrehzahl nicht überschritten wird.

Technische Beschreibung

Blitzschutz

ENERCON Windenergieanlagen EP1, EP2, EP3

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0260891-11		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2019-10-28	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in (). Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Dokument-ID	Dokument
DIN EN 50308*VDE 0127-100	Windenergieanlagen - Schutzmaßnahmen - Anforderungen für Konstruktion, Betrieb und Wartung; Deutsche Fassung EN 50308
DIN EN 50522*VDE 0101-2	Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV; Deutsche Fassung EN 50522
DIN EN 61400-24*VDE 0127-24	Windenergieanlagen - Teil 24: Blitzschutz (IEC 61400-24); Deutsche Fassung EN 61400-24
DIN EN 62305-1*VDE 0185-305-1	Blitzschutz - Teil 1: Allgemeine Grundsätze (IEC 62305-1); Deutsche Fassung EN 62305-1
DIN EN 62305-2*VDE 0185-305-2	Blitzschutz - Teil 2: Risiko-Management (IEC 62305-2); Deutsche Fassung EN 62305-2
DIN EN 62305-3*VDE 0185-305-3	Blitzschutz - Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen (IEC 62305-3); Deutsche Fassung EN 62305-3
DIN EN 62305-4*VDE 0185-305-4	Blitzschutz - Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen (IEC 62305-4); Deutsche Fassung EN 62305-4
DIN EN 62561-1*VDE 0185-561-1	Blitzschutzsystembauteile (LPSC) - Teil 1: Anforderungen an Verbindungsbauteile (IEC 62561-1); Deutsche Fassung EN 62561-1
DIN EN 62561-2*VDE 0185-561-2	Blitzschutzsystembauteile (LPSC) - Teil 2: Anforderungen an Leiter und Erder (IEC 62561-2); Deutsche Fassung EN 62561-2
DIN IEC 60364-5-54*VDE 0100-540	Errichtung von Niederspannungsanlagen Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter (IEC 64/2370); Deutsche Fassung EN 60364-5-54

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	6
2	Äußerer Blitzschutz.....	8
2.1	Fangeinrichtungen	8
2.1.1	Maschinenhaus	8
2.1.2	Rotorblatt.....	8
2.2	Ableitungen	9
2.2.1	Blattanschluss - Rotor	9
2.2.2	Rotor - Maschinenträger.....	9
2.2.3	Maschinenträger - Turm	9
2.2.4	Turm	10
2.2.5	Turm - Fundament.....	10
2.3	Erdungsanlage.....	11
3	Innerer Blitzschutz.....	12
4	Übersicht der äußeren Blitzschutzkomponenten in Windenergieanlagen.....	14
5	Zugrundeliegende Normen	15

Abkürzungsverzeichnis

GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
LPL	Lightning protection level (Blitzschutzklasse)
LPZ	Lightning protection zone (Blitzschutzzone)

1 Allgemeines

Blitzschläge können Teile von Gebäuden in Brand setzen und zerstören. Zudem können die hohen Blitzströme direkt durch leitende Verbindungen oder indirekt durch induktive, kapazitive oder galvanische Kopplung ins Gebäudeinnere übertragen werden und dort zu weiteren Beschädigungen führen. Windenergieanlagen sind aufgrund ihrer exponierten Lage besonders gefährdet.

Um mögliche Schäden durch Blitzschläge zu vermeiden und einen sicheren Anlagenbetrieb zu gewährleisten, werden Windenergieanlagen mit einem Blitzschutz ausgestattet. Ein Blitzstrom wird dabei kontrolliert von den Fangeinrichtungen über die Ableitungen zur Erdungsanlage geführt.

Dieses Dokument beschreibt den Blitzschutz in Windenergieanlagen der Plattformen EP1 bis EP3 (E-44, E-48, E-53, E-70 E4, E-82 E2, E-82 E4, E-92, E-103 EP2, E-115 E2, E-115 EP3 E3, E-126 EP3, E-138 EP3, E-138 EP3 E2).

Äußerer Blitzschutz

Zum äußeren Blitzschutz gehören alle Maßnahmen, die zur Verhinderung von Beschädigungen der Windenergieanlagen durch Blitzschläge getroffen werden. Fangeinrichtungen an den Rotorblättern, Ableitungen, die Erdungsanlage und anlagenspezifische Metallteile sind Bestandteile des äußeren Blitzschutzes. Der äußere Blitzschutz reduziert zudem die durch Blitzströme erzeugten Störfelder im Inneren der Windenergieanlagen.

Innerer Blitzschutz

Zum Schutz der elektrischen und elektronischen Einrichtungen werden weitere Maßnahmen ergriffen, die als innerer Blitzschutz bezeichnet werden. Hierzu zählen ein Potentialausgleichssystem sowie Überspannungsableiter.

Blitzschutzklasse – Lightning protection level

Das LPL wird von IV (niedrig) bis I (hoch) eingestuft. Alle Windenergieanlagen sind dafür ausgelegt, die Anforderungen an das LPL I zu erfüllen, ggf. sind Anpassungen an der Erdungsanlage erforderlich. Dies ist von der Leitfähigkeit des Erdreichs am Standort abhängig und wird als Teil der Baugrunduntersuchung projektspezifisch geprüft.

Blitzschutzzonen

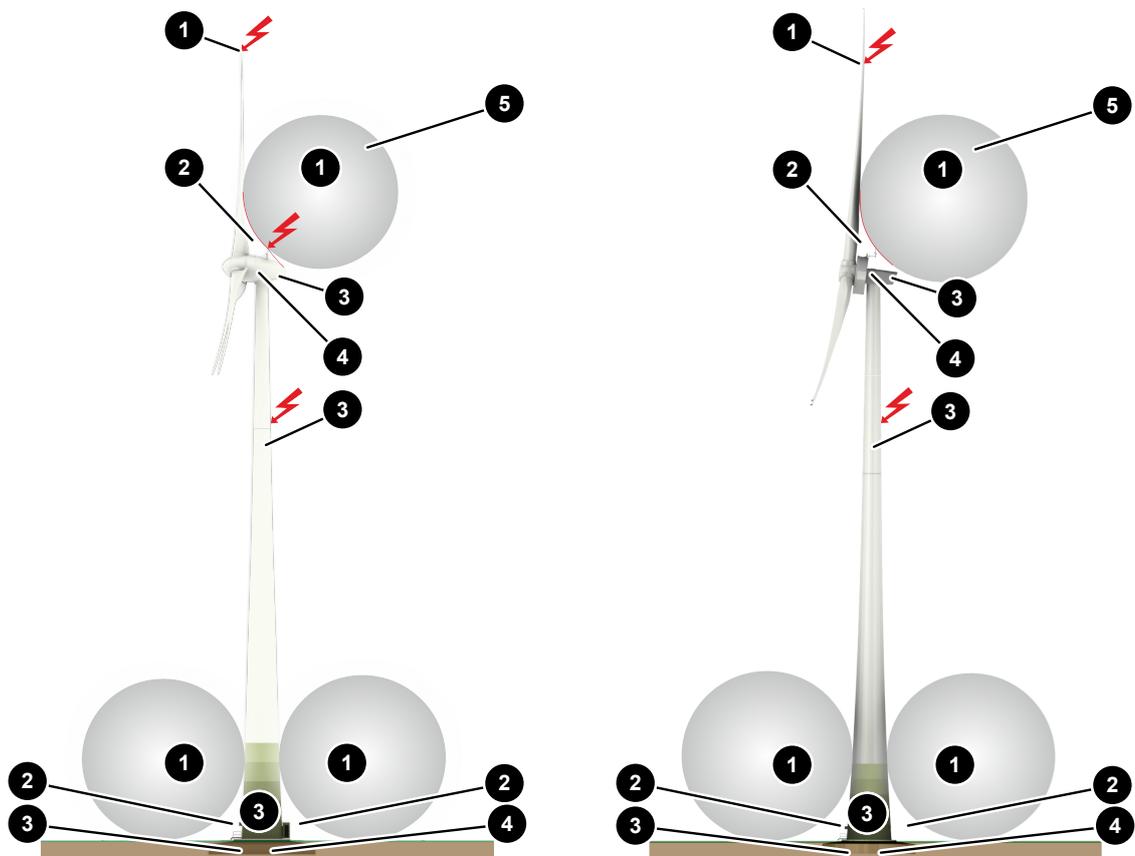


Abb. 1: Blitzschutzzonen, Gondel in Tropfenform (links) und Gondel in Kompaktform (rechts)

1 LPZ 0 _A	2 LPZ 0 _B
3 LPZ 1	4 LPZ 2
5 Blitzkugel (Radius 20 m)	

2 Äußerer Blitzschutz

2.1 Fangeinrichtungen

2.1.1 Maschinenhaus

Am Maschinenhaus befinden sich, in Abhängigkeit von der Größe des Maschinenhauses, mehrere Fangstangen aus Rundstahl. Die Fangstangen fangen den Blitz. Die Positionierung findet entsprechend des Blitzkugelverfahrens mit dem Radius der Blitzschutzklasse I statt. Hierdurch werden die restliche Struktur sowie die Komponenten im Außenbereich (z. B. Anemometer) vor unkontrollierten Blitzschlägen geschützt.

2.1.2 Rotorblatt

In den Rotorblättern ist ein Blitzschutz integriert, der den Blitzstrom von der Einschlagstelle an den Fangeinrichtungen über den Ableitpfad zur Erdungsanlage führt. Der Blitzschutz des Rotorblatts besteht aus den folgenden Elementen:

- Blattspitze aus Aluminiumguss
- ggf. zusätzliche Rezeptoren
- Blitzableiter (Kupfer oder Aluminium)
- Ableitring an der Blattwurzel

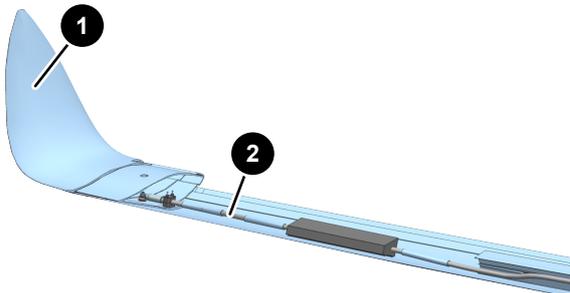


Abb. 2: Blattspitze mit Blitzableiter

1	Blattspitze	2	Blitzableiter
---	-------------	---	---------------

Die Blattspitze aus Aluminiumguss ist leitend. Sie ist durch einen Blitzableiter mit dem Ableitring an der Blattwurzel verbunden. Der Ableitring befindet sich in ausreichendem Abstand zu den leitenden Teilen im Blattanschlussbereich, so dass ein unerwünschter Überschlag verhindert wird.

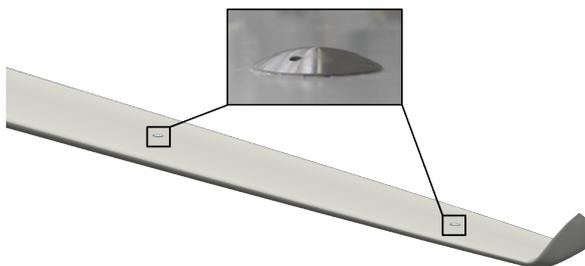


Abb. 3: Rotorblatt mit Rezeptoren auf der Druck- und Saugseite

Je nach Länge und Aufbau des Rotorblatts sind ggf. zusätzlich Rezeptoren auf der Druck- und Saugseite angeordnet. Die Rezeptoren sind an den Ableitpfad angeschlossen.

Rezeptoren sind definierte Solleinschlagsstellen, welche blitzstromtragfähig dimensioniert sind.

2.2 Ableitungen

2.2.1 Blattanschluss - Rotor

Die Ableitung des Blitzstroms vom Blattanschluss zum Rotor wird mit Rollenblitzableitern oder Kohlebürsten realisiert. Die im Rotor installierten Rollenblitzableiter oder Kohlebürsten werden durch eine Federwirkung auf einen am Blattanschluss angebrachten Ableitring gedrückt.

Rollenblitzableiter werden bei Windenergieanlagen mit Spinnerverkleidung verbaut. Bei Windenergieanlagen ohne Spinnerverkleidung werden Kohlebürsten eingesetzt.

2.2.2 Rotor - Maschinenträger

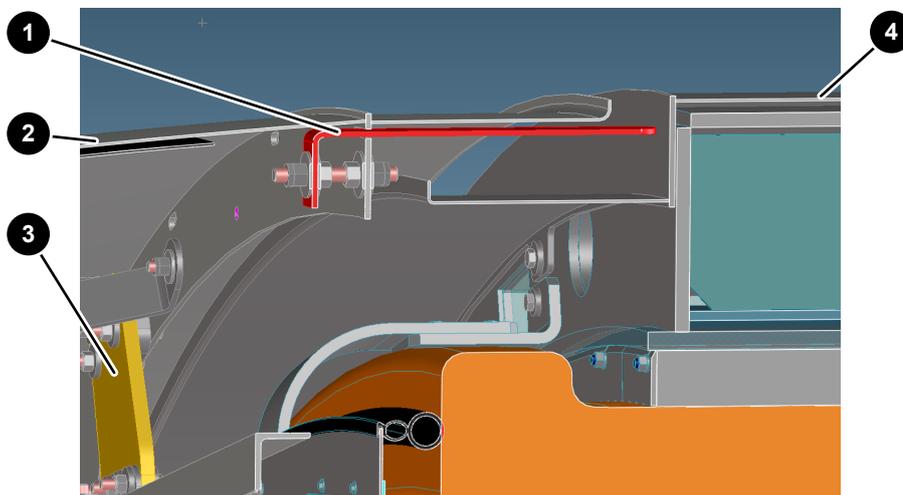


Abb. 4: Blitzfangwinkel am Beispiel der E-92

1	Blitzfangwinkel	2	Spinner
3	Spinnerisolierung	4	Maschinenhausverkleidung

Bei allen Windenergieanlagen führen drei symmetrisch angeordnete Funkenstrecken den Blitzstrom unabhängig von dem momentanen Rotorblattwinkel und der Stellung des Rotors zur tragenden Struktur.

Bei Maschinenhausverkleidungen aus Aluminium führen die Funkenstrecken den Blitzstrom vom Spinner auf die Verkleidung. Von dort aus wird der Blitzstrom in den Maschinenträger abgeleitet.

Bei Verkleidungen aus GFK führen die Funkenstrecken den Blitzstrom auf den Stator und dann zum Maschinenträger.

2.2.3 Maschinenträger - Turm

Die Verbindung zwischen Maschinenträger und Turm wird durch das großflächige Azimutlager sichergestellt. Zusätzlich sind im Gondelkeller weitere Funkenstrecken vorhanden, welche die Ableitung vom Maschinenhaus sicherstellen.

2.2.4 Turm

Stahlurm

Der Stahlurm selbst ist leitfähig, so dass ein Blitzstrom über diesen abgeleitet wird. Zwei am Turm angeschweißte Laschen dienen dem Anschließen der Anschlussfahnen des Fundamenterders. Wenn das unterste Segment aus mehreren Teilen besteht, werden diese jeweils mit einem zusätzlichen, inneren Erdungsring verbunden, an welchem die zwei Anschlussfahnen des Fundamenterders angeschlossen werden.

Betonturm

Jedes Betonsegment verfügt über 4 vertikal geführte Bandstähle, welche mit der inneren Bewehrung verbunden sind. Die Enden des Bandstahls sind mit Gewindehülsen versehen, an welchem die Verbindungsfaschen angebunden werden und den Spalt zwischen den Segmenten überbrücken. Abschließend dienen 4 Gewindehülsen, jeweils um 90° versetzt, als Erdungsfestpunkte zum Anschluss des Fundamenterders.

Hybridurm

Der Hybridurm besteht aus Betonsegmenten, die im oberen Turmbereich um Stahlsegmente ergänzt werden. Die Ableitung wird durch die Verbindungsfaschen des Fundaments aufwärts bis zu den Stahlurmsegmenten realisiert. Der Übergang zu den Stahlurmsegmenten erfolgt mit 4 Leitungen, jeweils um 90° versetzt, mit mind. 50 mm² Querschnitt.

2.2.5 Turm - Fundament

Der Anschluss des Turms an das Fundament erfolgt über Laschen und Anschlussfahnen. Die an den Turm angeschweißten Laschen werden mit den Anschlussfahnen der Erdungsanlage verbunden. Die Erdungsanlage ist mit der Bewehrung des Fundaments verbunden. Somit wird eine großflächige Potentialsteuerung erreicht.

2.3 Erdungsanlage

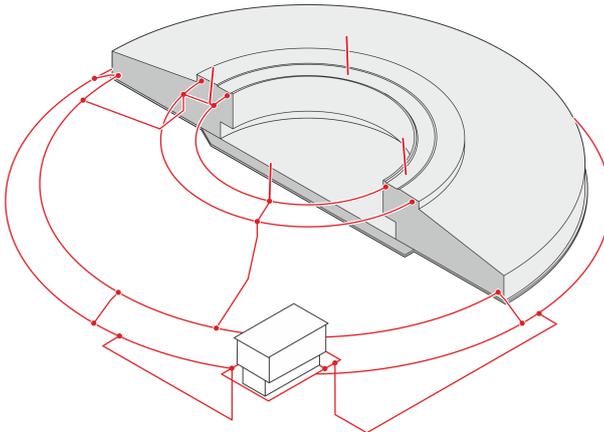


Abb. 5: Erdungsanlage, Beispiel

Erdungsanlagen schützen Lebewesen und Sachwerte vor Gefahren, die durch Kurz- bzw. Erdschlüsse und transiente Vorgänge, wie Blitzschläge und Schalthandlungen, entstehen können. Sie stellen eine effektive Wirkung der (Fehlerstrom-)Schutzeinrichtungen und eine Bereitstellung eines Referenzpotenzials für elektrische Komponenten sicher. Bei einem Blitzschlag entsteht im stromdurchflossenen Bodenbereich ein Potentialanstieg in Richtung Windenergieanlage. Die Höhe der Berührungs- und Schrittspannung ist u. a. abhängig vom Erdungswiderstand des Fundamenters und der äußeren Erdungsanlage.

Um alle Anforderungen an das LPL I zu erfüllen und die Einhaltung von Schritt- und Berührungsspannungen im Fehlerfall sicherstellen zu können, müssen in Abhängigkeit des spezifischen Erdwiderstands am Standort ggf. erdungsverbessernde Maßnahmen realisiert werden. Der spezifische Erdwiderstand muss gemäß normativer Anforderung im Rahmen der Baugrunduntersuchung messtechnisch erfasst werden.

Die Erdungsanlage im Fundament besteht aus mehreren, radial installierten Erdungsleitern. Um eine gezielte Potentialsteuerung zu erzielen, sind die Erdungsleiter gestaffelt mit der Bewehrung verbunden. Der außerhalb des Fundamentes liegende Ringanker integriert die Erdungsanlage der Windenergieanlage in das umgebende Potential.

Nach Errichtung der Erdungsanlage wird abschließend der erreichte Erdungswiderstand gemessen und mit den ermittelten Grenzwerten verglichen. Bei Nichteinhaltung können erdungsverbessernde Maßnahmen wie z. B. zusätzliche Tiefenerder oder Ersatzmaßnahmen wie z. B. eine Standortisolierung erforderlich sein, um die Sicherheit für Lebewesen im Umfeld der Windenergieanlage sicherzustellen.

Je nach vereinbartem Lieferumfang werden die erforderlichen Maßnahmen vom Kunden oder von ENERCON durchgeführt. Die Regelung ist vertraglich festzuhalten.

3 Innerer Blitzschutz

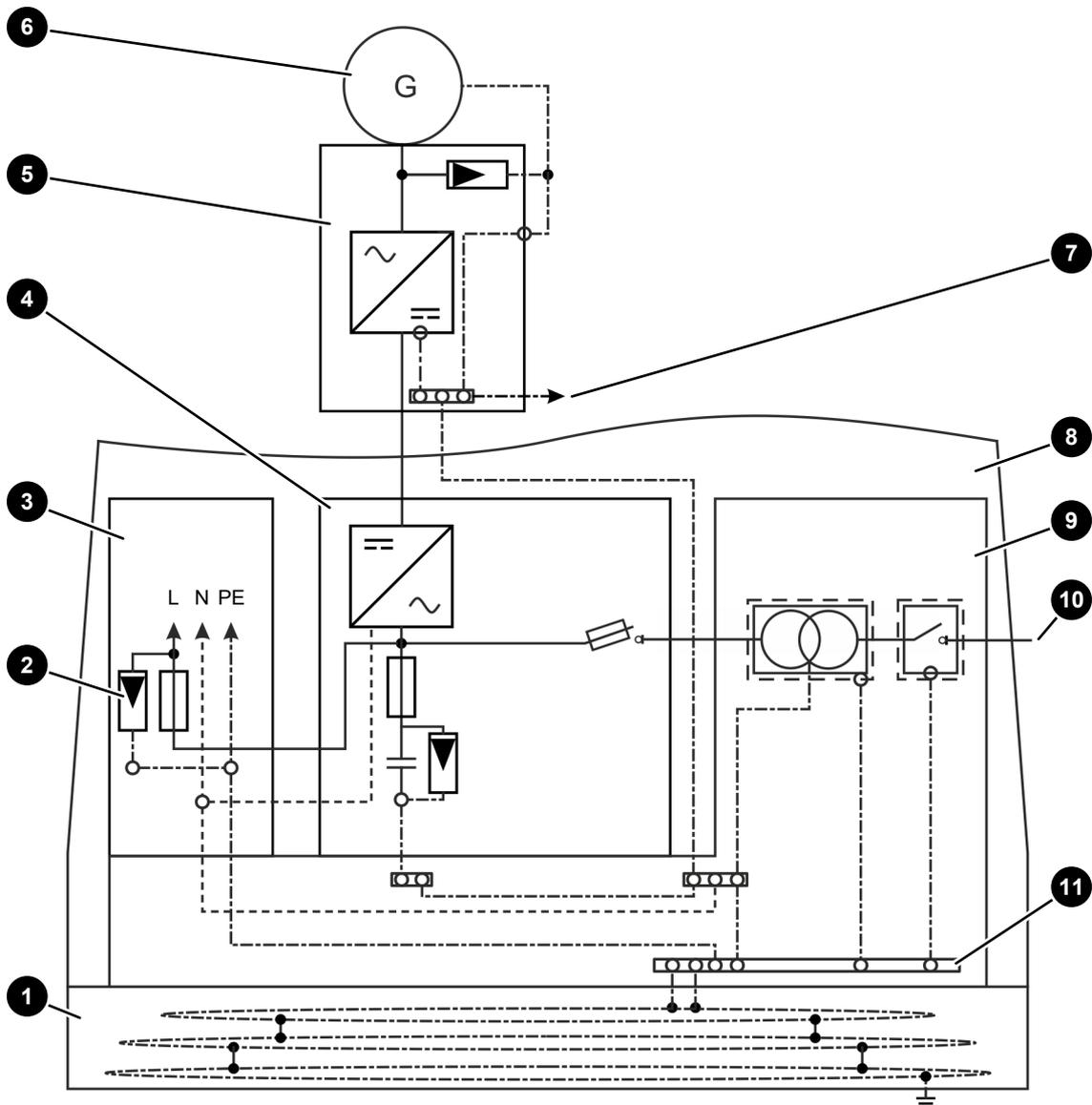


Abb. 6: Potentialausgleichssystem und Überspannungsableiter

1 Erdungsanlage	2 Überspannungsableiter
3 Steuerschrank	4 Leistungsschrank
5 Maschinenträger	6 Generator
7 Schleifringübertrager	8 Turm
9 Transformator	10 Versorgungsnetz
11 Potentialausgleichsschiene	

Potentialausgleichssystem

Das Potentialausgleichssystem verbindet alle leitfähigen Hauptkomponenten wie z. B. die Rotornabe, die Gondel, den Turm und die Schaltschranke mit dem Hauptpotentialausgleich. Der Zusammenschluss des Niederspannungs- und Hochspannungspotentialausgleichs verhindert Potentialdifferenzen.

Überspannungsableiter

Überspannungsableiter schützen elektrische Komponenten nicht nur vor durch Blitzschlag hervorgerufene elektromagnetische Impulse, sondern auch vor anderen transienten Störgrößen, welche durch Schalthandlungen von induktiven oder kapazitiven Lasten entstehen. Des Weiteren schützen die Überspannungsableiter vor den Folgen von elektrostatischen Entladungseffekten.

Damit wird sichergestellt, dass jederzeit eine Überwachung, Regelung und Steuerung der Windenergieanlage möglich ist.

4 Übersicht der äußeren Blitzschutzkomponenten in Windenergieanlagen

Tab. 1: Übersicht der äußeren Blitzschutzkomponenten in Windenergieanlagen

	Rollenblitzabnehmer	Kohlebürsten	Funkenstrecke - Blitzfangwinkel	Funkenstrecke - Blitzfangstangen
E-44	X	-	X	-
E-48	X	-	X	-
E-53	X	-	X	-
E-70 E4	X	-	X	-
E-82 E2	X	-	X	-
E-82 E4	X	-	X	-
E-92	X	-	X	-
E-103 EP2	X	-	X	-
E-115 E2	X	-	X	-
E-115 EP3 E3	-	X	-	X
E-126 EP3	X	-	-	X
E-138 EP3	X	-	-	X
E-138 EP3 E2	-	X	-	X

5 Zugrundeliegende Normen

Bei der Konstruktion und der Umsetzung des Blitzschutzes für Windenergieanlagen wurden folgende Normen und Standardisierungen in der jeweils aktuellsten Fassung beachtet.

- DIN EN 50308*VDE 0127-100
- DIN EN 50522*VDE 0101-2
- DIN EN 61400-24*VDE 0127-24
- DIN EN 62305-1*VDE 0185-305-1
- DIN EN 62305-2*VDE 0185-305-2
- DIN EN 62305-3*VDE 0185-305-3
- DIN EN 62305-4*VDE 0185-305-4
- DIN EN 62561-1*VDE 0185-561-1
- DIN EN 62561-2*VDE 0185-561-2
- DIN IEC 60364-5-54*VDE 0100-540

Gutachten

Zur Bewertung der Funktionalität von Eisansatzerkennungssystemen zur Verhinderung von Eisabwurf an ENERCON Windenergieanlagen:

Eisansatzerkennung nach dem ENERCON-Kennlinienverfahren

Erstellt im Auftrag für

ENERCON
26605 Aurich

Rev.	Datum	Änderungen
0	18.11.2014	Erste Fassung
1	22.08.2016	Formale Änderungen, Spezifizierung der Detektionszeit
2	20.04.2017	Ergänzung E-141 EP4, Berücksichtigung von Weiterentwicklungen
3	13.06.2017	Ergänzende Betrachtung bei vorgegebenem min. Blattwinkel (Kap. 5.3.3)
4	06.02.2018	Kombination mit Labko Eissensor, Ergänzung von Trudeldrehzahlen
5	19.09.2018	Ergänzung von Anlagenvarianten, Änderung bzgl. zusätzlicher Eiserkennungssysteme
6	04.06.2020	Reduzierung des Umfangs auf Bewertung des Kennlinienverfahrens, redaktionelle Änderungen, Aktualisierung von Dokumenten

TÜV NORD Bericht Nr.: 8111 881 239 Rev. 6

Gegenstand der Prüfung: Eisansatzerkennung durch das ENERCON Kennlini-
enverfahren

Anlagenhersteller: ENERCON
Dreekamp 5 F&E
26605 Aurich
Germany

Die Ausarbeitung des Gutachtens erfolgte durch:

Verfasser	Dipl.-Ing. O. Raupach Sachverständiger	Hamburg, 04.06.2020
Geprüft durch	Dipl.-Ing. L. Klüppel Sachverständiger	Hamburg, 04.06.2020

An der Prüfung beteiligt:

B.Sc. F. Lautenschlager

Für weitere Auskünfte:

TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG

Oliver Raupach

Große Bahnstraße 31

22525 Hamburg

Tel.: +49 40 8557 2829

E-Mail: oraupach@tuev-nord.de

Inhalt

1	Einleitung.....	5
1.1	Ausgangssituation	5
1.2	Eisansatzerkennung nach dem Kennlinienverfahren	6
1.3	Gültigkeitsbereich	6
1.4	Beschreibung der Bewertungskette.....	7
1.4.1	Bewertungsmaßstäbe	7
1.4.2	Grenzen der Bewertung.....	7
1.4.3	Beschreibung der Vorgehensweise	7
2	Untersuchungen zur Eisdicke und zur Eiswurfweite	8
2.1	Bestimmung einer kritischen Eisdicke	8
2.1.1	Festlegung von Randbedingungen für den Eisabwurf	8
2.1.2	Ermittlung eines kritischen Eisobjektes.....	12
2.1.3	Ermittlung einer kritischen Zeit zur Bildung eines kritischen Eisobjektes .	15
2.2	Untersuchung zum Eisabwurf beim Leerlauf (Startbetrieb)	16
2.2.1	Festlegung der Randbedingungen für den Eisabwurf beim Leerlauf	16
2.2.2	Ermittlung der Eisabwurfweite für den Leerlauf.....	18
2.2.3	Bewertung und Zusammenfassung der Eisabwurfweite für den Leerlauf	22
2.2.4	Ergänzende Informationen zum Trudelbetrieb	23
3	Beschreibung des Eiserkennungsalgorithmus.....	24
3.1	Programmablauf	24
3.1.1	Prüfung des Programmablaufs auf Plausibilität	24
3.1.2	Prüfung von Lücken/Unsicherheiten im Programmablauf	24
3.2	Bewertung des Messprinzips beim ENERCON Eiserkennungsverfahren	24
3.3	Bewertung der Algorithmen beim Kennlinienverfahren.....	25
3.3.1	Messbericht Meteotest: „Performance of the ENERCON ice detection system“	25
3.3.2	Beobachtungen und Bewertungen zum Messbericht Meteotest	25
3.3.3	Messung an der Anlage „WEA 2“	26
3.4	Grenzen der Bewertungskette.....	27
3.4.1	Geschlossenheit der Bewertungskette und Schnittstellen	27
3.4.2	Repräsentativität der Messung	28

3.4.3	Unsicherheiten der Messung	28
3.4.4	Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Anlagen	28
4	Zusammenfassung und Ergebnis der Bewertung.....	28
5	Dokumente und Literaturverzeichnis	30
5.1	Geprüfte Dokumente	30
5.2	Literatur	32
5.2.1	Literatur zu Kapitel 2.1 und 2.2	32

Tabellen

Tabelle 2.1:	Gewähltes Eisobjekt.....	12
Tabelle 2.2:	Untersuchungsergebnisse unter den gegebenen Randbedingungen (Würfel).	13
Tabelle 2.3:	Untersuchungsergebnisse: Variation der generierten Eisobjekte. Auswahlkriterium: kinetische Energie größer 40J.....	14
Tabelle 2.4:	Untersuchungsergebnisse: Variation der generierten Eisobjekte. Auswahlkriterium: kinetische Energie größer 40J und Windgeschwindigkeit kleiner gleich 20m/s.	15
Tabelle 2.5:	Detektionszeiten bis zum Aufwachsen einer kritischen Eisdicke.	16
Tabelle 2.6:	Maximale Wurfweiten bei Eisabwurf Leerlauf (Windgeschwindigkeit 3m/s).	19
Tabelle 2.7:	Maximale Wurfweiten bei Eisabwurf Leerlauf (Windgeschwindigkeit 5m/s).	20
Tabelle 2.8:	Maximale Trudeldrehzahl	23

Abbildungen

Abbildung 1:	Abwurfwinkel Eisobjekt Würfel.....	11
Abbildung 2:	Flugbahn unter den gegebenen Randbedingungen – Eisobjekt Würfel (E-82, 78,0m Nabenhöhe).....	13
Abbildung 3:	Treffer Eisabwurf (Würfel) Leerlauf, Windgeschwindigkeit 3m/s. ENERCON E-82, Nabenhöhe 138,0m (Rotorradius schwarz gestrichelt, Gesamthöhe rot gestrichelt)	21
Abbildung 4:	Treffer Eisabwurf (144 generierte Eisobjekte) Leerlauf, Windgeschwindigkeit 3m/s. ENERCON E-82, Nabenhöhe 138,0m (Rotorradius schwarz gestrichelt, Gesamthöhe rot gestrichelt)	21
Abbildung 6:	Übersicht der aufgezeichneten Signale während der gesamten Messperiode für WEA 10 ohne RBH.	27

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Die Rotorblätter von Windenergieanlagen, die in Regionen mit Temperaturen unter +2°C aufgestellt werden, können bei ungünstigen Bedingungen Eis ansammeln. Aus der dann entstehenden Eisschicht können sich durch Abtauen oder Blattverformung Eisbrocken ablösen, die im Betrieb der Anlage vom Rotorblatt abgeworfen werden (Eisabwurf) und zu Personen- oder Sachschäden im Wurfbereich der Anlage führen können. Ab einer bestimmten Masse der abgeworfenen Brocken besteht damit eine zu beachtende Gefahr. Beobachtungen zeigen abgeworfene Brocken mit einer Masse von mehreren kg, jedoch sind dem TÜV NORD bisher keine Personenschäden bekannt geworden.

An den Anlagen installierte Eiserkennungssysteme dienen dem Zweck, dass die Anlage bei erkannter Vereisung der Rotorblätter abgeschaltet wird und somit keine Gefahr von Eisabwurf mehr besteht. Das Eis wird dann von den Blättern der stehenden / trudelnden Anlage abfallen (Eisabfall), bevor die Anlage wieder in den Betrieb genommen wird.

Eiserkennungssysteme verfügen generell über einen Sensor und eine Auswerteeinheit. Das Sensorsignal wird durch vereiste Rotorblätter beeinflusst und kann beispielsweise die Leistung der Anlage oder die Blattbeschleunigung sein. Die Auswerteeinheit übernimmt die Aufgabe, das Sensorsignal auszuwerten und daraus einen Indikator für Vereisung zu generieren. Üblicher Weise gibt es einen Schwellwert, bei dessen Überschreitung das Eiserkennungssystem ein Abschalten der Anlage initiiert. Oft ist dieser Schwellwert spezifisch für jeden Anlagentyp oder gar jede Anlage einzustellen.

Die Bewertung von Eiserkennungssystemen erfolgte bisher in Gutachterlichen Stellungnahmen über Plausibilitätsprüfungen. Es wurde Stellung bezogen zum physikalischen Prinzip der Erkennung bzw. zu der Frage, ob die durch den Eisansatz hervorgerufene Veränderung der Anlageneigenschaften zu einer detektierbaren Veränderung des Sensorsignals führt. Außerdem wurde Stellung bezogen zu auftretenden Lücken der Messung im Betriebsbereich der Anlage. Die Bewertung beschränkte sich jedoch auf eine rein qualitative Bewertung bzw. Plausibilitätsprüfung.

Gerade vor dem Hintergrund, dass ein Eiserkennungssystem immer im Zusammenhang mit der Anlage und der vorliegenden Vereisung zu bewerten ist, wurden seitens der Genehmigungsbehörden die Anforderungen an die Bewertung von Eiserkennungssystemen in den letzten Monaten erhöht. Es ist durch genauere, teilweise quantitative Untersuchungen zu indizieren, dass das Eiserkennungssystem

- dem „Stand der Technik“ entspricht,
- hinsichtlich der Schwellwerte und Parameter korrekt auf die Anlage eingestellt ist,
- sicherheitstechnisch funktioniert.

Eine Aussage zum Stand der Technik erfolgt über die Untersuchung, ob das Eiserkennungssystem in der Lage ist, eine vorher definierte, kritische Eisdicke zu detektieren und

ob das System hinsichtlich der Hardware die notwendigen Voraussetzungen hinsichtlich Zuverlässigkeit erfüllt. In diesem Sinne ist das vorliegende Gutachten aufgebaut.

1.2 Eisansatzerkennung nach dem Kennlinienverfahren

Das ENERCON Eiserkennungsverfahren ist ein Kennlinienverfahren und unterteilt in die Erkennung über die Leistung und die Erkennung über den Blattwinkel. Voraussetzung zur Aktivierung des Verfahrens ist eine Unterschreitung der direkt an der Windenergieanlage gemessenen Außentemperatur unter einen kritischen Schwellenwert ($+2^{\circ}$).

Die von der Windenergieanlage erbrachte elektrische Leistung wird mit Referenzwerten des unvereisten Produktionsbetriebs bei gleicher Windgeschwindigkeit verglichen. Bei Abweichung der Leistungsabgabe gegenüber dem Referenzwert wird von einer Veränderung der aerodynamischen Beiwerte der Rotorblätter aufgrund von Vereisung ausgegangen. Die Anlage wird dann kontrolliert abgeschaltet.

Im Volllastbereich wird die Anlage ggf. auch mit vereisten Rotorblättern die volle elektrische Leistung erbringen, so dass anhand dieses Parameters keine Vereisung mehr zu erkennen ist. Die Anlage wird bei Erreichen der vollen elektrischen Leistung unter Anwendung des Regelalgorithmus die Rotorblattwinkel zur Leistungs- und Drehzahlregelung verstellen. Deshalb wird neben den Leistungskennwerten auch der Rotorblattwinkel mit den Referenzwerten des unvereisten Produktionsbetriebs bei gleicher Windgeschwindigkeit verglichen. Bei Abweichung im anliegenden Rotorblattwinkel gegenüber dem Referenzwert wird von einer Veränderung der aerodynamischen Beiwerte der Rotorblätter aufgrund von Vereisung ausgegangen und die Anlage wird kontrolliert abgeschaltet.

Die Zuverlässigkeit des Eiserkennungsverfahrens ist somit stark von einer zuverlässigen Wind- und Temperaturmessung, auch unter Vereisungsbedingungen, abhängig.

Mit dieser Methode ist keine Eiserkennung bei stillstehendem oder trudelndem Rotor möglich. Im Produktionsbetrieb bei sehr niedrigen und unbeständigen Windgeschwindigkeiten nahe der Einschaltwindgeschwindigkeit kann die Zuverlässigkeit des Verfahrens sinken.

1.3 Gültigkeitsbereich

Dieses Gutachten ist gültig für alle ENERCON Windenergieanlagen, in denen das Kennlinienverfahren mit den ENERCON-Standard Einstellungen der Parameter zum Einsatz kommt, d.h. nicht deaktiviert oder über die Schwellwerte in der Leistungsfähigkeit der Eisansatzerkennung herabgesetzt ist.

Änderungen an diesen Parametern sind jeweils nur nach Prüfung durch ENERCON möglich.

1.4 Beschreibung der Bewertungskette

1.4.1 Bewertungsmaßstäbe

Die Bewertung erfolgt in Bezug auf das sichere Abschalten der WEA bei kritischem Eisansatz an den Rotorblättern. Weil es keine Richtlinie gibt, nach der Eiserkennungssysteme zu bewerten sind, ist die Form dieser Bewertung ein Gutachten, in dem die einzelnen Schritte der Bewertung beschrieben werden. Anhaltspunkte zur Bewertung liefert das von der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Rheinland Pfalz, herausgegebene „MERKBLATT für Vorhaben zur Errichtung von Windenergieanlagen hinsichtlich Immissionsschutzrechtlicher und arbeitsschutzrechtlicher Anforderungen an die Antragsunterlagen in Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG mit Anlagen A und B)“, Fassung vom Oktober 2019.

1.4.2 Grenzen der Bewertung

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich auf die Funktionalität der Systeme bezüglich Verhinderung von *Eisabwurf*. Eine Untersuchung bezüglich Eisabfall wird hier nicht behandelt, denn Eisabfall von einer stehenden/trudelnden Anlage kann nicht verhindert werden. Die Gefahr bezüglich Eisabfall sollte immer standortspezifisch, in Abhängigkeit gefährdeter Objekte im für Eisabfall kritischen Radius um die Anlage bewertet werden.

1.4.3 Beschreibung der Vorgehensweise

Die Bewertung der Eiserkennungssysteme hat zum Ziel, quantitative Aussagen zur Detektionsfähigkeit der Systeme zur Eiserkennung zu treffen und damit in Hinblick auf die Windenergieanlage (WEA) Aussagen zu treffen, ob und unter welchen Bedingungen eine Detektion einer Vereisung der Rotorblätter im Betrieb der WEA funktioniert. Weiterhin werden qualitative Aussagen zur Einbindung der Systeme in die Steuerung der WEA getroffen, um die sichere Abschaltung der WEA bei Eiserkennung und das Wiederanfahren nach Vereisung zu bewerten.

Das Vorgehen zur Bewertung unterteilt sich in die folgenden Schritte:

1. Bestimmung einer kritischen Eisdicke

(s. Kap. 2.1) Die Bestimmung der kritischen Eisdicke erfolgt für ausgewählte Anlagen des ENERCON Produktspektrums, um eine Eisdicke festzulegen, die für alle Anlagen der Produktübersicht /14/ als kritisch einzustufen ist. Diese Eisdicke wird bei der Bewertung des Eisdetektionsalgorithmus einbezogen.

2. Untersuchung zu Eisabwurf beim Leerlauf

(s. Kap. 2.2) Diese Untersuchung hat zum Ziel, die Eiswurfweite beim Leerlauf vor dem Starten der Anlage zu untersuchen. Damit kann eine Aussage getroffen werden, ob die beim Leerlauf abgeworfenen Eisstücke weniger weit geworfen werden als der kritische Radius für Eisabfall beträgt und somit der Leerlauf der Anlage für das Thema Eisabwurf unkritisch ist.

3. Analyse des Programmablaufs

(s. Kap. 3.1) Diese Untersuchung betrifft die Prüfung des Programmablaufes auf Plausibilität, Nachvollziehbarkeit und Lücken.

4. Bewertung des Eisdetektionsalgorithmus

(s. Kap. 3.3) Die Bewertung des Algorithmus basiert auf einem Messbericht und hat zum Ziel, Aussagen darüber zu treffen, ob der Algorithmus funktionsfähig ist und ob die in der Anlage eingestellten Schwellwerte und Parameter des Algorithmus zur Erkennung der zuvor ermittelten kritischen Eisdicke führen.

2 Untersuchungen zur Eisdicke und zur Eiswurfweite

2.1 Bestimmung einer kritischen Eisdicke

Gegenstand der Untersuchung ist die Bewertung, inwieweit das zu betrachtende Eiserkennungssystem geeignet ist, Eisabwurf im Betrieb der Anlage durch frühzeitiges Abschalten der Anlage zu verhindern, bevor sich eine kritische Eisdicke am Blatt akkumuliert hat. Es ist somit erforderlich in einem ersten Schritt eine kritische Eisdicke festzulegen. Dies erfolgt in einzelnen Arbeitsschritten:

- Festlegung von Randbedingungen für den Eisabwurf.
- Ermittlung eines kritischen Eisobjektes. Ein kritisches Eisobjekt ist definiert als ein Eisobjekt, welches aufgrund seiner Aufprallenergie eine Gefahr für eine ungeschützte Person am Boden darstellt. Dem kritischen Eisobjekt werden eine kritische Eismasse und eine kritische Eisdicke zugeordnet.
- Ermittlung einer kritischen Zeit, bis zu der mit der Akkumulation der kritischen Eisdicke zu rechnen ist.

2.1.1 Festlegung von Randbedingungen für den Eisabwurf

Verwendetes Rechenmodell:

Die Flugbahn von Eisobjekten lässt sich durch Überlagerung zweier Kräfte modellieren, der Schwerkraft und dem Winddruck. Die Erfahrung zeigt, dass die herabfallenden Eisobjekte eine sehr unregelmäßige Form besitzen und deshalb praktisch wenig Auftrieb erfahren, so dass in vertikaler Richtung im Wesentlichen die Schwerkraft und der Luftwiderstand wirken. Der Winddruck wirkt horizontal in x-Richtung (Achsenkonvention nach der GL Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen /26/). Zur Modellierung des Winddrucks werden jedem Eisobjekt ein konstanter Widerstandsbeiwert $C_w /40/$ und eine konstante Projektionsfläche A zugeordnet.

Der zeitabhängige Verlauf des Eisabwurfs lässt sich mit einem dreidimensionalen Modell beschreiben (in Anlehnung an /23/):

$$\ddot{x} = -\frac{\rho \cdot A \cdot C_w}{2 \cdot m} \cdot (\dot{x} - v) \cdot \sqrt{\dot{y}^2 + \dot{z}^2 + (\dot{x} - v)^2}, \quad (1)$$

$$\ddot{y} = -\frac{\rho \cdot A \cdot C_w}{2 \cdot m} \cdot \dot{y} \cdot \sqrt{\dot{y}^2 + \dot{z}^2 + (\dot{x} - v)^2} \quad \text{und} \quad (2)$$

$$\ddot{z} = -g - \frac{\rho \cdot A \cdot C_w}{2 \cdot m} \cdot \dot{z} \cdot \sqrt{\dot{y}^2 + \dot{z}^2 + (\dot{x} - v)^2} \quad (3)$$

mit

- x = horizontale Koordinate (senkrecht zur y-z-Ebene) [m]
y = horizontale Koordinate [m],
z = vertikale Koordinate (y-z-Ebene entspricht der Rotationsebene) [m],
v = Windgeschwindigkeit in x-Richtung [m/s],
g = Erdbeschleunigung [m/s²],
ρ = Luftdichte [kg/m³],
A = Projektionsfläche des Eisobjekts [m²],
C_w = Luftwiderstandsbeiwert des Eisobjekts und
m = Masse des Eisobjekts [kg].

Anlagenbezogene Randbedingungen:

WEA-Typ:

Aus dem Anlagenportfolio /19/ wurden drei WEA-Typen ausgewählt, die als repräsentativ für die Produktpalette herangezogen werden können (kleine, mittlere und große Anlage). Es wurde jeweils die kleinste Nabenhöhe ausgewählt, da diese nach unseren Untersuchungen für die Ermittlung der kritischen Eisdicke des Eisabwurfs konservativ ist.

- E-44 mit 45,0m Nabenhöhe, 44,0m Rotordurchmesser /19/
- E-82 mit 78,0m Nabenhöhe, 82,0m Rotordurchmesser /19/
- E-126 mit 135,0m Nabenhöhe, 127,0m Rotordurchmesser /19/

Drehzahl bei Eisabwurf: Für die Drehzahl wird jeweils die maximale Anlagendrehzahl berücksichtigt /19/.

- E-44 Rotordrehzahl 34,5U/min
- E-82 Rotordrehzahl 18U/min
- E-126 Rotordrehzahl 12,1U/min

Physikalische Randbedingungen:

Luftdichte: Die Luftdichte wird gemäß der GL Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen /26/ zu $1,225\text{kg/m}^3$ festgelegt.

Die gewählte Luftdichte ist für den betrachteten Eisabwurf als konservativ zu betrachten, da sie gegenüber der bei Eisansatzbedingungen zu erwartenden Luftdichte von ca. $1,27\text{kg/m}^3$ (siehe unsere Untersuchungen /25/) zu einer höheren Aufprallgeschwindigkeit führt.

Windgeschwindigkeit: Zur Festlegung der Windgeschwindigkeit wird in einem ersten Schritt die jeweilige anlagenbezogene Abschaltwindgeschwindigkeit (25,0m/s) auf Nabenhöhe (ohne Sturmregelung) zugrunde gelegt /19/.

Höhenabhängigkeit: Die Windgeschwindigkeit wird als Funktion der Höhe modelliert, hierzu wird das exponentielle Windprofil verwendet. Der Höhenexponent α wird gemäß der IEC 61400-1 ed. 3 /22/ zu 0,2 festgelegt.

Erdbeschleunigung: Die Erdbeschleunigung wird zu $9,81\text{m/s}^2$ festgelegt.

Die kritische Eisdicke wurde in zwei getrennten Schritten mit unterschiedlichen Randbedingungen ermittelt. In einem ersten Schritt wurde für die Ermittlung der kritischen Eisdicke ein Würfel untersucht (kompaktes Eisobjekt). Die hierfür gewählten Randbedingungen sind im Folgenden dargestellt („Schritt eins“). Im zweiten Schritt wurden unter anderem die Anzahl und die Objektgeometrie der zugrunde gelegten Eisobjekte variiert.

Randbedingungen zum Eisabwurf („Schritt eins“, Würfel):

Gewicht und Geometrie der Eisobjekte: In Feldstudien /24/ hat sich gezeigt, dass das Gewicht der Eisobjekte für die Fallweite von geringer Relevanz ist. Die Flugeigenschaften werden im Wesentlichen von der Geometrie und dem c_w -Wert beeinflusst. Die Gewichte der Eisobjekte normieren wir unter Zugrundelegung der Kenntnisse aus /24/ (geringe Relevanz, siehe vorherigen Absatz) auf 1,0kg (zur normierten Ermittlung der Flugbahn). Die

Normierung ist nach eigenen Untersuchungen bzgl. der Ermittlung der Eisdicke (Eisabwurf) über die Aufprallenergie konservativ.

Auf Basis eigener Untersuchungen (siehe z.B. /36/, /37/) wird als zu betrachtendes Eisobjekt im ersten Schritt ein Würfel angesetzt (siehe Tabelle 2.1). Der Würfel ist gegenüber länglichen Eisobjekten hinsichtlich der Aufprallgeschwindigkeit und der resultierenden Aufprallenergie als konservativ zu betrachten.

Lageparameter des Eisobjekts:

Die maximale Umfangsgeschwindigkeit ist an der Rotorblattspitze gegeben. Im Rahmen der Modellierung wird angesetzt, dass sich das Eisobjekt zum Zeitpunkt des Abwurfs an der Rotorblattspitze befindet und somit die größtmögliche Startenergie besitzt.

Lageparameter des Rotorblattes (Abwurfwinkel):

Die Aufprallgeschwindigkeit des Eisobjekts ist auf Basis eigener Untersuchungen im Wesentlichen von der Lage des Eisobjekts zum Zeitpunkt des Abwurfs (gegeben durch Lage des Rotorblattes in der Rotorebene und der Lage des Eisobjekts auf dem Rotorblatt) und von der Höhe der WEA abhängig (die Aufprallgeschwindigkeit reduziert sich mit zunehmender Höhe – Einfluss des Luftwiderstands). Unter den genannten Aspekten wird der Abwurfwinkel zu 125° ca. 4Uhr festgesetzt (ausgehend von der 0:00Uhr Position im Uhrzeigersinn).

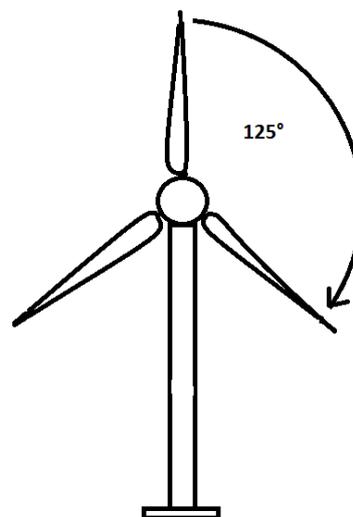


Abbildung 1: Abwurfwinkel Eisobjekt Würfel.

Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Form	mittlere Fläche [m ²]	mittlerer C _w -Wert [-]
1,0	700	Würfel	0,013	1,11

Tabelle 2.1: Gewähltes Eisobjekt.

Randbedingungen zur Schadensbewertung:

Dichte des Eises: Die Dichte des Eises wird gemäß der GL Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen /26/ zu 700kg/m³ festgelegt.

Kritische Aufprallenergie: Für die Ermittlung der kritischen Eisdicke wird die kritische Aufprallenergie (kinetische Energie) gemäß /38/ auf 40J festgelegt. Die kritische Aufprallenergie (kinetische Energie) berechnet sich zu

$$E_{kin} = 1/2 \cdot m \cdot v^2 .$$

mit

E_{kin}: kinetische Energie [J],
m: Masse des Eisobjekts [kg] und
v: Aufprallgeschwindigkeit [m/s].

Die Masse wird hierbei vereinfacht punktförmig angenommen.

2.1.2 Ermittlung eines kritischen Eisobjektes

Ein kritisches Eisobjekt ist definiert als ein Eisobjekt, welches aufgrund seiner Aufprallenergie eine Gefahr für eine ungeschützte Person am Boden darstellt. Dem kritischen Eisobjekt werden eine kritische Eismasse und eine kritische Eisdicke zugeordnet. Zur Ermittlung sind die folgenden Arbeitsschritte erforderlich:

- Ermittlung der Aufprallgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der festgelegten Randbedingungen.
- Ermittlung der kritischen Eismasse unter Berücksichtigung der ermittelten Aufprallgeschwindigkeit und der festgelegten kritischen Aufprallenergie.
- Ermittlung der kritischen Eisdicke für einen Würfel (gewählte Geometrie des Eisobjekts) unter Berücksichtigung der festgelegten Eisdichte und der ermittelten kritischen Eismasse.

In Abbildung 2 ist die Flugbahn eines Eisobjekts unter Berücksichtigung der festgelegten Randbedingungen dargestellt. Die Randbedingungen (siehe Kapitel 2.1.1) wurden so gewählt, dass eine maximale Aufprallgeschwindigkeit vorliegt (Geometrie Würfel, Abwurfwinkel, geringer Abstand Abwurfpunkt Boden).

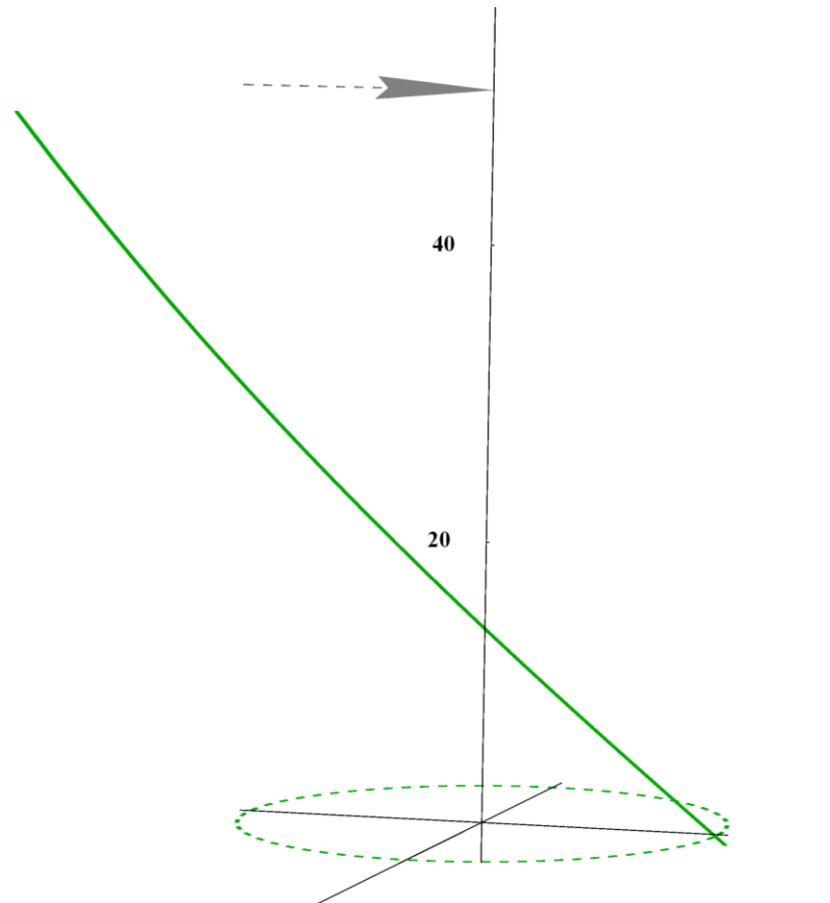


Abbildung 2: Flugbahn unter den gegebenen Randbedingungen – Eisobjekt Würfel (E-82, 78,0m Nabenhöhe)

Aufgrund der gewählten Randbedingungen ist die erzielte Wurfweite minimal – im Sinne einer „Worst-Case“ Betrachtung sind die Aufprallgeschwindigkeit und die resultierende Aufprallenergie für die Ermittlung der kritischen Eisdicken entscheidend. Auf Basis der ermittelten Aufprallgeschwindigkeiten wurden für die untersuchten WEA-Typen die kritischen Eismassen unter Berücksichtigung der festgelegten kritischen Aufprallenergie von 40J und die daraus resultierenden kritischen Eisdicken ermittelt (siehe Tabelle 2.2).

	E-44	E-82	E-126
Aufprallgeschwindigkeit [m/s]	59,8	50,5	42,9
Kritische Eismasse [g]	22,4	31,3	43,6
Kritische Eisdicke [cm]	3,2	3,6	4

Tabelle 2.2: Untersuchungsergebnisse unter den gegebenen Randbedingungen (Würfel).

Vergleicht man den Würfel („Schritt eins“) mit beobachteten Eisobjekten aus der Praxis (TÜV NORD Erfahrungen aus den Wiederkehrenden Prüfungen und Literaturquellen /24/, /27/, /28/) sowie Modellrechnungen (Turbice /27/, /31/, /32/, /33/), so ist festzustellen, dass der Würfel als gewähltes Eisobjekt nicht die Bandbreite der möglichen abgeworfenen Eisobjekte abdeckt. Aus diesem Grund wurden in einem zweiten Schritt etwa 144 verschiedene Eisobjekte mit ihren objektspezifischen Massen generiert (Randbedingungen der Eisobjekte: B; H; L: 10cm; 0,3cm bis 5cm; 5cm bis 20cm; Dichte 700kg/m³ /26/) und die Aufprallenergie unter Variation der Abwurfbedingungen ermittelt. Die folgenden Randbedingungen wurden für die Parameterstudie („Schritt zwei“) der generierten Eisobjekte gegenüber dem ersten Schritt (Würfel) variiert:

- Die Windgeschwindigkeit wurde von 15m/s bis 25m/s (Abschaltwindgeschwindigkeit ohne Sturmregelung /19/) kontinuierlich mit einer Schrittweite von 1m/s variiert. Für die Ermittlung der kritischen Eisdicke hat sich gezeigt, dass der oberen Windgeschwindigkeitsbereich maßgeblich ist.
- Die Lage des Rotorblattes in der Rotorebene (Abwurfwinkel) wurde in 10° Schritten von 0° bis 360° variiert.

Für jedes abgeworfene Eisobjekt wurden die Aufprallgeschwindigkeit sowie die zugehörige Aufprallenergie ermittelt und mit der zugrunde gelegten kritischen Aufprallenergie von 40J verglichen (siehe Kapitel 2.1.1). In der Tabelle 2.3 sind die daraus resultierenden minimalen Eisdicken für die untersuchten WEA-Typen angegeben.

	E-44	E-82	E-126
Aufprallgeschwindigkeit [m/s]	23,0	21,9	21,1
Masse [kg]	0,154	0,168	0,182
Dicke [cm]	1,1	1,2	1,3
Windgeschwindigkeit [m/s]	25	25	25

Tabelle 2.3: Untersuchungsergebnisse: Variation der generierten Eisobjekte. Auswahlkriterium: kinetische Energie größer 40J.

Die Ergebnisse in Tabelle 2.3 zeigen, dass die ermittelte kritische Eisdicke mit einer hohen Windgeschwindigkeit (Abschaltwindgeschwindigkeit 25m/s) einhergeht. Gemäß Deutschem Wetterdienst (DWD) /39/ entspricht eine Windgeschwindigkeit von 25m/s einem „schwerem Sturm“, bei dem mit brechenden Bäumen und größeren Schäden an Häusern zu rechnen ist. Die Ergebnisse aus /25/ und weiteren internen Studien zeigen, dass an den überwiegenden Standorten in Deutschland bei Eisansatz überwiegend mit niedrigeren Windgeschwindigkeiten, bezogen auf die Ganzjahreswindstatistik, zu rechnen ist. Auf dieser Basis wurde für die Auswahl des kritischen Eisobjektes die Windgeschwindigkeit auf kleiner gleich 20m/s begrenzt. Gemäß DWD /39/ ist bei einer Windgeschwindigkeit von 20m/s („Sturm“) immer noch mit brechenden Ästen von Bäumen (ver-

gleichbar mit der Gefährdung durch herabfallende Eisobjekte) und einem beschwerlichem Gehen zurechnen. Daraus ergeben sich die in Tabelle 2.4 dargestellten kritischen Eisdicken.

	E-44	E-82	E-126
Aufprallgeschwindigkeit [m/s]	21,1	20,4	20,0
Masse [kg]	0,182	0,196	0,210
Dicke [cm]	1,3	1,4	1,5
Windgeschwindigkeit [m/s]	20	20	20

Tabelle 2.4: Untersuchungsergebnisse: Variation der generierten Eisobjekte. Auswahlkriterium: kinetische Energie größer 40J und Windgeschwindigkeit kleiner gleich 20m/s.

Die Ergebnisse aus Tabelle 2.3 und Tabelle 2.4 zeigen, dass mit zunehmender Anlagengröße die kritische Eisdicke zunimmt. Dies ist unter anderem durch den längeren Flugweg und die größere Flugzeit der abgeworfenen Eisobjekte begründet. Die hohe Anfangsgeschwindigkeit, die durch die Blattspitzengeschwindigkeit auf das abgeworfene Eisobjekt wirkt, wird über den Flugweg durch den Luftwiderstand zunehmend abgebremst. Daraus folgt, dass mit zunehmendem Flugweg (größere Anlage) die Aufprallgeschwindigkeit sinkt und damit die kritische Masse sowie die kritische Eisdicke steigen.

Abschließend werden die kritischen Eisdicken, unter Berücksichtigung einer niedrigeren Windgeschwindigkeit bei Eisansatz /25/, zu den in Tabelle 2.4 aufgeführten Dicken festgelegt. Die dünnste ermittelte kritische Eisdicke stellt sich somit bei der ENERCON E-44 (Nabenhöhe 45,0) zu 1,3cm ein.

2.1.3 Ermittlung einer kritischen Zeit zur Bildung eines kritischen Eisobjektes

In der Vergangenheit gab es zum Eiswachstum verschiedene Studien auf Basis der Simulationsprogramme TURBICE /27/, /31/, /32/, /33/ (WEA – Vereisung von Rotorblättern) und LEWICE /31/ (Luftfahrt – Vereisung von Tragflächen) sowie auf Basis experimenteller Windkanalversuche /27/, /31/, /34/.

Die Studien zeigen übereinstimmend die folgenden Ergebnisse:

- Die Eiswachstumsrate von Raureif (Eisdicke pro Zeiteinheit [mm/min]) nimmt mit zunehmender Größe der WEA (450kW bis 2MW) ab (0,75mm/min bis 0,45mm/min) /32/, /33/. Zusätzlich zu den Versuchsergebnissen /32/ wurde dieses Phänomen zunächst in einem Windpark beobachtet und daraufhin näher untersucht /32/.
- Raureif wächst insgesamt dicker auf als Klareis /31/, /34/ besitzt aber eine geringere Dichte /35/ (Raureif: 600 bis 900 kg/m³, Klareis 900kg/m³).

- Die Eiswachstumsrate liegt in einem Bereich von 0,45mm/min /32/ bis 3mm/min /31/.

Zusammenfassend wird die Eiswachstumsrate zu 1mm/min festgelegt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Eiswachstumsrate mit zunehmender Größe der WEA abnimmt /32/, /33/ - gemäß der Erkenntnisse aus /32/ eher unterhalb von 1mm/min liegt. Die festgelegte Eiswachstumsrate gilt in Anlehnung an /34/ (Studie DTU Wind Energy 2013) für Klareis, Raureif bzw. einer Vereisungsmischung /34/.

Auf Basis der ermittelten kritischen Eisdicken (siehe Tabelle 2.4) ergibt sich die kritische Zeit, bis zu der mit der Akkumulation der kritischen Eisdicke zu rechnen ist, ca. zu den in Tabelle 2.5 aufgeführten Werten. Innerhalb dieser Zeit sollte das Eiserkennungssystem den Eisansatz erkannt und die WEA abgeschaltet haben, um den Eisabwurf eines kritischen Eisobjekts zu verhindern.

	E-44	E-82	E-126
Detektionszeit [min]	13	14	15

Tabelle 2.5: Detektionszeiten bis zum Aufwachsen einer kritischen Eisdicke.

Auf Grund der sehr konservativ gewählten Eiswachstumsrate von 1mm/min kann für alle in der Produktübersicht /14/ aufgeführten ENERCON Windenergieanlagen, eine Detektionszeit von 15 Minuten angesetzt werden.

2.2 Untersuchung zum Eisabwurf beim Leerlauf (Startbetrieb)

Beim Start der ENERCON WEA vom Stillstandsbetrieb in den Leistungsbetrieb werden die WEA zunächst in einen Startbetrieb gefahren. Der Startvorgang ist insbesondere durch eine erhöhte Drehzahl gegenüber dem normalen Trudelbetrieb gekennzeichnet, sowie dadurch, dass die Windgeschwindigkeit beim Start unter möglichen Vereisungsbedingungen im Bereich von 3m/s bis 5m/s liegt.

Im Folgenden werden die Auswirkungen des Leerlaufs (Windgeschwindigkeit 3m/s bzw. 5m/s) auf die Abwurfweiten bei Eisabwurf untersucht und mit der nicht vermeidbaren Gefährdung durch Eisabfall verglichen.

2.2.1 Festlegung der Randbedingungen für den Eisabwurf beim Leerlauf

Anlagenbezogene Randbedingungen:

WEA-Typ:

Aus dem Anlagenportfolio /15/, /19/ wurden die folgenden WEA-Typen ausgewählt, die bzgl. der Anlagengröße und Drehzahl als repräsentativ für die Produktpalette herangezogen werden können.

- E-44 mit 45,0m und 55,0m Nabenhöhe, 44,0m Rortordurchmesser /19/

- E-48 mit 50,0m und 76,0m Nabenhöhe, 48,0m Rotordurchmesser /19/
- E-48 mit 60,0m und 73,0m Nabenhöhe, 53,0m Rotordurchmesser /19/
- E-82 mit 78,0m und 138,0m Nabenhöhe, 82,0m Rotordurchmesser /19/
- E-115 mit 92,0m und 149,0m Nabenhöhe, 115,0m Rotordurchmesser /19/
- E-126 mit 135,0m Nabenhöhe, 127,0m Rotordurchmesser /19/
- E-141 mit 129,0m und 159,0m Nabenhöhe, 141,0m Rotordurchmesser /15/

Für eine gute Abdeckung der jeweiligen Anlagenparameter wurden jeweils die höchste und die niedrigste Nabenhöhe für die Untersuchung des Leerlaufs (Startbetrieb) ausgewählt.

Drehzahl bei Eisabwurf: Für die Drehzahl wird die jeweilige Drehzahl des Leerlaufs berücksichtigt /15/, /20/:

- E-44 – 14U/min
- E-48 – 11U/min
- E-53 – 10U/min
- E-82 – 5U/min
- E-115 – 4U/min
- E-126 – 5U/min
- E-141 – 4U/min

Physikalische Randbedingungen:

Luftdichte: Die Luftdichte wird gemäß der GL Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen /26/ zu $1,225\text{kg/m}^3$ festgelegt.

Windgeschwindigkeit: Für die Windgeschwindigkeit wird eine Einschaltwindgeschwindigkeit von 3m/s sowie 5m/s berücksichtigt (siehe /12/)

Höhenabhängigkeit: Die Windgeschwindigkeit wird als Funktion der Höhe modelliert, hierzu wird das exponentielle Windprofil verwendet. Der Höhenexponent α wird gemäß der IEC 61400-1 ed. 3 /22/ zu 0,2 festgelegt.

Erdbeschleunigung: Die Erdbeschleunigung wird zu $9,81\text{m/s}^2$ festgelegt.

Randbedingungen zum Eisabwurf:

Gewicht und Geometrie der Eisobjekte: Für Gewicht und Geometrie werden die zur Ermittlung der kritischen Eisdicke untersuchten Eisobjekte herangezogen.

- Der Würfel (siehe 2.1.1, Tabelle 2.1, Ermittlung der kritischen Eisdicke „Schritt eins“) sowie
- die 144 verschiedene Eisobjekte, mit den folgenden Randbedingungen: B; H; L: 10cm; 0,3cm bis 5cm; 5cm bis 20cm (siehe 2.1.2, Ermittlung der kritischen Eisdicke „Schritt zwei“). Hierbei werden die ermittelten kritischen Eisdicken als untere Grenze für die Auswahl der Eisobjekte mitberücksichtigt (siehe Kapitel 2.1.2, Tabelle 2.4)

Mit den gewählten Eisobjekten wird eine Vielzahl möglicher Eisobjekte abgedeckt.

Lageparameter des Eisobjekts: Die maximale Umfangsgeschwindigkeit ist an der Rotorblattspitze gegeben. Im Rahmen der Modellierung wird angesetzt, dass sich das Eisobjekt zum Zeitpunkt des Abwurfs an der Rotorblattspitze befindet und somit die größtmögliche Startenergie besitzt.

Lageparameter des Rotorblattes (Abwurfwinkel): Die Lage des Rotorblattes in der Rotorebene (Abwurfwinkel) wird in 10° Schritten von 0° bis 360° variiert.

2.2.2 Ermittlung der Eisabwurfweite für den Leerlauf

Die Eisabwurfweiten für den Leerlauf wurden auf Basis der unter Kapitel 2.2.1 genannten Randbedingungen und dem in Kapitel 2.1.1 eingeführten Rechenmodell für den Eisabwurf ermittelt. Die Ergebnisse der maximalen Wurfweite der untersuchten Eisobjekte sind in der Tabelle 2.6 und Tabelle 2.7 dargestellt. Die Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen die Treffer der untersuchten Eisobjekte (Rotorradius schwarz gestrichelt, Gesamthöhe rot gestrichelt) beispielhaft für die ENERCON E-82 mit einer Nabenhöhe 138,0m und einer Windgeschwindigkeit von 3m/s.

WEA-Typ	Nabenhöhe [m]	Gesamthöhe [m]	Untersuchte Eisobjekte	Maximale Wurfweite [m]	Verhältnis: max. Wurfweite/Gesamthöhe [%]
E-44	45,0	67,0	144 Eisobjekte	79,3	118
E-44	45,0	67,0	Würfel	95,2	142
E-44	55,0	77,0	144 Eisobjekte	82,2	107
E-44	55,0	77,0	Würfel	99,0	129
E-48	50,0	74,0	144 Eisobjekte	73,6	100

WEA- Typ	Naben- höhe [m]	Gesamthöhe [m]	Untersuchte Eisobjekte	Maximale Wurfweite [m]	Verhältnis: max.wurfweite/Ge- samthöhe [%]
E-48	50,0	74,0	Würfel	86,0	116
E-48	76,0	114,0	144 Eisobjekte	79,1	79
E-48	76,0	114,0	Würfel	94,2	94
E-53	60,0	86,5	144 Eisobjekte	77,1	89
E-53	60,0	86,5	Würfel	90,0	105
E-53	73,0	99,5	144 Eisobjekte	80,0	80
E-53	73,0	99,5	Würfel	94,5	95
E-82	78,0	119,0	144 Eisobjekte	76,8	65
E-82	78,0	119,0	Würfel	85,0	71
E-82	138,0	179,0	144 Eisobjekte	83,8	47
E-82	138,0	179,0	Würfel	97,0	54
E-115	92	149,9	144 Eisobjekte	95,1	63
E-115	92	149,9	Würfel	106,0	71
E-115	149	206,9	144 Eisobjekte	100,8	49
E-115	149	206,9	Würfel	115,5	56
E-126	135,0	198,0	144 Eisobjekte	118,5	60
E-126	135,0	198,0	Würfel	140,7	71
E-141	129	199,5	144 Eisobjekte	117,2	59
E-141	129	199,5	Würfel	134,6	67
E-141	159	229,5	144 Eisobjekte	119,6	52
E-141	159	229,5	Würfel	138,5	60

Tabelle 2.6: Maximale Wurfweiten bei Eisabwurf Leerlauf (Windgeschwindigkeit 3m/s).

WEA- Typ	Naben- höhe [m]	Gesamthöhe [m]	Untersuchte Eisobjekte	Maximale Wurfweite [m]	Verhältnis: max.wurfweite/Ge- samthöhe [%]
E-44	45,0	67,0	144 Eisobjekte	79,5	119
E-44	45,0	67,0	Würfel	95,3	142
E-44	55,0	77,0	144 Eisobjekte	82,6	107
E-44	55,0	77,0	Würfel	99,0	129
E-48	50,0	74,0	144 Eisobjekte	73,8	100
E-48	50,0	74,0	Würfel	85,9	116
E-48	76,0	114,0	144 Eisobjekte	79,6	80
E-48	76,0	114,0	Würfel	94,2	94
E-53	60,0	86,5	144 Eisobjekte	77,3	89
E-53	60,0	86,5	Würfel	90,4	105
E-53	73,0	99,5	144 Eisobjekte	80,4	81
E-53	73,0	99,5	Würfel	94,5	95
E-82	78,0	119,0	144 Eisobjekte	77,0	65
E-82	78,0	119,0	Würfel	85,0	71
E-82	138,0	179,0	144 Eisobjekte	84,8	47
E-82	138,0	179,0	Würfel	97,1	54
E-115	92	149,9	144 Eisobjekte	95,3	64
E-115	92	149,9	Würfel	105,9	71
E-115	149	206,9	144 Eisobjekte	101,8	49
E-115	149	206,9	Würfel	115,7	56
E-126	135,0	198,0	144 Eisobjekte	119,7	60
E-126	135,0	198,0	Würfel	140,9	71
E-141	129	199,5	144 Eisobjekte	117,9	59
E-141	129	199,5	Würfel	134,7	68
E-141	159	229,5	144 Eisobjekte	120,8	53
E-141	159	229,5	Würfel	138,8	60

Tabelle 2.7: Maximale Wurfweiten bei Eisabwurf Leerlauf (Windgeschwindigkeit 5m/s).

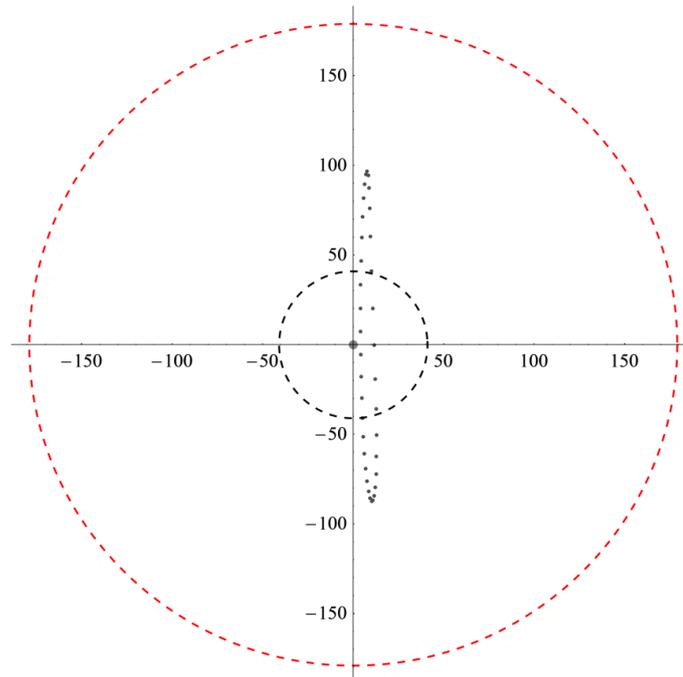


Abbildung 3:

Treffer Eisabwurf (Würfel) Leerlauf, Windgeschwindigkeit 3m/s. ENERCON E-82, Nabhöhe 138,0m (Rotorradius schwarz gestrichelt, Gesamthöhe rot gestrichelt)

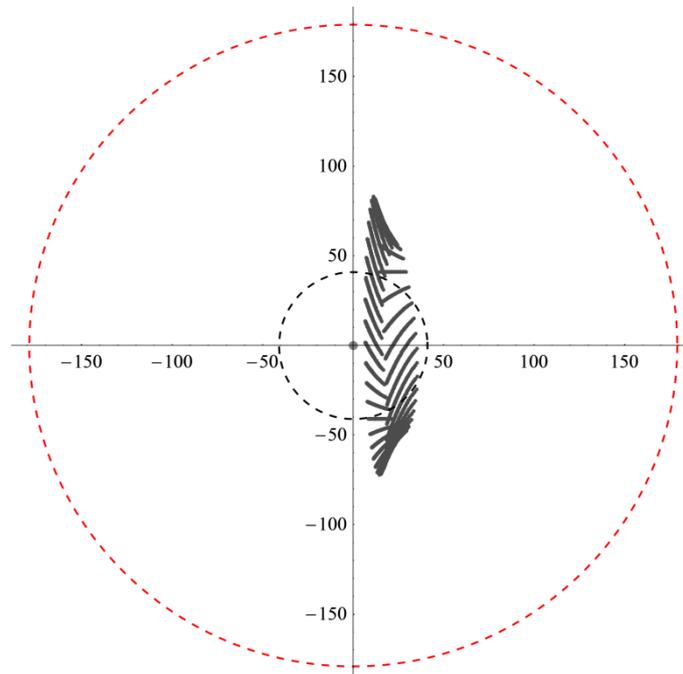


Abbildung 4:

Treffer Eisabwurf (144 generierte Eisobjekte) Leerlauf, Windgeschwindigkeit 3m/s. ENERCON E-82, Nabhöhe 138,0m (Rotorradius schwarz gestrichelt, Gesamthöhe rot gestrichelt)

Die Ergebnisse der maximalen Eisabwurfweiten beim Leerlauf für 3m/s bzw. 5m/s Windgeschwindigkeit in Tabelle 2.6 und Tabelle 2.7 zeigen, dass der Würfel für alle untersuch-

ten WEA-Konfigurationen die größten Wurfweiten erzielt. Dies liegt u. a. an dem geringeren Luftwiderstand gegenüber flächigen Eisobjekten, er wird auf seiner Flugbahn weniger abgebremst. Die maximalen ermittelten Eisabwurfweiten für den Leerlauf liegen bei ca. 142% der Gesamthöhe der entsprechenden WEA (siehe Tabelle 2.6 und Tabelle 2.7).

2.2.3 Bewertung und Zusammenfassung der Eisabwurfweite für den Leerlauf

Im Winter können Vereisungen (Eisansatz) an WEA bei Temperaturen um 0°C vorkommen. Eisabfall von Rotorblättern tritt dann nach jeder Vereisungswetterlage (Eisansatz) mit einsetzendem Tauwetter auf. Abgeschaltete WEA unterscheiden sich hierbei nicht wesentlich von anderen hohen Objekten wie Brücken oder Strommasten /29/. Ist kein System zur Eiserkennung und Abschaltung der WEA bei Eisansatz installiert, so werden die gebildeten Eisobjekte im Betrieb abgeworfen (Eisabwurf) und erzielen wesentlich weitere Flugweiten als bei stehender WEA (Eisabfall).

Die Beurteilung der Gefährdung durch Eisabfall (stehende WEA) ist standortspezifisch zu bewerten und unter anderem abhängig von den gefährdeten Schutzobjekten sowie den Windbedingungen am Standort. Zur ersten groben Abschätzung der Eisabfallweite kann die folgende empirische Gleichung nach Seifert /28/ herangezogen werden:

$$\text{Eisabfallweite} = \text{Windgeschwindigkeit} \cdot \frac{\text{Rotordurchmesser} / 2 + \text{Nabenhöhe}}{15} \quad /28/$$

Für die Abschätzung der möglichen maximalen Eisabfallweite bietet sich das 99,9% Quantil der Windgeschwindigkeitsverteilung am Standort an. Diese Windgeschwindigkeit ist hinreichend konservativ, da sie zu 99,9% nicht überschritten wird.

Auf Basis unserer derzeitigen Erfahrung mit standortspezifischen Untersuchungen (Risiko- beurteilung Eisabfall) zum Eisabfall (>100 Projekte u.a. in Deutschland und Österreich) und den jeweils ermittelten maximalen Gefährdungsbereichen für Eisabfall, ist eine Gefährdung durch Eisabfall innerhalb eines Bereichs von ca. 75% bis 170% der Gesamthöhe der geplanten WEA möglich. Der Gefährdungsbereich für den Eisabfall ist standortspezifisch und unter anderem abhängig von den Windbedingungen (z. B. Schwachwind- oder Starkwindstandort) sowie dem geplanten WEA-Typ. Der maximal mögliche Gefährdungsbereich durch Eisabfall ist an Schwachwindstandorten kleiner als an Starkwindstandorten.

Für die untersuchten WEA ergeben sich die folgenden maximalen Eisabwurfweiten in Prozent der Gesamthöhe im Leerlauf zu (Drehzahl siehe Kapitel 2.2.1, Windgeschwindigkeit 3m/s bzw. 5m/s, siehe Kapitel 2.2.2, Tabelle 2.6 und Tabelle 2.7):

- E-44 – 142%
- E-48 – 116%
- E-53 – 105%
- E-82 – 71%
- E-115 – 71%
- E-126 – 71%
- E-141 – 68%

Die maximalen Eisabwurfweiten für die E-44, die E-48 und die E-53 liegen oberhalb des ermittelten minimalen Gefährdungsbereichs für Eisabfall (ca. 75% der Gesamthöhe, empirisch ermittelt). Für die E-82, die E-115 sowie die E-126 liegen die maximalen Eisabwurfweiten unterhalb des ermittelten minimalen Gefährdungsbereichs für Eisabfall.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass eine Gefährdung durch Eisabfall innerhalb des Gefährdungsbereichs (Eisabfall) der WEA im Winter grundsätzlich vorliegen kann, stellt der untersuchte Betrieb des Leerlaufs (Windgeschwindigkeit 3m/s bzw. 5m/s) gegenüber dem Eisabfall (nach jedem Eisansatz eintretendes Ereignis) für die WEA-Typen E-44, E-48 sowie E-53 in Abhängigkeit des Standortes (Schwachwind- oder Starkwindstandort) eine mögliche zusätzliche Gefährdung dar.

Für die WEA E-82, E-115, E-126 sowie E-141, welche für die restlichen WEA der ENERCON Produktpalette /20/ als abdeckend angesehen werden können, stellt der untersuchte Betrieb des Leerlaufs (Windgeschwindigkeit 3m/s bzw. 5m/s) gegenüber dem Eisabfall (nach jedem Eisansatz eintretendes Ereignis) keine unzulässige zusätzliche Gefährdung dar.

2.2.4 Ergänzende Informationen zum Trudelbetrieb

Neben dem oben betrachteten Leerlauf (Startbetrieb, s. 2.2) gibt es z. Bsp. bei Windmangel, Störungen oder Eisansatzerkennung den sog. Trudelbetrieb bei geringer Drehzahl. Durch die langsame Bewegung (Trudeln) werden die Nabenlager weniger belastet als bei längerem Stillstand und eine Wiederaufnahme der Stromerzeugung bei ausreichendem Wind ist schneller möglich. Die Trudeldrehzahl ist abhängig vom Typ der Windenergieanlage und von der Windgeschwindigkeit.

- kein Wind = Rotor steht still
- schwacher Wind = niedrige Drehzahl bis max. Trudeldrehzahl
- viel Wind = max. Trudeldrehzahl

Der Blattwinkel beträgt im Trudelbetrieb mind. 60° (Fahnenstellung =92°). /16/

Windenergieanlage	Max. Trudeldrehzahl
E-44, E-48, E-53	5,0 U/min
E-70 E4, E-82 E2, E-82 E3, E-82 E4, E-92, E-103 EP2	3,5 U/min
E-101, E-101 E2, E-115, E-115 E2	3,0 U/min
E-112, E-126	2,5 U/min
E-126 EP4, E-141 EP4	2,5 U/min

Tabelle 2.8: Maximale Trudeldrehzahl

Eisabfall von einer abgeschalteten (trudelnden) WEA lässt sich nicht verhindern. Der potentielle Gefährdungsradius kann im Rahmen einer standortspezifischen Risikoanalyse ermittelt werden.

3 Beschreibung des Eiserkennungsalgorithmus

3.1 Programmablauf

3.1.1 Prüfung des Programmablaufs auf Plausibilität

Der Programmablauf wurde auf Basis des Dokuments /4/ geprüft und bewertet. Er ist in sich plausibel und kann durch den Vergleich von Leistungswerten und Blattwinkeln sowohl im Bereich der Nennleistung als auch darunter eine Vereisung erkennen.

Durch die Verwendung von Zählern wird verhindert, dass die Anlage während kurzer Vereisungsperioden –in denen die kritische Eisdicke nicht erreicht wird- sofort abschaltet. Die Anpassung der Leistungskurve an die Anlage vermeidet ein Abschalten bei zu starker Verschmutzung.

Da es bei Aktivierung der Einstellung „Automatischer Neustart während Vereisung“ zu einem Wiederanfahren einer vereisten Turbine -und somit zu Eisabwurf- kommen kann steht dieser Parameter als Default-Wert auf „aus“. Dadurch wird einen Neustart nur erlaubt, wenn eine Vereisung auf Grund der Vereisungsbedingungen nicht mehr möglich ist. Der Parameter „automatischer Neustart während Vereisung“ kann und darf erst nach schriftlicher Beauftragung durch den Betreiber und nur durch ENERCON-Mitarbeiter durch Eingabe eines persönlichen Servicecodes eingeschaltet werden.

3.1.2 Prüfung von Lücken/Unsicherheiten im Programmablauf

Für den Fall, dass eine Anlage längere Zeit stillsteht (auf Grund längerer Schwachwindperioden oder eines Defekts) und sich während dieser Zeit die Wetterbedingungen ändern, könnte es zu unbemerkten Vereisungen an der Anlage kommen. Dies geschieht von Erfahrungswerten ausgehend jedoch selten. Wenn die Anlage anschließend anfährt würden die Zähler der Eiserkennung mindestens 15 bzw. 30 min benötigen, um die Vereisung festzustellen und die Anlage zu stoppen. Um dem entgegen zu wirken und die Anlage bereits bei niedrigen Blattspitzengeschwindigkeiten zu stoppen wurde von ENERCON eine Funktion integriert, die die Zeit zur Erkennung von Vereisung nach Stillstandszeiten auf 3 min verringert /14/.

3.2 Bewertung des Messprinzips beim ENERCON Eiserkennungsverfahren

Das Messprinzip des Kennlinienverfahrens basiert auf der Änderung der aerodynamischen Eigenschaften der Blattprofile durch Eisansatz, welcher sowohl die Oberflächenrauigkeit als auch die Geometrie des Blattes so verändert, dass es zu einem signifikanten Verlust an aerodynamischer Performance kommt. Theoretisch ist das Kennlinienverfahren in der Lage, bereits eine erhöhte Rauigkeit der Oberfläche durch Raureif zu erkennen. Diese Aussage wird gestützt durch Veröffentlichungen wie /41/, in welcher ein hoher Verlust an Auftrieb bereits bei leichter Vereisung messtechnisch gezeigt wird. Der einzustellende Schwellwert ist deshalb so zu wählen, dass Fehldetektionen und somit unnötige Abschaltungen der WEA vermieden werden.

3.3 Bewertung der Algorithmen beim Kennlinienverfahren

Der Kern des Eiserkennungssystems ist ein im Regler der Anlage implementierter Algorithmus, der gemessene Signale (Leistung, Blattwinkel, ...) verarbeitet und das Ergebnis mit einem Schwellwert vergleicht. Eine Überschreitung dieses Schwellwertes führt darauf hin zum Abschalten der Anlage.

Der Schwellwert kann dabei abhängig sein von den Eigenschaften der Anlage oder auch konstant sein und für jede Anlage den gleichen Wert annehmen. Im Fall des ENERCON Eiserkennungssystems liegt dieser Schwellwert für alle Anlagen bei 1.2m/s Windgeschwindigkeit.

Die detaillierte Beschreibung des Eiserkennungsalgorithmus befindet sich im Dokument /4/.

Es ist zu indizieren, dass eine kritische Eisdicke, wie sie in Kapitel 2.1 ermittelt wurde, durch Überschreitung dieses Schwellwertes erkannt wird. Zu diesem Zweck wurde der Messbericht /1/ eingereicht.

3.3.1 Messbericht Meteotest: „Performance of the ENERCON ice detection system“

Zentrales Dokument zur Bewertung des Eisdetektionsalgorithmus ist der von Meteotest verfasste Bericht zur Vermessung einer ENERCON E-82 unter Vereisungsbedingungen im Februar 2014, /1/. Der Bericht enthält Ergebnisse einer Vermessungsperiode von 18 Tagen (20.1.2014 - 7.2.2014).

Die Bewertung des Eiserkennungssystems basiert auf den folgenden Informationen.

Ergebnisse zum Vereisungszustand der Blätter (genannt „instrumental icing“): Von einer auf der Gondel installierten Kamera wurden in regelmäßigen Zeitabständen Fotos der Blätter aufgenommen, welche dem TÜV NORD vorliegen. Aus diesen Aufnahmen wurde auf den Vereisungszustand geschlossen.

Ergebnisse zur atmosphärischen Vereisung (genannt „meteorological icing“): Diese Ergebnisse zeigen Zeitintervalle an, in denen es aufgrund der externen Bedingungen zu einem Anwachsen der Eisdicke kommen kann.

Ergebnisse des Signals des Eiserkennungssystems.

3.3.2 Beobachtungen und Bewertungen zum Messbericht Meteotest

In diesem Abschnitt werden folgende Punkte bewertet, die sich für die Prüfung als möglicherweise kritisch heraus stellten:

- Trefferquote des Eiserkennungssystems
- Vor-Start-Betrieb der Anlage (nicht leistungserzeugend) und Zeitverzögerung der Eiserkennung nach Zuschalten der Anlage
- Abdeckung verschiedener Betriebsbereiche

- Übereinstimmung der Beobachtungen aus der Messung mit der Spezifikation des Algorithmus.

Der Bericht zeigt, dass das Eisdetektionssystem mit einem Zeitanteil von 95% Eis an den Rotorblättern erkannt hat.

Aus den Aufzeichnungen ist ferner der Zeitverzug bis zur Eiserkennung nach Übergang in den leistungserzeugenden Betrieb zu erkennen. In diesem Leerlauf-Betrieb dreht sich der Rotor abhängig vom Typ und Windgeschwindigkeit mit entsprechender Drehzahl, so dass das Risiko von Eisabwurf besteht. Laut Bericht /1/ beträgt dieser Zeitverzug bis zu 0.7 Stunden. Der Auswertungsalgorithmus benötigt eine Dauer von zwar nur mindestens 3 Minuten, bevor Eis erkannt wird, jedoch ist anzunehmen, dass die Anlage während eines großen Zeitanteils der bis zu 0.7 Stunden noch keine Leistung erzeugt.

Aufgrund folgender Betrachtungen sind diese Phasen der Nicht-Detektierbarkeit als eher unkritisch einzustufen:

- Die Studie zur Abschätzung der Eisabwurfweite für den Leerlauf (Wind 3m/s, Drehzahl 5U/min) zeigt, dass die Eiswurfweite für diesen Modus geringer ist als die kritische Weite für Eisabfall.
- Üblicherweise steigt die Windgeschwindigkeit nicht derart schnell an, so dass nicht anzunehmen ist, dass Leerlauf der Anlage bei signifikant höheren Windgeschwindigkeiten auftritt.

Der dem TÜV NORD vorliegende Messbericht /1/ indiziert, dass das Eiserkennungssystem im Vollastbetrieb für Windgeschwindigkeiten über 12 m/s funktioniert und damit ebenfalls die Eiserkennung auf Basis des Pitchwinkels. Das gemessene Verhalten des Eiserkennungssystems stimmt mit dem spezifizierten Verhalten überein.

3.3.3 Messung an der Anlage „WEA 2“

Die Ergebnisse zur Messung an einer Anlage ohne RBH zeigen, dass die Anlage während der Vereisungszeit gestoppt ist (siehe Abbildung 5).

Die Messung an der Anlage ohne RBH lässt sich aufgrund der ungenauen Daten schlechter für die Bewertung verwenden als die Messung an der Anlage mit RBH.

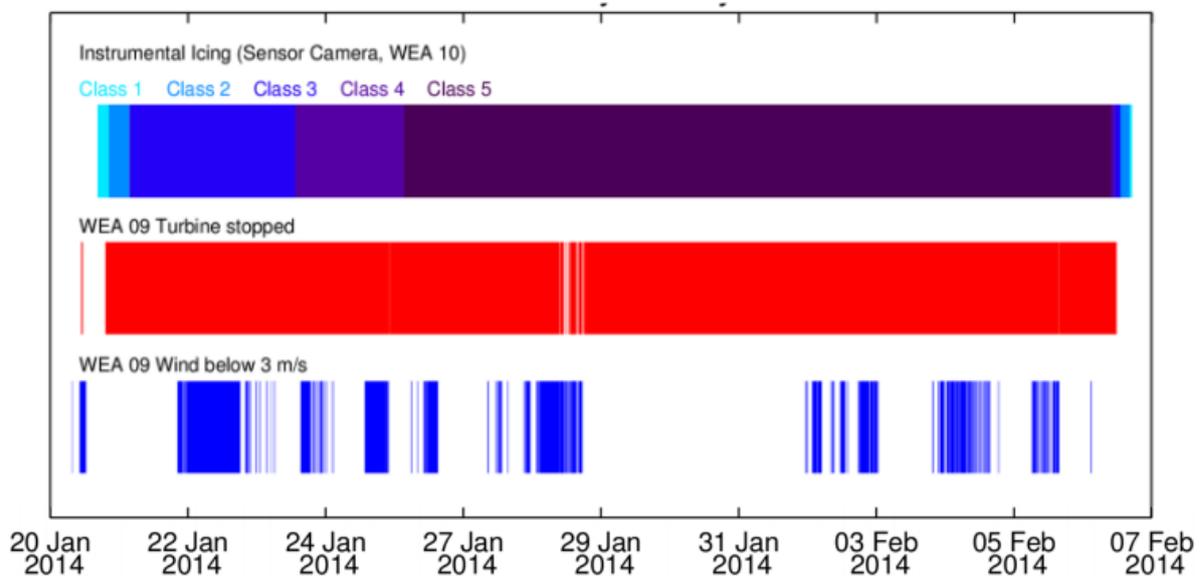


Abbildung 5: Übersicht der aufgezeichneten Signale während der gesamten Messperiode für WEA 09 ohne RBH.

3.4 Grenzen der Bewertungskette

3.4.1 Geschlossenheit der Bewertungskette und Schnittstellen

Für eine geschlossene Bewertungskette ist es notwendig, die kritische Eisdicke und die Einstellung des Eiserkennungssystems in Verbindung mit dem Messbericht zu bringen.

Die in Kapitel 2.1 ermittelte kritische Eisdicke für alle ENERCON Anlagen beträgt einerseits 13 mm. Auf der anderen Seite zeigt der Messbericht, dass für die Vereisungskategorie „light icing“ mit einer Zuverlässigkeit von 95% Eis erkannt wird.

Ein zentraler Punkt der Bewertungskette ist nun, diese Informationen zu verknüpfen.

Wie Fotoaufnahmen der Blätter zeigen, ist nur eine geringe Eisdicke bei Vereisungskategorie „light icing“ vorhanden. Es wird dabei angenommen, dass die auf dem Foto sichtbare Eisdicke nur wenige Millimeter beträgt und geringer ist als die kritische Eisdicke von 13 mm. Ferner ist eine zentrale Annahme, dass die (subjektive) Klassifizierung der Fotoaufnahmen in „instrumental icing“ Kategorien für alle anderen Zeitpunkte nach den gleichen Maßstäben durchgeführt wurde.

Zusätzlich wurde von ENERCON bestätigt, dass die in den vermessenen Anlagen eingestellten Schwellwerte zu Eiserkennung denen der eingereichten Spezifikation entsprechen.

3.4.2 Repräsentativität der Messung

Die Messung wurde über einen Zeitraum von 10 Tagen durchgeführt und betraf eine Periode mit hoher Vereisung. Zwei Punkte an diesem Vorgehen sind kritisch zu sehen:

- Dauer der Messung: Die Dauer der Messung kann als repräsentativ angesehen werden.
- Vereisungsgrad: Für einen großen Teil der Messperiode lagen schwere Vereisungsbedingungen vor. Die hohe gemessene Zuverlässigkeit der Eiserkennung zeigt einerseits, dass schwere und damit auch Vereisungsbedingungen, die Schäden verursachen können, relativ zuverlässig erkannt werden. Auf der anderen Seite erreicht der Vereisungsgrad in dieser Periode selten eine so geringe Dicke, dass die Funktionsfähigkeit bei kritischer Vereisung indiziert werden kann. Wie Abbildung 5 zeigt, ist der Vereisungsgrad „light instrumental icing“ nur zu Beginn der Messperiode vorzufinden. Es wird allerdings angenommen, dass auch bei Wiederholung der Vereisungsbedingungen die Funktionsfähigkeit gewährleistet ist.

Ferner ist anzumerken, dass die Fotoaufnahmen der vereisten Blätter, welche dem TÜV NORD vorliegen, eine Vereisung der Blätter im Bereich der Hinterkante zeigen. Wie der Bericht /41/ anhand von Windkanalversuchen indiziert, führt eine Vereisung an der Blattvorderkante zu einer stärkeren Änderung der aerodynamischen Beiwerte als eine Vereisung in der Nähe der Hinterkante. Die in der Messung vorliegende Vereisung scheint somit schwerer detektierbar als eine Vereisung der Profilvorderkante.

3.4.3 Unsicherheiten der Messung

Die Unsicherheiten der Messung können als gering eingestuft werden, da die Leistung sehr präzise gemessen werden kann und die Messung der Windgeschwindigkeit ebenfalls bei vorliegenden Längen der Mittelwertbildung präzise ist.

3.4.4 Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Anlagen

Darüber hinaus ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus der Messung, die lediglich an der E-82 durchgeführt wurden, auf andere Anlagen von ENERCON zu bewerten.

Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass auch bei höheren Rotordurchmessern bereits eine leichte Vereisung der Blätter zu einem derart hohen Verlust an erzeugter Leistung führen, dass auch hier die Detektierbarkeit gegeben ist. Auch wenn die Möglichkeit besteht, dass bei weiteren Anlagen von ENERCON bei leichter Vereisung einen etwas geringere Differenz der Leistung auftritt, scheint hier in Bezug auf die kritische Eisdicke ausreichend Reserve vorhanden zu sein.

4 Zusammenfassung und Ergebnis der Bewertung

Die kritische Eisdicke und damit einhergehend die kritische Detektionszeit für verschiedene ENERCON Anlagen wurde ermittelt. Die dünnste ermittelte kritische Eisdicke stellt sich bei der ENERCON E-44 (Nabenhöhe 45,0) zu 1,3cm ein (siehe 2.1.2). Diese Eisdicke wurde für die weitere Bewertung als Maßstab herangezogen.

Sowohl die Prüfung des Algorithmus als auch die Analyse der Messergebnisse deuten darauf hin, dass der von ENERCON implementierte Eisdetektionsalgorithmus mit hinreichend hoher Zuverlässigkeit eine kritische Vereisung der Blätter erkennen kann.

Eine wichtige Voraussetzung für diese Aussage ist, dass die kritische Eisdicke größer ist als die in der Messung vorliegende Eisdicke für „light icing“. Diese Aussage kann lediglich über eine Bewertung der Fotoaufnahmen erfolgen. Obwohl der in den dem TÜV NORD vorliegenden Abbildungen erkennbare Vereisungsgrad eine geringere Eisdicke indiziert, als die kritische Eisdicke, liegt in diesem Schritt der Bewertungskette eine gewisse Unsicherheit. Das Kennlinienverfahren wird jedoch von ENERCON bereits seit 2003 in über 17000 Windenergieanlagen erfolgreich eingesetzt. Daher kann von einer hohen Betriebsbewährung ausgegangen werden /13/.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass eine Gefährdung durch Eisabfall innerhalb des Gefährdungsbereichs für Eisabfall von der WEA im Winter grundsätzlich vorliegen kann, stellt der untersuchte Betrieb des Leerlaufs (Windgeschwindigkeit 3m/s bzw. 5m/s) gegenüber dem Eisabfall (nach jedem Eisansatz eintretendes Ereignis) für die WEA-Typen E-44, E-48 sowie E-53 in Abhängigkeit des Standortes (Schwachwind- oder Starkwindstandort) eine mögliche zusätzliche Gefährdung dar.

Für die WEA E-82, E-115, E-126, sowie E-141 welche für die restlichen WEA der ENERCON Produktpalette (s. Kap. 1.3) als abdeckend angesehen werden können, stellt der untersuchte Betrieb des Leerlaufs (Windgeschwindigkeit 3m/s bzw. 5m/s) gegenüber dem Eisabfall (nach jedem Eisansatz eintretendes Ereignis) keine unzulässige zusätzliche Gefährdung dar.

Der Eiserkennungsalgorithmus ist plausibel und stellt durch die doppelte Kontrolle über Leistungs- und Blattwinkelkennlinie eine sinnvolle Methode der Eiserkennung dar.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der von ENERCON verwendete Eiserkennungsalgorithmus in Bezug auf die Eisansatzerkennung dem Stand der Technik entspricht und viele Indizien dafür sprechen, dass mit vorliegenden Einstellungen bzw. mit vorliegenden Parametern eine Eisdicke erkannt wird, die geringer ist als die kritische.

5 Dokumente und Literaturverzeichnis

5.1 Geprüfte Dokumente

- /1/ Meteotest, Bericht zur Funktionsfähigkeit des Eiserkennungssystems für ENERCON
"Performance of the ENERCON ice detection system"
Dok.-Name: 140610_report_ice_detection.pdf, Rev. 0.1,
Datum: 06.06.2014
- /2/ ENERCON, Mitteilung
"Antworten zum Status Report ENERCON ice detection TÜV-NORD Sys Tec GmbH & Co. KG vom 22.7.2014"
Dok.-Name: D0342023-0.pdf, Rev. 0,
Datum: 05.08.2014
- /3/ T. Wallenius (VTT Technical Research Center of Finland) and further authors:
"The relationship between chord length and rime icing on wind turbines"
- /4/ ENERCON
Technische Beschreibung, ENERCON Eiserkennung Programmablauf
Dok.-Name: ENERCON Eiserkennung – Flussdiagramm.pdf
Dok. Nr.: D0337087-2
Datum: 06.08.2014
- /5/ ENERCON
Technische Beschreibung ENERCON Eiserkennung Sensorik
Dok.-Name: D0332210-0 Flussdiagramm.pdf
Datum: 27.06.2014
- /6/ ENERCON
Statusbeschreibung, 14 Eisansatzerkennung, 11 Rotor (Leistungsmessung)
Dok.-Name: 014_0011_Status_CS48_CS82_CS101_CS126.pdf, Revision: 004
Datum: 26.06.2012
- /7/ ENERCON
Statusbeschreibung, 14 Eisansatzerkennung, 12 Anemometer (Leistungsmessung)
Dok.-Name: 014_0012_Status_CS48_CS82.pdf, Revision: 004
Datum: 26.06.2012
- /8/ ENERCON
Statusbeschreibung, 14 Eisansatzerkennung, 13 Rotor (Blattwinkelmessung)
Dok.-Name: 014_0013_Status_CS48_CS82_CS101_CS126.pdf, Revision: 004
Datum: 26.06.2012
- /9/ ENERCON
Statusbeschreibung, 14 Eisansatzerkennung, 14 Anemometer (Blattwinkelmessung)
Dok.-Name: 014_0014_Status_CS48_CS82.pdf, Revision: 003
Datum: 26.06.2012

- /10/ ENERCON
Funktionsbeschreibung Eisansatzsimulation
Dok.-Name: Eisansatzsimulation_Funktionsbeschreibung_V1 2.pdf,
Revision: 002
Datum: 24.02.2014
- /11/ ENERCON: Mitteilung
„Antworten zum Status Report ENERCON ice detection TÜV-NORD Sys Tec
GmbH & Co. KG vom 22.07.2014“,
Datum: 05.08.2014
- /12/ ENERCON: email
Harald Wegmann, „AW: Anmerkungen zur ENERCON Eiserkennung“
Datum: 09.09.2014
- /13/ ENERCON: Erklärung
S. Janssen, H. Wegmann, Vermeidung von eiswurfbedingten Personenschäden
durch das ENERCON Kennlinienverfahren
Dok. Nr.: D0353125-0
Datum: 14.10.2014
- /14/ ENERCON
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlagen Eisansatzerkennung
Dok. Nr.: D0154407-8
Datum: 10.01.2020
- /15/ ENERCON
Betriebsanleitung ENERCON Windenergieanlage E-141 EP4 / 4200kW
Dok. Nr.: D0496591-0
Datum: 30.06.2016
- /16/ ENERCON
Technische Beschreibung, Anhalten der Windenergieanlage
Dok. Nr.: D0630561-0
Datum: 25.10.2017
- /17/ ENERCON
Technische Beschreibung, Übersicht Eisansatzerkennungssysteme
Dok. Nr.: D0666949-2
Datum: 24.10.2019
- /18/ VTT Technical Research Centre of Finland Ltd
Customer Report, Pre-Certification of Labkotec LID-3300IP ice detector for wind
energy applications
Dok. Nr.: VTT-CR-03658-16
Datum: 14.12.2016
- /19/ ENERCON GmbH. ENERCON Produktübersicht, Stand September 2016. Über-
mittelt durch die ENERCON GmbH mit Email vom 02.03.2017.
- /20/ ENERCON GmbH. ENERCON Produktübersicht inkl. Drehzahlen zum Leerlauf-
betrieb für die WEA E-44, E-48 sowie E-53. Übermittelt durch die ENERCON
GmbH mit Email vom 15.09.2014.

- /21/ ENERCON GmbH. Übersicht „Zertifikate für Control and Safety Systeme ENERCON WEAs“, D0342021-0. Übermittelt durch die ENERCON GmbH mit Email vom 08.08.2014.

5.2 Literatur

5.2.1 Literatur zu Kapitel 2.1 und 2.2

- /22/ IEC 61400-1. Wind turbines – Part 1: Design requirements. Third Edition. 2005.
- /23/ Morgan, C. et al. Wind Turbine Icing and Public Safety - A Quantifiable Risk? Wind Energy Production in Cold Climates. Bristol. 1996.
- /24/ Cattin, R. et al. WIND TURBINE ICE THROW STUDIES IN THE SWISS ALPS. European Wind Energy Conference, Milan, Italy. 2007.
- /25/ Lautenschlager, F. Studie zum Einfluss der Windgeschwindigkeit auf das Ereignis Eisabwurf bei Windenergieanlagen. Bachelorarbeit im Studiengang Umwelttechnik. 2012.
- /26/ Germanischer Lloyd. Vorschriften und Richtlinien. IV Industriedienste. Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen. Ausgabe 2010.
- /27/ Seifert, H. Betrieb von Windenergieanlagen unter Vereisungsbedingungen. St. Pölten. 1999.
- /28/ Seifert, H. et al. Risk analysis of ice throw from wind turbines, BOREAS VI. Pyhä, Finland. 2003.
- /29/ Seifert, H. Technische Ausrüstung von Windenergieanlagen an extremen Standorten. St. Poelten. 2002.
- /30/ Seifert, H. Technical requirements for rotor blades operating in cold climate. Wilhelmshaven. 2003
- /31/ Makkonen, L. et. al. Modelling and prevention of ice accretion on wind turbines. Wind Engineering Volume 25, No. 1. 2001.
- /32/ Wallenius, T. et. al. The relationship between chord length and rime icing on wind turbines. Winterwind. 2008.
- /33/ Lehtomäki, V. et. al. IcedBlades - Modelling of ice accretion on rotor blades in a coupled wind turbine tool. Winterwind. 2012.
- /34/ Hudecz, A. et. al. Experimental investigation of ice accretion on wind turbine blades. Winterwind. 2013.
- /35/ Cattin, R. Alpine Test Site Guetsch, Handbuch und Fachtagung. Genossenschaft METEOTEST. Bern. 2008.
- /36/ Hauschild, J. et al. Monte-Carlo-Simulation zur probabilistischen Bewertung der Gefährdung durch Eisabwurf bei Windenergieanlagen. Düsseldorf: VDI-Verlag, VDI-Bericht 2146. 2011.

- /37/ Hauschild, J. et al. Ermittlung von Trefferwahrscheinlichkeiten in der Umgebung einer Windenergieanlage: Eisabfall, Rotorblattbruch und Turmversagen. Düsseldorf: VDI-Verlag, VDI-Bericht 2210. 2013.
- /38/ Green Book. Methods for the determination of possible damage – first edition. Voorburg 1989.
- /39/ Deutscher Wetterdienst. Online Wetterlexikon, Stand: September 2014. Offenbach. 2014.
- /40/ Karl-Heinrich Grote, Jörg Feldhusen (Hrsg.): DUBBEL – Taschenbuch für den Maschinenbau. 22. Auflage. Springer, Berlin/Heidelberg 2011
- /41/ NASA: Ice Accretions and Icing Effects for Modern Airfoils, April 2000
- /42/ DIBt. Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen – Fassung September 2013

16.1.4 Standsicherheit

Anlagen:

- f2e_gutachten_repowering_klosterfelde_rev0_A_final.pdf
- TP 3 - GB Klosterfelde REP Neubau WEA HU_NH131m signed.pdf



Gutachten zur Standorteignung von WEA am Standort Repowering Klosterfelde, Variante A

Referenz-Nummer:

F2E-2021-TGR-050, Rev. 0 - ungekürzte Fassung

Auftraggeber:

up umweltplan GmbH
An der Plansche 4, 16321 Bernau

Die Ausarbeitung des Gutachtens erfolgte durch:

Fluid & Energy Engineering GmbH & Co. KG
Borsteler Chaussee 178, 22453 Hamburg, www.f2e.de

Verfasser:

Dipl.-Ing. (FH) Konstantin Gerasimow, Sachverständiger, Hamburg, 01.06.2021

Geprüft:

Dr.-Ing. Thomas Hahm, Sachverständiger, Hamburg, 01.06.2021

Für weitere Auskünfte:

Tel.: 040 53303680-0

Fax: 040 53303680-79

Konstantin Gerasimow: gerasimow@f2e.de oder Dr. Thomas Hahm: hahm@f2e.de

Urheber- und Nutzungsrecht:

Urheber des Gutachtens ist die Fluid & Energy Engineering GmbH & Co. KG. Der Auftraggeber erwirbt ein einfaches Nutzungsrecht entsprechend dem Gesetz über Urheberrecht und verwandte Schutzrechte (UrhG). Das Nutzungsrecht kann nur mit Zustimmung des Urhebers übertragen werden. Eine Veröffentlichung und Bereitstellung der ungekürzten Fassung des Gutachtens zum uneingeschränkten Download in elektronischen Medien sind verboten. Eine Einsichtnahme der gekürzten Fassung des Gutachtens gemäß UVPG §23 (2) über die zentralen Internetportale von Bund und Ländern gemäß UVPG §20 Absatz (1) wird gestattet.



Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung.....	3
2 Grundlagen.....	4
2.1 Nachweis durch Vergleich der Windbedingungen.....	4
2.2 Nachweis durch Vergleich der Lasten.....	10
2.3 Auslegungswerte.....	11
2.3.1 Turbulenzintensität.....	11
2.3.2 Windgeschwindigkeit.....	11
2.3.3 Weitere Windbedingungen.....	11
2.4 Erläuterungen zu den verwendeten Methoden.....	12
2.4.1 Bestimmung der Komplexität.....	12
2.4.2 Bestimmung der Umgebungsturbulenzintensität.....	13
2.4.3 Bestimmung der effektiven Turbulenzintensitäten.....	14
2.4.4 Bestimmung der Extremwerte der Turbulenzintensitäten.....	16
2.4.5 Bestimmung der Luftdichte.....	16
2.4.6 Bestimmung des Höhenexponenten.....	16
2.4.7 Bestimmung der Schräganströmung.....	17
2.4.8 Extrapolation der Winddaten.....	17
2.5 Gültigkeit der Ergebnisse.....	18
2.5.1 Betriebsbeschränkungen.....	19
3 Eingangsdaten.....	21
3.1 Windparkkonfiguration und Auslegungswerte.....	21
3.2 Windgeschwindigkeitsverteilung am Standort.....	22
3.3 Extremwind am Standort.....	22
3.4 Umgebungsturbulenzintensität am Standort.....	22
3.5 Sektorielle Betriebsbeschränkungen.....	22
4 Bestimmung der Standortbedingungen.....	22
4.1 Standortbesichtigung.....	22
4.2 Ergebnisse Standortbedingungen.....	23
4.2.1 10-min-Mittelwert der Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren.....	24
5 Nachweis der Standorteignung.....	24
5.1 Allgemeine Hinweise.....	24
5.2 Nachweis der Standorteignung durch einen Vergleich der Windbedingungen.....	24
5.2.1 Erläuterungen und Hinweise.....	25
5.2.2 Betriebsbeschränkungen.....	25
5.2.3 Einschränkungen.....	27
5.3 Nachweis der Standorteignung durch einen Vergleich der Lasten.....	27
6 Zusammenfassung.....	27
7 Literaturangaben.....	29
Anhang: wake2e-Bericht, Projektname Repowering Klosterfelde	A.1



1 Aufgabenstellung

Die Fluid & Energy Engineering GmbH & Co. KG ist beauftragt worden, Windenergieanlagen (WEA) hinsichtlich ihrer Standorteignung gemäß Kapitel 16 (Standorteignung von Windenergieanlagen) der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen von 2012 /2.8/ zu betrachten und zu bewerten.

Voraussetzung für einen Nachweis der Standorteignung ist gemäß /2.8/ das Vorliegen einer gültigen Typenprüfung bzw. Einzelprüfung für die WEA. Im Folgenden ist die Möglichkeit der Einzelprüfung stets eingeschlossen, wenn von Typenprüfung gesprochen wird, auch wenn dies nicht explizit erwähnt wird.

Der Nachweis der Standorteignung der WEA erfolgt entweder durch einen Vergleich der am jeweiligen Standort der WEA herrschenden Windbedingungen mit den Windbedingungen, die der Typenprüfung zugrunde liegen, oder durch einen Vergleich der standortspezifischen Lasten mit den Lasten, die der Typenprüfung zugrunde liegen (siehe auch Kapitel 2).

Die Windbedingungen sind in den jeweiligen DIBt-Richtlinien /2.6, 2.7, 2.8/ festgelegt und Bestandteil der Typenprüfung einer WEA. Auf Basis dieser Windbedingungen und der daraus resultierenden Lasten garantiert eine Typenprüfung nach /2.6, 2.7, 2.8/ eine Entwurfslebensdauer der WEA von mindestens 20 Jahren.

Aufgrund fehlender Kriterien für einen Immissionsgrenzwert für die durch Nachbar-WEA erhöhte Turbulenzbelastung einer WEA können ersatzweise die Kriterien der Standorteignung für eine Turbulenzimmissionsprognose im Rahmen eines BImSchG-Antrages herangezogen werden. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die Reduktion der Lebenszeit und der zusätzliche Verschleiß der WEA zumutbar sind, solange die Standorteignung hinsichtlich der Auslegungswerte der Turbulenzintensität oder hinsichtlich der Auslegungslasten gewährleistet bleibt.

Das vorliegende Gutachten zur Standorteignung ist daher gleichzeitig eine Turbulenz-Immissionsprognose im Sinne des BImSchG.



2 Grundlagen

WEA sind Umweltbedingungen und elektrischen Bedingungen ausgesetzt, die Belastung, Haltbarkeit und den Betrieb beeinflussen können. Die Umweltbedingungen werden in Wind- und andere Umweltbedingungen unterteilt. Für die Integrität der Konstruktion sind die Windbedingungen die primär zu berücksichtigenden Einflussfaktoren.

Der Nachweis der Standsicherheit von Turm und Gründung einer WEA wird in Form einer Typenprüfung nach der jeweils gültigen DIBt-Richtlinie /2.6, 2.7, 2.8/ geführt. Hierzu definieren die Richtlinien Windzonen in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit und Turbulenzparametern, welche die meisten Anwendungsfälle erfassen sollen, jedoch keinen spezifischen Standort einer WEA exakt abbilden. Auf Basis der Windbedingungen der Windzone werden anschließend die Lasten der WEA durch den Hersteller ermittelt.

Das vom Hersteller verwendete Modell zur Berechnung der Lasten und die Berechnungsergebnisse werden durch unabhängige Berechnungen im Rahmen der Typenprüfung durch eine akkreditierte Stelle geprüft und bestätigt.

Im konkreten Einzelfall der Errichtung einer WEA ist die Anwendbarkeit der Typenprüfung nachzuweisen. Dies kann auf zwei Wegen geschehen. Zum einen durch einen Vergleich der standortspezifischen Windbedingungen mit den Windbedingungen der Typenprüfung oder zum anderen durch einen Vergleich der standortspezifischen Lasten mit den Lasten der Typenprüfung. Im zweiten Fall dienen die standortspezifischen Windbedingungen als Eingangswerte für die Ermittlung der standortspezifischen Lasten. Das bedeutet insbesondere, dass kein neuer Standsicherheitsnachweis für Turm und Gründung geführt wird, sondern dass jeweils die Randbedingungen der Typenprüfung, also des bestehenden Standsicherheitsnachweises, überprüft werden.

Abbildung 2.1.1 gibt einen Überblick über das Prüfverfahren.

2.1 Nachweis durch Vergleich der Windbedingungen

Gemäß /2.2, 2.3/ sind für neu geplante WEA folgende Windbedingungen auf Nabenhöhe nachzuweisen:

- 10-min-Mittelwert der Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren v_{50} ,
- Windgeschwindigkeitsverteilung im Bereich von $0.2v_{ref} - 0.4v_{ref}$
- Turbulenzintensität für Windgeschwindigkeiten von $0.2v_{ref} - 0.4v_{ref}$

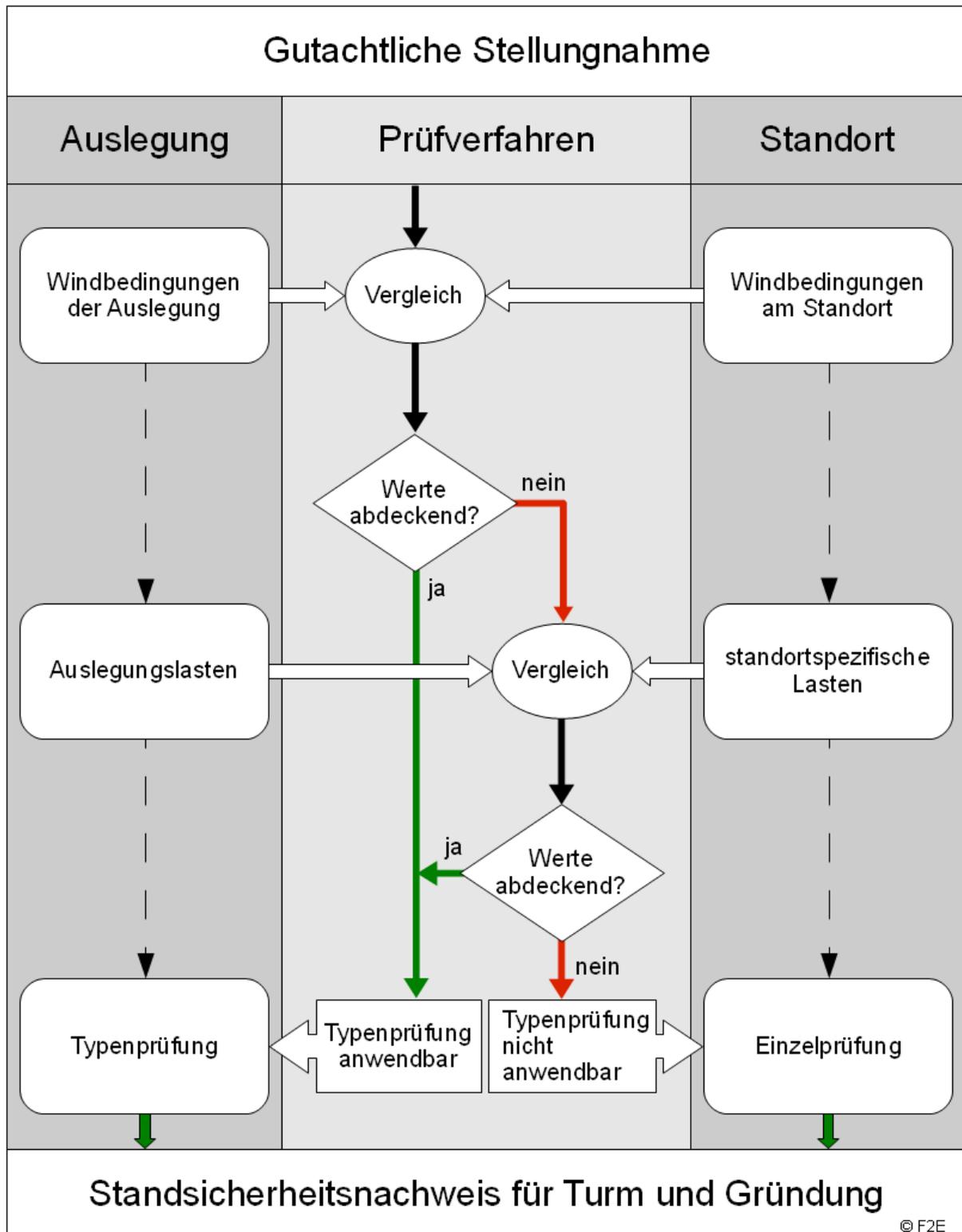


Abbildung 2.1.1: Schematische Darstellung des Prüfverfahrens.



- Extremwerte der Turbulenzintensität,
- Höhenexponent α des vertikalen Windgeschwindigkeitsprofils,
- mittlere Neigung der Anströmung,
- mittlere Luftdichte ρ für Windgeschwindigkeiten $\geq v_r$.

In /2.4/ wurde der Windgeschwindigkeitsbereich, für den die Windgeschwindigkeitsverteilung und die Turbulenzintensität nachgewiesen werden müssen, von $0.2v_{\text{ref}} - 0.4v_{\text{ref}}$ auf $v_{\text{ave}} - 2v_{\text{ave}}$ geändert. Dieser Windgeschwindigkeitsbereich kann daher alternativ zugrunde gelegt werden.

Überschreitungen der Extremwerte der Turbulenzintensität treten typischerweise stets mit Überschreitungen der Auslegungswerte der Turbulenzintensität auf. Für einen Nachweis durch einen Vergleich der Windbedingungen werden die Extremwerte der Turbulenzintensität daher nicht explizit ausgewiesen. Diese sind gegebenenfalls dann im Rahmen eines Nachweises durch einen Vergleich der Lasten (siehe Kapitel 2.2) zu berücksichtigen und werden daher in den Ergebnissen im Anhang aufgeführt.

Zusätzlich werden in /2.3/ Nachweise für Extremwerte des Windgradienten gefordert. Der Nachweis für Extremwerte des Windgradienten ist mit /2.4/ wieder entfallen und wird daher hier nicht berücksichtigt.

Werden abweichend von den in /2.2 - 2.4/ definierten Turbulenzkategorien individuelle Auslegungswerte der Turbulenzintensität definiert, kann es notwendig sein, den zu bewertenden Windgeschwindigkeitsbereich auf den gesamten Betriebsbereich der WEA auszudehnen.

Den Ermittlungen der Standortbedingungen ist nach /2.8/ dabei eine Standortbesichtigung zugrunde zu legen.

Alternativ zum oben genannten Nachweis nach /2.2, 2.3/ kann nach /2.8/ ein vereinfachtes Verfahren angewendet werden, wenn der jeweilige Standort der geplanten WEA nicht orografisch komplex gemäß der Definition in /2.2, 2.3/ ist. Nach dem vereinfachten Verfahren sind folgende Windbedingungen auf Nabenhöhe nachzuweisen:

- mittlere Jahreswindgeschwindigkeit auf Nabenhöhe,
- Turbulenzintensität,
- 10-min-Mittelwert der Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren v_{50} (nur wenn die Windzone der Typenprüfung nicht die Windzone des jeweiligen Standortes der WEA abdeckt).

Nach /2.8/ muss dabei die mittlere Jahreswindgeschwindigkeit v_{ave} auf Nabenhöhe



5% kleiner sein als der Auslegungswert oder die mittlere Jahreswindgeschwindigkeit v_{ave} auf Nabenhöhe muss kleiner gleich dem Auslegungswert und der Formparameter k der Weibull-Verteilung gleichzeitig größer gleich 2 sein.

Das vereinfachte Verfahren setzt an dieser Stelle voraus, dass der Auslegungswert des Formparameters der Weibullverteilung einen Wert von 2.0 aufweist. Bei abweichenden Auslegungswerten muss die Bewertung der mittleren Jahreswindgeschwindigkeit und des Formparameter k der Weibull-Verteilung über einen Vergleich der Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit mit der Verteilung der Auslegung entsprechend /2.2, 2.3/ erfolgen.

Im Rahmen der Überarbeitung der internationalen Richtlinie /2.2, 2.3/ wurde ein Verfahren entwickelt, das die Bewertung der Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit auf Basis der Parameter der entsprechenden Weibull-Verteilung ermöglicht /2.4/. Dieses Verfahren kann angewendet werden, wenn sich die standortspezifische Kurve der Häufigkeitsverteilung und die der Auslegung schneiden. Gemäß /2.4/ sind verschiedene Kombinationen des Formparameters k der Weibull-Verteilung und der normierten mittleren Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe möglich, die durch den schraffierten Bereich in Abbildung 2.1.2 dargestellt sind.

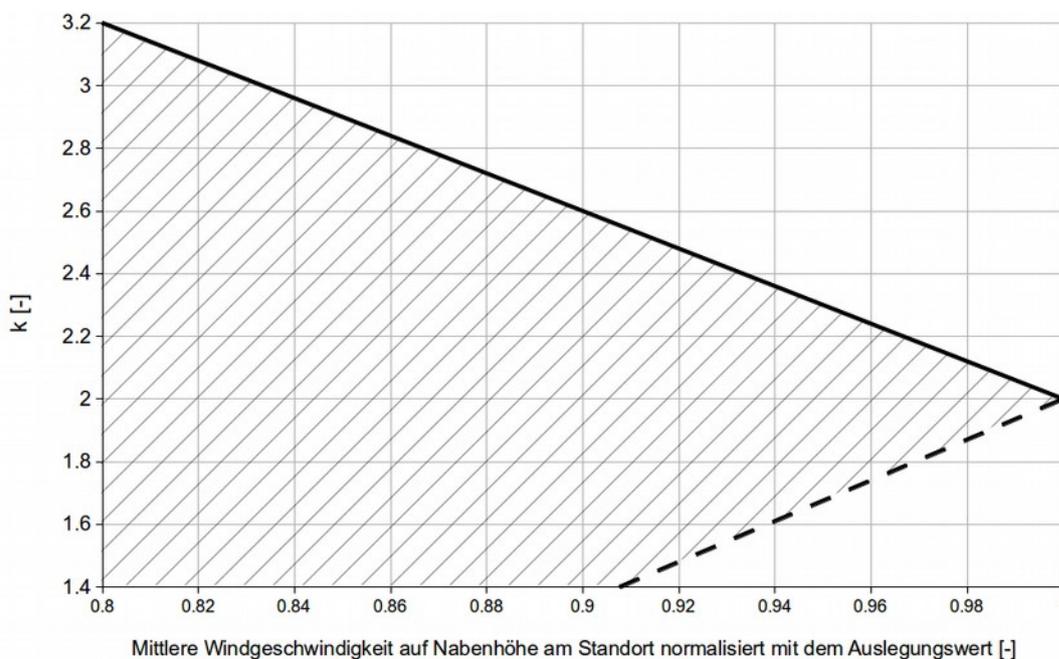


Abbildung 2.1.2: Mögliche Kombinationen von normierter Windgeschwindigkeit und Formparameter k der Weibull-Verteilung (schraffierter Bereich).



Für bestehende WEA, die nach den DIBt-Richtlinien von 1995 bzw. 2004 /2.6, 2.7/ errichtet wurden, darf der Nachweis der Standorteignung weiterhin nach dem in der DIBt-Richtlinie von 2004 /2.7/ genannten Verfahren erfolgen.

Gemäß /2.4/ kann bei Luftdichten, die die Auslegungswerte überschreiten, der Nachweis alternativ erbracht werden, indem gezeigt wird, dass folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\rho_{\text{Auslegung}} \cdot (V_{\text{ave, Auslegung}})^2 \geq \rho_{\text{Standort}} \cdot (V_{\text{ave, Standort}})^2$$

Die Bedingung entspricht einem Vergleich des standortspezifischen, mittleren Geschwindigkeitsdrucks mit dem Wert der Auslegung.

Der nachzuweisenden Turbulenzintensität kommt insofern eine besondere Bedeutung zu, da die Turbulenzintensität die einzige Windbedingung ist, über die eine Bewertung des Einflusses der WEA untereinander erfolgt.

Dieser Einfluss ist nach DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen von 2012 /2.8/ zu berücksichtigen, wenn der auf den Rotordurchmesser D der jeweils größeren WEA bezogene Abstand zwischen zwei WEA für typische küstennahe Standorte kleiner gleich fünf und für typische Binnenstandorte kleiner gleich acht Rotordurchmesser beträgt /2.8/. Für größere Abstände braucht eine Beeinflussung der WEA untereinander nicht betrachtet zu werden. Im Folgenden wird dabei konservativ immer der größere Einflussbereich von 8D zugrunde gelegt.

Hieraus folgen unmittelbar die benachbarten WEA, für die eine Standorteignung im Rahmen des betrachteten Zubaus der geplanten WEA erneut nachzuweisen ist. Da es einen Einfluss der geplanten WEA auf diese benachbarten WEA nur in Form einer Erhöhung der Turbulenzintensität gibt, ist für benachbarte WEA unabhängig von der anzuwendenden DIBt-Richtlinie auch nur diese Windbedingung erneut zu überprüfen.

Abbildung 2.1.3 gibt einen Überblick über die jeweils nachzuweisenden Windbedingungen.

Liegt eine der oben aufgeführten für den Nachweis der Standorteignung erforderlichen Windbedingungen oberhalb des entsprechenden Auslegungswertes, der bei der jeweiligen Typenprüfung der WEA zugrunde gelegt wurde, ist ein Nachweis der Standorteignung der WEA durch einen Vergleich der Windbedingungen nicht möglich.

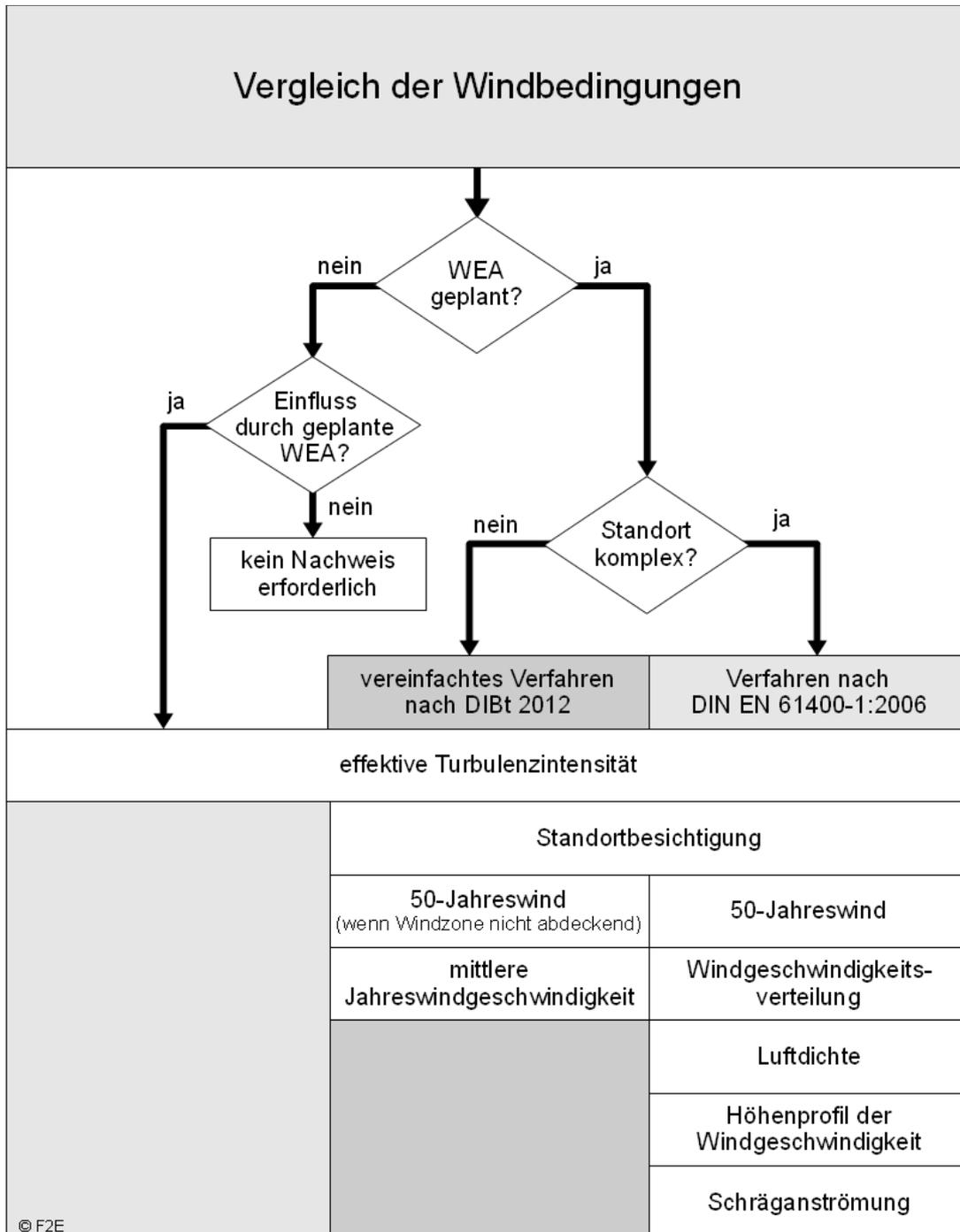


Abbildung 2.1.3: Nachweis durch Vergleich der Windbedingungen gemäß /2.8/.



2.2 Nachweis durch Vergleich der Lasten

Die entsprechend dem in Kapitel 2.1 beschriebenen Verfahren ermittelten Windbedingungen können als Eingangsparameter für einen standortspezifischen Nachweis durch einen Vergleich der Lasten verwendet werden.

Im Falle eines Windparks mit entsprechendem Einfluss von benachbarten WEA sind nach /2.2/ sowohl die Betriebs- als auch die Extremlasten nachzuweisen. Für die Betriebslasten sind gemäß /2.2, 2.3/ hierzu der Auslegungslastfall DLC 1.2 unter Berücksichtigung der effektiven Turbulenzintensität und für die Extremlasten die Auslegungslastfälle DLC 1.1 oder 1.3 sowie der DLC 1.5 nachzurechnen.

Alternativ hierzu kann nach /2.8/ ein vereinfachtes Verfahren angewendet werden, wenn der jeweilige Standort der geplanten WEA nicht orografisch komplex gemäß der Definition in /2.2, 2.3/ ist. Nach dem vereinfachten Verfahren sind folgende Lasten zu ermitteln:

- Betriebslasten, wenn die mittlere Windgeschwindigkeit oder die Turbulenzintensität überschritten sind.
- Extremlasten, wenn der 10-min-Mittelwert der Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren v_{ref} überschritten ist.

Eine solche standortspezifische, detaillierte Lastberechnung ist im Vergleich zu dem in Kapitel 2.1 dargestellten Nachweis durch einen Vergleich der Windbedingungen sehr aufwändig. Sie kann in der Regel nur vom jeweiligen Hersteller durchgeführt werden.

Diese standortspezifischen Lasten können mit den entsprechenden Auslegungslasten der Typenprüfung verglichen werden. Liegen die standortspezifischen Lasten unterhalb bzw. auf dem Niveau der Auslegungslasten, die bei der jeweiligen Typenprüfung der WEA zugrunde gelegt wurden, ist die Standorteignung der WEA gegeben.

Liegen die standortspezifischen Lasten oberhalb der Auslegungslasten, die bei der jeweiligen Typenprüfung der WEA zugrunde gelegt wurden, ist ein Nachweis der Standorteignung der WEA durch einen Vergleich der Lasten nicht möglich.

In diesem Fall kann die Typenprüfung der WEA nicht angewendet werden und ein Einzelnachweis durch den Hersteller ist erforderlich.



2.3 Auslegungswerte

2.3.1 Turbulenzintensität

Die Auslegungswerte der Turbulenzintensität sind in den DIBt-Richtlinien von 1993/1995 /2.6/ und 2004 /2.7/ noch unabhängig von der Windzone definiert. Der Auslegungswert liegt gemäß DIBt-Richtlinie von 1993/1995 konstant bei 0.2 (20%). Die DIBt-Richtlinie von 2004 /2.7/ schreibt die Turbulenzkategorie A nach /2.1/ vor.

In der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen von 2012 /2.8/ wird die Turbulenzkategorie A nach DIN EN 61400-1:2006 /2.2/ nur noch empfohlen. Grundsätzlich können auch andere Auslegungswerte der Turbulenzintensität zugrunde gelegt werden. In vielen Fällen finden hier die in den internationalen Richtlinien /2.2, 2.3, 2.4/ definierten Turbulenzkategorien Anwendung.

2.3.2 Windgeschwindigkeit

Die Typenprüfung nach DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen von 2012 /2.8/ erfolgt für eine bestimmte Windzone. Abhängig von der Windzone ist sowohl der Auslegungswert des 10-min-Mittelwertes der Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren v_{ref} als auch die mittlere Jahreswindgeschwindigkeit auf Nabenhöhe v_{ave} definiert. Diese Werte sind abhängig von der Nabenhöhe und unterscheiden sich in den einzelnen Windzonen. Der 10-min-Mittelwert der Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren v_{ref} kann weiterhin entweder gemäß /2.9/ oder nach einer vereinfachten Formel gemäß /2.8/ bestimmt werden. Die Auslegungswerte sind daher der individuellen Typenprüfung der WEA zu entnehmen und können nicht allgemeingültig angegeben werden. Die Windgeschwindigkeitsverteilung ergibt sich in allen Fällen aus der mittleren Jahreswindgeschwindigkeit auf Nabenhöhe unter Verwendung einer Rayleigh-Verteilung.

Nach den DIBt-Richtlinien /2.6, 2.7, 2.8/ werden die Auslegungswerte der Windgeschwindigkeit in die Windzonen 1 bis 4 bzw. I bis IV unterteilt, wobei die Windzone 4 oder IV die höchsten Auslegungswerte aufweist. In der zitierten Literatur werden hier sowohl arabische als auch römische Zahlen verwendet.

2.3.3 Weitere Windbedingungen

Den nach /2.2, 2.3/ zusätzlich nachzuweisenden Windbedingungen liegen im allgemeinen nach den DIBt-Richtlinien /2.7, 2.8/ folgende Auslegungswerte zugrunde:

- Höhenexponent des vertikalen Windgeschwindigkeitsprofils: $\alpha = 0.2$,



- mittlere Neigung der Anströmung: 8° ,
- mittlere Luftdichte: $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$.

2.4 Erläuterungen zu den verwendeten Methoden

Kommen im Einzelfall andere Berechnungsmethoden oder Eingangsdaten zur Anwendung als hier aufgeführt wird dies in Kapitel 4 entsprechend dargestellt.

2.4.1 Bestimmung der Komplexität

Große Geländesteigungen und Höhenunterschiede können zu erhöhten Umgebungsturbulenzintensitäten führen und müssen daher in orografisch komplexem Gelände bewertet werden. Der Einfluss der Geländeorografie kann nach /2.2, 2.3/ durch einen Turbulenzstrukturparameter erfasst werden, der als Faktor auf die Turbulenzintensität wirkt. Nach /2.2/ kann ein richtungsunabhängiger Turbulenzstrukturparameter definiert werden, der abhängig vom Anteil des Windes aus orografisch komplexen Richtungssektoren zwischen 1.0 und 1.15 liegt. Da im Folgenden die Umgebungsturbulenzintensitäten richtungsabhängig bestimmt werden, wird abweichend hiervon der Turbulenzstrukturparameter ebenfalls richtungsabhängig bestimmt. Dabei wird jedem Richtungssektor, der als orografisch komplex einzustufen ist, der maximale Turbulenzstrukturparameter von 1.15 zugeordnet.

Die Bewertung der orografischen Komplexität einer Koordinate erfolgt auf Basis von Geländesteigungen und Geländedifferenzen zu einer Ausgleichsebene, die durch die jeweilige zu betrachtende Koordinate gelegt wird. Die Ausgleichsebenen werden mit der Methode der kleinsten Fehlerquadrate durch die Höhendaten gelegt. Die Bewertung erfolgt entsprechend /2.2/ auf Nabenhöhe der WEA.

Entsprechend /2.2/ sind für jede WEA 25 Ausgleichsebenen zu ermitteln (siehe Tabelle 2.4.1.1). Wird eines der in Tabelle 2.4.1.1 genannten Kriterien überschritten, so ist der betreffende Sektor als komplex anzusehen. Der jeweilige Standort der WEA ist komplex, wenn mehr als 15% der im Wind enthaltenen Energie aus komplexen Sektoren kommt.

Tabelle 2.4.1.1: Komplexitätskriterien /2.3/.

Ausgleichsebenen		Komplexitätskriterien	
Radius	Azimut Winkel	Maximale Steigung	Maximale Geländedifferenz
$5 \cdot z_{\text{hub}}$	ein Sektor á 360°	10°	$0.3 \cdot z_{\text{hub}}$
$10 \cdot z_{\text{hub}}$	zwölf Sektoren á 30°		$0.6 \cdot z_{\text{hub}}$
$20 \cdot z_{\text{hub}}$	zwölf Sektoren á 30°		$1.2 \cdot z_{\text{hub}}$



2.4.2 Bestimmung der Umgebungsturbulenzintensität

Die Turbulenzintensität ist definiert als das Verhältnis der Standardabweichung der zeitlichen Windgeschwindigkeitsverteilung zu ihrem Mittelwert bezogen auf ein Intervall von 600s. Die Umgebungsturbulenzintensität beschreibt dabei ausschließlich die Turbulenz der freien Strömung ohne den Einfluss von WEA.

Für die spätere Berechnung der effektiven Turbulenzintensität ist nicht die mittlere Umgebungsturbulenzintensität sondern abhängig von der Auslegung der jeweiligen WEA die charakteristische Turbulenzintensität (DIBt 1993/95, DIBt 2004 und IEC 61400-1 Edition 2) bzw. die repräsentative Turbulenzintensität (DIBt 2012, IEC 61400-1 Edition 3) zugrunde zu legen. Die charakteristische Turbulenzintensität ergibt sich aus der Addition der mittleren Umgebungsturbulenzintensität und der einfachen Standardabweichung der Umgebungsturbulenzintensität. Die repräsentative Turbulenzintensität ergibt sich aus der Addition der mittleren Umgebungsturbulenzintensität und der 1.28fachen Standardabweichung der Umgebungsturbulenzintensität.

Wenn keine ausreichenden Messdaten zur Turbulenzintensität am Standort vorliegen, wird die mittlere langfristig zu erwartende Umgebungsturbulenzintensität rechnerisch ermittelt.

Im Bereich der atmosphärischen Bodengrenzschicht ergibt sich die zu berücksichtigende Umgebungsturbulenzintensität im Wesentlichen aus dem Einfluss der Rauigkeitselemente des Bodens wie Bäumen, Büschen, Bauwerken etc.. Hierzu erfolgt eine Typisierung von Geländeoberflächen hinsichtlich ihres Bewuchses, ihrer Bebauung und Nutzung auf Basis detaillierter Satellitendaten zur Bodenbedeckung /1.7/, wobei Geländeabschnitte bis 25km Entfernung um die jeweilige Koordinate einbezogen werden. Den einzelnen Geländeabschnitten werden anschließend Rauigkeitsklassen gemäß der Empfehlungen des für die Kommission der Europäischen Gemeinschaften veröffentlichten Europäischen Windatlanten /1.3/ zugeordnet. Der Einfluss der verschiedenen Geländeabschnitte wird abhängig vom Abstand zur Koordinate in zwölf Richtungssektoren à 30° bewertet, wodurch sich gewichtete Mittel für die Rauigkeiten in den jeweiligen Sektoren ergeben.

Auf Grundlage dieser Rauigkeitsklassifizierung werden die notwendigen Werte von uns auf Basis der Empfehlungen der VDI-Richtlinie VDI 3783 Blatt 12 /1.1/ sowie der DIN EN 1991-1-4 /2.9/ bestimmt.

Die zu berücksichtigenden Umgebungsturbulenzintensitäten sind im Gegensatz zu den Rauigkeiten nicht nur richtungsabhängig, sondern auch abhängig von der Windgeschwindigkeit und Höhe über Grund und werden entsprechend für die



verschiedenen Richtungen und Windgeschwindigkeiten für jede einzelne WEA auf Nabenhöhe ermittelt und in den weiteren Berechnungen berücksichtigt. Der Windgeschwindigkeitsverlauf orientiert sich dabei am Normalen Turbulenzmodell (NTM) der IEC 61400-1 /2.3/.

Einzelstrukturen und orografische Hindernisse, die auf Grund ihrer Entfernung und Höhe so groß sind, dass der direkte Einfluss der Nachlaufströmung dieser Einzelstrukturen und orografischen Hindernisse auf den Rotor einer WEA nicht ausgeschlossen werden kann, können nicht als Rauigkeitselemente aufgelöst werden. Ihr Einfluss ist gegebenenfalls gesondert zu bewerten (siehe hierzu Kapitel 4.1).

2.4.3 Bestimmung der effektiven Turbulenzintensitäten

In /1.4/ ist ein Verfahren beschrieben, um den Einfluss mehrerer, verschieden weit entfernter WEA unter Berücksichtigung der Häufigkeit der Nachlaufsituationen zu bewerten. Die Bewertung erfolgt mit Hilfe einer effektiven Turbulenzintensität. Die effektive Turbulenzintensität ist eine Ersatzgröße, welche über die gesamte Lebensdauer der WEA anzusetzen ist. Sie gewichtet die Belastung durch die Umgebungsturbulenzintensität und die zusätzlich durch die Nachlaufsituation induzierte Belastung. Das Verfahren wird sowohl im internationalen Regelwerk als auch in der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen von 2012 /2.8/ empfohlen. Eine zusätzliche Belastung besteht nach diesem Berechnungsverfahren nicht mehr, wenn der Abstand zur benachbarten WEA mehr als zehn Rotordurchmesser beträgt. Da dieses Berechnungsverfahren im Folgenden Anwendung findet, wird bei der Berechnung der effektiven Turbulenzintensität einer WEA daher der Einfluss aller benachbarten WEA berücksichtigt, die bis zu 10D (bezogen auf ihren jeweiligen Rotordurchmesser) entfernt stehen.

Gegenüber der in /1.4/ dargestellten Form des Berechnungsverfahrens verwenden wir das Verfahren mit zwei Modifikationen, welche im Folgenden erläutert werden.

Das in /1.4/ eingesetzte Modell für die zusätzlich im Nachlauf produzierte Turbulenzintensität ist abhängig vom Schubbeiwert c_T der WEA. Hier verwenden wir für die Modellierung der zusätzlich im Nachlauf produzierten Turbulenzintensität ein aufwändigeres Modell nach /1.2/, in das neben dem Schubbeiwert c_T der WEA auch die Schnelllaufzahl der WEA und die Umgebungsturbulenzintensität als Parameter eingehen. Ist es möglich eine WEA leistungsreduziert oder in einem veränderten Betriebsmodus zu betreiben, verwenden wir die zur jeweiligen Nennleistung bzw. dem Betriebsmodus gehörenden oder abdeckende Parameter. Sowohl in /1.4/ als auch im internationalen Regelwerk /2.2, 2.3/ ist weiterhin ein Modell zur Bestimmung der zusätzlich im Nachlauf produzierten Turbulenzintensität angegeben, das



ganz ohne anlagenspezifische Parameter auskommt. Hier wird ein generalisierter, konservativer Verlauf der Schubbeiwerte zugrunde gelegt /1.4/. Dieses Modell wird von uns verwendet, wenn für eine WEA die anlagenspezifischen Parameter nicht vorliegen oder diese einen Verlauf zeigen, der deutlich von denen der WEA abweicht, die der ursprünglichen Validierung zugrunde lagen.

Die zweite Modifikation betrifft die Häufigkeit der jeweiligen Nachlaufsituation, die nach /2.8/ mit 6% angenommen werden kann. Dieser konstanten Häufigkeit liegt die Annahme eines voll ausgebildeten Nachlaufs (far wake) zugrunde, der sich typischerweise drei bis fünf Rotordurchmesser hinter der WEA einstellt. Um auch für geringe Anlagenabstände konservative Werte zu erhalten, wird die Häufigkeit der jeweiligen Nachlaufsituation von uns davon abweichend auf Basis der realen geometrischen Verhältnisse im Windpark und unter Berücksichtigung der Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen berechnet. Zusätzliche Sicherheit für den Nahbereich entsteht durch die Annahme, dass der Nachlauf der WEA von Anfang an eine deutlich größere Ausdehnung als der Rotor aufweist.

Die Ausdehnung des Nachlaufs wird auch in vertikaler Richtung berücksichtigt, so dass bei ausreichendem Höhenunterschied kein Einfluss des Nachlaufs auf die deutlich niedrigere bzw. höhere WEA mehr besteht.

Für den materialspezifischen Wöhlerlinien-Koeffizienten m wird der höchste Koeffizient für die schwächste Strukturkomponente der WEA zugrunde gelegt. Daraus ergibt sich ein abdeckender Wert von $m = 10$ /1.5/ für glasfaserverstärkte Kunststoffe mit einem Faseranteil von 30 bis 55 Volumen-% /2.5/. Für kohlefaserverstärkte Kunststoffe mit einem Faseranteil von 50 bis 60 Volumen-% wird nach /2.5/ ein Wert von $m = 14$ zugrunde gelegt. Herstellerspezifisch können abweichende Wöhlerlinien-Koeffizienten für die schwächste Strukturkomponente der WEA verwendet werden. Wenn nicht anders gekennzeichnet, beziehen sich die hier dargestellten effektiven Turbulenzintensitäten auf einen Wöhlerlinien-Koeffizienten von $m = 10$.

Die DIBt von 2004 und 2012 /2.7, 2.8/ definiert die Auslegungswerte der Turbulenzintensität windgeschwindigkeitsabhängig. Demgegenüber definiert die DIBt von 1995 /2.6/ einen konstanten mittleren Auslegungswert für die Turbulenzintensität von 20%, der allen Windgeschwindigkeiten zugeordnet ist.

Da im Falle eines standortspezifischen Nachweises der Betriebslasten diese auf Basis der ermittelten windgeschwindigkeitsabhängigen effektiven Turbulenzintensitäten berechnet werden müssen, werden für alle betrachteten WEA die windgeschwindigkeitsabhängigen Werte ausgewiesen.

Für die WEA, für die Auslegungswerte der Turbulenzintensität auf Basis der DIBt



von 1995 (1993) /2.6/ zugrunde gelegt werden, sind entsprechende konstante mittlere effektive Turbulenzintensitäten ausgewiesen. Benachbarte WEA mit einer sehr geringen oder sehr hohen Leistung pro Quadratmeter der Rotorfläche oder benachbarte WEA mit einer sehr niedrigen oder sehr hohen Nennwindgeschwindigkeit können dabei qualitativ abweichende Ergebnisse im Vergleich zu einer Bewertung auf Basis von windgeschwindigkeitsabhängigen Auslegungswerten hervorrufen. In diesen Fällen kann der Vergleich mit den windgeschwindigkeitsabhängigen Auslegungswerten zugrunde gelegt werden.

2.4.4 Bestimmung der Extremwerte der Turbulenzintensitäten

Die Extremwerte der Turbulenzintensität werden entsprechend den Vorgaben in /2.3/ unter Berücksichtigung der Nachlaufsituationen bestimmt. Als Maß dient der über alle Richtungen gebildete Maximalwert der Turbulenzintensität im Zentrum des Nachlaufs.

2.4.5 Bestimmung der Luftdichte

Zur Berechnung der Luftdichte wird die mittlere Temperatur in 2m Höhe über den Zeitraum von 1981 bis 2010 aus einem 1km-Raster des Deutschen Wetterdienstes zugrunde gelegt /1.9/. Die Luftdichte auf Nabenhöhe der WEA wird anschließend auf Grundlage der Berechnungsvorschrift nach DIN ISO 2533 /2.12/ ermittelt und gemäß /2.4/ für Windgeschwindigkeiten oberhalb der Nennwindgeschwindigkeit korrigiert.

2.4.6 Bestimmung des Höhenexponenten

Der Höhenexponent unterliegt sehr starken tageszeitlichen und saisonalen Schwankungen. Die Stabilität der Atmosphäre beeinflusst den Höhenexponenten dabei maßgeblich. Stabilitätsbedingte große Höhenexponenten sind dabei jedoch oft mit niedrigen Turbulenzen korreliert und werden bezüglich der Lasten durch diese oft ausgeglichen. Da entsprechend dem Regelwerk ein einziger über alle Zeiten, Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten gemittelter Wert gefordert wird, erfolgt die Berechnung des mittleren Höhenexponenten daher alleine auf Basis der ermittelten Rauigkeiten. Einflüsse der Stabilität der Atmosphäre werden im Mittel dabei vernachlässigt.

Der Einfluss des Höhenexponenten auf die Lasten der einzelnen Komponenten einer WEA ist sehr unterschiedlich. Sowohl sehr kleine als auch sehr große Werte des Höhenexponenten können zu einer Erhöhung der Lasten führen. Ein einfacher Vergleich mit dem Auslegungswert des Höhenexponenten ist daher nicht möglich. Der Mittelwert des Höhenexponenten sollte bei einem Auslegungswert von 0.2



gemäß /2.4/ in einem Wertebereich von 0.05 bis 0.25 liegen und kann damit um 25% nach oben und um 75% nach unten abweichen. Für andere Auslegungswerte des Höhenexponenten können analoge Gültigkeitsbereiche definiert werden.

Stehen die geplanten WEA in orografisch exponierter Lage auf oder in der Nähe von Hügelkuppen oder sind schroffe Geländekanten oder Steilhänge in direkter Umgebung vorhanden, ist zu überprüfen, ob es zu erhöhten Windgeschwindigkeitsgradienten in vertikaler Richtung im Bereich des Rotors der WEA kommen kann. Falls erforderlich, wird hierauf in Kapitel 4 hingewiesen.

2.4.7 Bestimmung der Schräganströmung

Gemäß /2.3/ kann angenommen werden, dass die Anströmung parallel zu der in Kapitel 2.4.1 definierten Ausgleichsebene für einen Radius von fünffacher Nabenhöhe läuft. Die Steigung dieser Ausgleichsebene dient daher als Maß für die Schräganströmung. Im Falle ausgeprägter Kuppen- oder Kammlagen, sind eventuell weitere Ausgleichsebenen gemäß Kapitel 2.4.1 heranzuziehen und werden dann zusätzlich in Kapitel 4 ausgewiesen.

2.4.8 Extrapolation der Winddaten

Die zur Verfügung gestellten Winddaten werden nicht in der Horizontalen umgerechnet. Es findet vielmehr in Abstimmung mit dem Auftraggeber eine Zuordnung der WEA-Standorte zu dem oder den Windreferenzpunkten statt. Diese Zuordnung kann dem Anhang entnommen werden.

Besteht ein signifikanter Höhenunterschied zwischen Bezugshöhe der Winddaten und Nabenhöhe der WEA findet eine Umrechnung der Winddaten in der Vertikalen statt. Diese Extrapolation erfolgt unter Annahme eines logarithmischen Höhenprofils der Windgeschwindigkeit. Die erforderlichen mittleren Rauigkeitslängen werden für die WEA auf Basis der Rauigkeitsklassifizierung ermittelt.

Eine Haftung für die Richtigkeit der extrapolierten Werte wird nicht übernommen.

Mit zunehmendem Höhenunterschied zwischen Bezugshöhe der Winddaten und Nabenhöhe der WEA steigen die mit der Umrechnung verbundenen Unsicherheiten. Gleiches gilt für einen zunehmenden Abstand zwischen den WEA-Standorten und den Referenzpunkten der Winddaten. Diese Unsicherheiten können die Verwendung der Winddaten insbesondere als Eingangsdaten für eine standortspezifische Lastrechnung einschränken. Auf eine solche Einschränkung wird gegebenenfalls im Gutachten hingewiesen.



2.5 Gültigkeit der Ergebnisse

Alle Werte mit Höhenbezug beziehen sich, wenn nichts anderes angegeben ist, auf die Nabenhöhe (z_{hub}) der entsprechenden WEA.

Die für den Nachweis der Standorteignung notwendige effektive Turbulenzintensität hängt von mehreren Faktoren ab. Dies sind die Windparkkonfiguration in Form der WEA-Daten (Koordinaten, WEA-Typ, Nabenhöhe, Nennleistung und eventuelle vorhandene Betriebsbeschränkungen), die Windbedingungen (Häufigkeitsverteilung der Windrichtung, sektorielle Weibull-Parameter der Windgeschwindigkeitsverteilung sowie die Umgebungsturbulenzintensität) und die Typenprüfung der WEA, die festlegt, welcher statistische Wert der Umgebungsturbulenzintensität zugrunde zu legen ist.

Jede Änderung dieser Randbedingungen erfordert daher eine Neubewertung der Standorteignung hinsichtlich der Auslegungswerte der Turbulenzintensität.

Da bei den betrachteten WEA anlagenspezifische Werte (siehe Kapitel 2.1) berücksichtigt werden, kann insbesondere bei einem Wechsel auf einen anderen WEA-Typ mit z.B. kleinerem Rotordurchmesser nicht unterstellt werden, dass die Aussage des Gutachtens weiterhin gültig ist.

Bei den verwendeten anlagenspezifischen Werten (siehe Kapitel 2.1) kann es sich um berechnete oder gemessene Größen des Herstellers handeln. Diese können voneinander abweichen und zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

Die Ergebnisse beziehen sich dabei auf eine vorliegende gültige Typenprüfung für die betrachteten WEA. Der Typenprüfung müssen mindestens die jeweils aufgeführten Auslegungswerte zugrunde liegen. Es wird davon ausgegangen, dass alle betrachteten WEA die in der Typenprüfung zugrunde gelegte Entwurfslebensdauer noch nicht überschritten haben.

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens steht nicht fest, welche Dokumente im Rahmen des Genehmigungsverfahrens später bei der Behörde eingereicht werden. Die im Gutachten zitierten Quelldokumente der verwendeten Auslegungswerte müssen daher nicht zwingend mit den Dokumenten übereinstimmen, welche im Rahmen des Bauantrages bzw. der Baugenehmigung vorgelegt werden. Sie dienen hier lediglich als Quellenangabe für die verwendeten Auslegungswerte.

Wenn in den uns vorliegenden Dokumenten zur Auslegung der WEA kein eindeutiger Rückschluss auf Auslegungswerte möglich ist, verwenden wir konservativ abdeckende Werte. Eine Haftung für die Richtigkeit der ermittelten Werte wird nicht übernommen.



Auf Basis des Gutachtens ist zu prüfen, ob die im Gutachten aufgeführten Auslegungswerte mit den Auslegungswerten in den zur Baugenehmigung vorgelegten Dokumenten übereinstimmen. Wenn die Auslegungswerte übereinstimmen ist die Gültigkeit des Gutachtens unabhängig von den zitierten Quelldokumenten gegeben.

Die bei sehr geringen Abständen mögliche gegenseitige Beeinflussung benachbarter WEA durch die Nachlaufschleppe der Turmbauwerke wird nicht betrachtet. Ebenso wird ein möglicher Einfluss von sehr nahe liegenden großen Einzelstrukturen wie z.B. hohen Gebäuden auf betrachtete WEA nicht untersucht.

2.5.1 Betriebsbeschränkungen

Wenn bei sonst gleichbleibenden Randbedingungen WEA entfallen oder zusätzliche Betriebsbeschränkungen definiert werden, führt dies stets zu gleichbleibenden bzw. niedrigeren effektiven Turbulenzintensitäten. Die getroffenen Aussagen zur Standorteignung sind daher in diesen Fällen weiterhin anwendbar.

Der Einfluss neu geplanter WEA auf bestehende WEA kann sich aber stärker abbilden. Aussagen zu einem nicht signifikanten Einfluss neu geplanter WEA auf bestehende WEA behalten in diesen Fällen daher nicht immer ihre Gültigkeit und sind neu zu bewerten.

Da die Lasten bei einer abgeschalteten WEA auch in der erhöhten Turbulenz der Nachlaufströmung der verursachenden Nachbar-WEA geringer sind als im Betrieb bei ungestörter Anströmung, kann statt der windaufwärts gelegenen, verursachenden WEA die zu schützende WEA abgeschaltet werden. Alternative 1b in Tabelle 2.5.1.1 ist also äquivalent zu 1a und umgekehrt. Der in Tabelle 2.5.1.1 angegebene Windgeschwindigkeitsbereich bezieht sich stets auf die Nabenhöhe der eingeschränkten WEA. Bei unterschiedlichen Nabenhöhen ist daher darauf zu achten, dass bei einem Wechsel von Alternativen 1a auf 1b und umgekehrt der Windgeschwindigkeitsbereich auf die andere Nabenhöhe umgerechnet werden muss.

Betriebsbeschränkungen, bei denen für einen bestimmten Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsbereich Abschaltungen definiert sind, decken Betriebsbeschränkungen, bei denen ein anderer Betriebsmodus oder eine Blattwinkelverstellung für dieselben Bereiche definiert wird ab. Alternative 2 (Blattwinkelverstellung) oder 3 (Betriebsmodus) in Tabelle 2.5.1.1 sind durch die Alternativen 1a und 1b in beiden Fällen abgedeckt.

In den Ergebnissen wird in der Regel nur eine der Abschaltungsvarianten dargestellt. D.h., wenn Alternative 1a aus Tabelle 2.5.1.1 dargestellt wird, ist Alternative 1b möglich und umgekehrt. Wenn Alternative 2 oder 3 dargestellt wird, sind auch die Alternativen 1a und 1b möglich.



Tabelle 2.5.1.1: Allgemeines Beispiel für alternative Betriebsbeschränkungen (Erläuterungen zu den Symbolen siehe Anhang Kapitel A.6).

Alternative	Beschränkte WEA	Zu schützende WEA	Abschaltung	Betriebsmodus	β [°]	γ_{start} [°]	γ_{stop} [°]	v_{start} [m/s]	v_{stop} [m/s]
1a	WEA n	WEA m	X	-	-	10.2	44.7	5.5	9.5
1b	WEA m	WEA m	X	-	-	10.2	44.7	5.5	9.5
2	WEA n	WEA m	-	-	3	10.2	44.7	5.5	9.5
3	WEA n	WEA m	-	1.6MW	-	10.2	44.7	5.5	9.5

Aufgeführte Betriebsbeschränkungen stellen Mindestanforderungen dar. Eine Prüfung der technischen Umsetzbarkeit wird nicht vorgenommen.



3 Eingangsdaten

3.1 Windparkkonfiguration und Auslegungswerte

Am Standort Repowering Klosterfelde (Brandenburg) plant der Auftraggeber die Errichtung einer Windenergieanlage (WEA 1). Am Standort befinden sich sechs weitere benachbarte WEA.

Die vom Auftraggeber übermittelten Daten zur Windparkkonfiguration sind in Tabelle A.2.2.1 des Anhangs bzw. in Abschnitt A.2.7 des Anhangs dargestellt.

Die Zuordnung der einzelnen WEA zu den Winddatensätzen (Kapitel A.2.4 des Anhangs und gegebenenfalls zu den Datensätzen der Umgebungsturbulenzintensität (Kapitel A.2.1 des Anhangs) kann den letzten beiden Spalten (Datensatz-Nr.) der Tabelle A.2.2.1 des Anhangs entnommen werden.

Alle Benennungen von WEA im Dokument beziehen sich auf die Nomenklatur von Spalte 2 (Nr.) in Tabelle A.2.2.1 des Anhangs.

Für die zu betrachtenden WEA werden die in Tabelle 3.1.1 dargestellten Auslegungen zugrunde gelegt.

Die zu den Auslegungen gehörenden Auslegungswerte sind im Anhang in den Tabellen A.2.3.1 und A.2.3.2 dargestellt.

Tabelle 3.1.1: Auslegungen der zu betrachtenden WEA (Detailwerte und Quellenangaben siehe Anhang Tabellen A.2.3.1 und A.2.3.2 sowie A.5).

WEA		Auslegung	
	Lfd. Nr.	Richtlinie	Windzone
	1	DIBt 2012	WZ S GK II
	7*	DIBt 2012	---
	4 - 6	DIBt 2004	---
	2, 3	DIBt 1993/1995	---

*: Die WEA 7 ist entweder mit einer Typenprüfung nach DIBt-Richtlinie von 2004 /2.7/ oder mit einer Typenprüfung nach DIBt-Richtlinie von 2012 /2.8/ errichtet worden. Für diese WEA wird daher auf Grund der nicht vorliegenden Typenprüfung konservativ eine Typenprüfung nach DIBt-Richtlinie von 2012 /2.8/ mit den Auslegungswerten der Turbulenzkategorie A nach IEC Ed. 3 /2.2/ angenommen.



3.2 Windgeschwindigkeitsverteilung am Standort

Die relativen Häufigkeiten der Windrichtung und Windgeschwindigkeiten zum Standort Repowering Klosterfelde wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt /3.1/ und sind in Kapitel A.2.4 des Anhangs dargestellt.

Die in Kapitel A.2.4 des Anhangs dargestellten Koordinaten werden eventuell nicht im Original-Koordinatensystem aus /3.1/ dargestellt, sondern auf das hier verwendete Koordinatensystem umgerechnet (siehe Kapitel A.1.1 des Anhangs). Für die Umrechnung der Koordinaten wird keine Gewähr übernommen.

Die verwendeten Daten werden als richtig und repräsentativ für die freie Anströmung im Windpark am Standort Repowering Klosterfelde vorausgesetzt.

3.3 Extremwind am Standort

Als Eingangswert für den 10-min-Mittelwert der Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren wird der Auslegungswert der Windzone verwendet.

3.4 Umgebungsturbulenzintensität am Standort

Die Ermittlung der Umgebungsturbulenzintensität erfolgt gemäß Kapitel 2.4.2 und den dort genannten Eingangsdaten.

Die Bewertung des Orografieeinflusses erfolgt im vorliegenden Fall auf Basis von Höhendaten nach /1.8/.

3.5 Sektorielle Betriebsbeschränkungen

Die jeweils in den Berechnungsvarianten im Anhang berücksichtigten Betriebsbeschränkungen sind in Kapitel A.2.6 des Anhangs dargestellt.

4 Bestimmung der Standortbedingungen

4.1 Standortbesichtigung

Gemäß DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen von 2012 /2.8/ ist eine Standortbesichtigung durchzuführen. Im Rahmen des Nachweises der Standorteignung dient die Standortbesichtigung der Dokumentation der aktuellen Situation vor Ort und der Bestimmung der Geländekategorie nach /2.9/.

Weiterhin sollen Einzelstrukturen und orografische Hindernisse identifiziert werden, die auf Grund ihrer Entfernung und Höhe so groß sind, dass der direkte Einfluss der Nachlaufströmung dieser Einzelstrukturen und orografischen Hindernisse auf den



Rotor einer WEA nicht ausgeschlossen werden kann. Diese Einzelstrukturen können dann nicht als Rauigkeitselement aufgelöst werden und ihr Einfluss ist gesondert zu bewerten. Benachbarte WEA sind nicht als Einzelstrukturen zu betrachten. Die Verifizierung der Windparkkonfiguration (siehe Kapitel 3) ist daher nicht Umfang der Standortbesichtigung.

Der Standort wurde am 16.04.2021 von einem Mitarbeiter der Firma umweltplan projekt GmbH besichtigt. Als Ergebnis dieser Besichtigung liegen uns folgende Unterlagen vor:

- Fotos vom Standort Repowering Klosterfelde /3.2/,
- Standortbeschreibung inklusive Übersichtskarte zum Standort Repowering Klosterfelde /3.2/.

Die im vorliegenden Bericht /3.2/ gemachten Angaben werden im Folgenden als richtig vorausgesetzt.

Der Standort wurde in den vorliegenden Unterlagen /3.2/ in die Geländekategorie II nach /2.9/ eingeordnet.

Relevante Einzelstrukturen, deren Nachlaufströmungen gesondert zu betrachten wären, wurden in den vorliegenden Unterlagen /3.2/ nicht identifiziert.

4.2 Ergebnisse Standortbedingungen

Die ermittelten Standortbedingungen sind in den Tabellen A.3.2.1 - A.3.2.3 des Anhangs dargestellt. Überschreitungen der Auslegungswerte der Turbulenzintensität sind in Tabelle A.3.2.1 des Anhangs rot markiert.

Entsprechend der DIBt-Richtlinie /2.8/ werden die Ergebnisse für alle WEA ausgewiesen, deren Abstand bezogen auf den Rotordurchmesser D der geplanten WEA kleiner gleich acht Rotordurchmesser ist. Diese Betrachtungsweise ist abdeckend für alle Referenzwindgeschwindigkeiten v_{ref} (siehe Kapitel 2).

Die WEA, an deren Standorten mehr als 15% der Energie des Windes aus komplexen Sektoren kommt, sind in Tabelle A.3.2.3 des Anhangs als komplex markiert. Für diese WEA kann das vereinfachte Verfahren zum Nachweis der Standorteignung nach DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen von 2012 /2.8/ nicht angewendet werden.

In Tabelle A.2.5.1 ist eine Übersicht aller durchgeführten Berechnungsvarianten dargestellt.

Es ist zusätzlich in der Tabelle A.3.1.1 des Anhangs die Situation vor dem Zubau der WEA 1 dargestellt.



4.2.1 10-min-Mittelwert der Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren

Die Windzone der Standorte der geplanten WEA und der zugehörige 10-min-Mittelwert der Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren wurden gemäß /2.10/ bzw. /2.11/ ermittelt und können Tabelle A.3.2.3 des Anhangs entnommen werden.

Sofern in Kapitel 3.3 kein standortspezifischer Wert ermittelt wurde, finden diese Werte Anwendung.

Sofern es sich um einen küstennahen Standort der höchsten Windzone handelt wird der 10-min-Mittelwert der Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren sowohl für die Geländekategorie I als auch für die Geländekategorie II angegeben. Der Wert für die Geländekategorie I ist zu verwenden, wenn die Standortbesichtigung eine Einordnung in Geländekategorie I ergeben hat (siehe Kapitel 4.1). In allen anderen Fällen kann der Wert der Geländekategorie II angesetzt werden.

5 Nachweis der Standorteignung

5.1 Allgemeine Hinweise

- Bezüglich der Gültigkeit der getroffenen Aussagen gelten die in Kapitel 2.5 genannten Anmerkungen.

5.2 Nachweis der Standorteignung durch einen Vergleich der Windbedingungen

In Tabelle 5.2.1 ist das Ergebnis des Nachweises der Standorteignung durch einen Vergleich der Windbedingungen sowie die Einzelergebnisse für die einzelnen Windparameter in einer Übersicht dargestellt. Die Bewertung beruht auf einem Vergleich der in den Tabellen A.3.2.1 und A.3.2.3 des Anhangs dargestellten Werte mit den Auslegungswerten in den Tabellen A.2.3.1 und A.2.3.2. Für die Bewertung der Windgeschwindigkeitsverteilung werden die Parameter A und k der Weibullverteilung dabei nicht direkt verglichen, sondern dienen als Eingangswerte für die in Kapitel 2.1 aufgeführten Nachweismethoden.

Das Gesamtergebnis ist nur positiv, wenn alle Einzelergebnisse positiv bewertet sind. Für bestehende WEA wird nur der Einfluss der geplanten WEA auf Auslegungswerte der Turbulenzintensität betrachtet (siehe Kapitel 2.1).



Tabelle 5.2.1: Übersicht über das Ergebnis des Nachweises der Standorteignung durch einen Vergleich der Windbedingungen (+: erfüllt, -: nicht erfüllt, ---: Bewertung nicht erforderlich).

WEA			Einzelergebnisse						Gesamt- ergebnis
	Lfd. Nr.	Bezeichnung	I _{eff}	α	φ	ρ	A, k	v ₅₀	
	1	-	-	---	---	---	-	+	-
	2	1	-			---			-
	3	2	-			---			-
	4	3	+			---			+
	5	6	-			---			-
	6	7	+			---			+
	7	10	+			---			+

*: Für die WEA 3 werden die windgeschwindigkeitsabhängigen Auslegungswerte der Turbulenzintensität nach DIBt-Richtlinie von 2004 /2.7/ zugrunde gelegt (siehe Kapitel 2.4.3).

5.2.1 Erläuterungen und Hinweise

- Der Einfluss der geplanten WEA auf die WEA 2 ist so gering, dass sich durch die geplante WEA keine signifikante Erhöhung der effektiven Turbulenzintensitäten an der WEA 2 ergibt. Die Überschreitungen an der WEA 2 sind daher nicht auf die geplante WEA zurückzuführen, sondern ergeben sich bereits aus der bestehenden Windparkkonfiguration (siehe Tabellen A.3.1.1 und A.3.2.1 des Anhangs).
- Die Überschreitungen bei der effektiven Turbulenzintensität an der WEA 4 liegen außerhalb des zu betrachtenden Windgeschwindigkeitsbereiches (siehe Kapitel 2.1) und werden als vernachlässigbar bewertet.

5.2.2 Betriebsbeschränkungen

Alle aufgeführten Betriebsbeschränkungen stellen Mindestanforderungen dar. Eine Prüfung der technischen Umsetzbarkeit wurde nicht vorgenommen.

Der Einfluss der geplanten WEA 1 auf die WEA 5 ist so groß, dass sich durch die geplante WEA 1 eine signifikante Erhöhung der effektiven Turbulenzintensitäten an der WEA 5 ergibt (siehe Tabellen A.3.1.1 und A.3.2.1 des Anhangs).

Der signifikante Einfluss der WEA 1 auf die WEA 5 kann in der geplanten Windparkkonfiguration durch Ausschluss des Betriebes der WEA 5 in der Nachlaufströmung der WEA 1 unterbunden werden. Dies kann durch das Abschalten der WEA 1 bei Auftreten der entsprechenden Nachlaufsituation erreicht werden.



Alternativ kann ein signifikanter Einfluss durch eine Blattwinkelverstellung der entsprechenden benachbarten WEA bei Auftreten der jeweiligen Nachlaufsituation ausgeschlossen werden.

Die Standorteignung der betroffenen WEA 3 kann hinsichtlich der Auslegungswerte der Turbulenzintensität in der geplanten Windparkkonfiguration durch eine Betriebsoptimierung benachbarter WEA gewährleistet werden. Dies kann durch eine Blattwinkelverstellung der entsprechenden benachbarten WEA bei Auftreten der jeweiligen Nachlaufsituation erreicht werden.

Die notwendigen Betriebsbeschränkungen sind in Tabelle A.2.6.1.1 dargestellt. Zu den implizit mit abgedeckten alternativen Betriebsbeschränkungen siehe Kapitel 2.5.1.

In Kapitel A.3.3 in Tabelle A.3.3.1 sind die Ergebnisse unter Berücksichtigung der Betriebsbeschränkungen dargestellt. Die Überschreitungen bei der effektiven Turbulenzintensität an der WEA 3 liegen außerhalb des zu betrachtenden Windgeschwindigkeitsbereiches (siehe Kapitel 2.1) und werden als vernachlässigbar bewertet.

Gemäß /2.4/ ist ein Vergleich der Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit mit der Verteilung der Auslegung im Bereich von $v_{ave} - 2v_{ave}$ durchzuführen.

Da für die WEA 1 die standortspezifische Kurve der Häufigkeitsverteilung nicht vollständig durch die der Auslegung abgedeckt ist, kann die Standorteignung der betroffenen WEA 1 durch eine Betriebsbeschränkung gewährleistet werden. Dies kann durch das Abschalten der betroffenen WEA bei den Windgeschwindigkeiten erfolgen, die am Standort häufiger auftreten als in der Auslegung angenommen.

Die notwendigen Betriebsbeschränkungen für die WEA 1 sind in der nachfolgend aufgeführten Tabelle 5.2.2.1 dargestellt und decken die Überschreitungen der Auslegungswerte der effektiven Turbulenzintensität mit ab.

Tabelle 5.2.2.1: Vorgaben für die sektorielle Betriebsbeschränkung zur Gewährleistung der Standorteignung der WEA 1 hinsichtlich der Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit.

Definition der sektoriellen Betriebsbeschränkung		
Art der Beschränkung	Sektor (0° = geografisch Nord)	Windgeschwindigkeitsbereich [m/s]
Abschaltung WEA 1	alle	4.5 – 11.5



5.2.3 Einschränkungen

Die Aussagen zum Nachweis der Standorteignung durch einen Vergleich der Windbedingungen unterliegen keinen Einschränkungen.

5.3 Nachweis der Standorteignung durch einen Vergleich der Lasten

Die in den Tabellen A.3.2.1 - A.3.2.3 des Anhangs dargestellten Werte oder diese bezüglich der Lasten abdeckende Werte können als Eingangsparameter für standortspezifische Berechnungen der Betriebs- und Extremlasten durch den Hersteller verwendet werden, um die Standorteignung der zu betrachtenden WEA durch einen Vergleich mit den Auslegungslasten zu überprüfen.

Die Komplexität von WEA-Standorten kann dabei entweder in der effektiven Turbulenzintensität über entsprechende Turbulenzstrukturparameter erfasst werden oder sie ist in den standortspezifischen Berechnungen der Betriebslasten gemäß /2.2, 2.3/ durch eine Erhöhung der lateralen und vertikalen Komponente der Standardabweichung der Windgeschwindigkeit auf den einfachen bzw. den 0.7fachen Wert der longitudinalen Komponente zu berücksichtigen.

Die Richtlinien /2.1 - 2.4, 2.6 - 2.8/ definieren keine Anwendungsgrenzen für die Verwendung effektiver Turbulenzintensitäten als Eingangsdaten für eine Lastrechnung hinsichtlich enger Abstände zwischen den WEA. Grundsätzlich gelten die effektiven Turbulenzintensitäten auch im sogenannten near-wake-Bereich, der sich auf einen Abstand von etwa 2 bis 3 Rotordurchmesser hinter der WEA erstreckt /1.4/. Werden Lastrechnungsmodelle im near-wake-Bereich eingesetzt, wird deren Anwendbarkeit vorausgesetzt. Besondere Anforderungen an die Modellierung, die eventuell in den verschiedenen Lastrechnungsmodellen für den near-wake-Bereich existieren, obliegen der Verantwortung des Erstellers der Lastrechnung und sind nicht Teil der hier durchgeführten Plausibilitätsprüfung der Lastrechnung.

Ein entsprechender Berechnungsbericht liegt für die WEA 1 – 3 und 5 nicht vor.

6 Zusammenfassung

Am Standort Repowering Klosterfelde (Brandenburg) plant der Auftraggeber die Errichtung einer Windenergieanlage (WEA). Am Standort befinden sich sechs weitere benachbarte WEA.

Die Planung wurde von uns daraufhin bewertet, ob die Standorteignung der zu betrachtenden WEA gemäß DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen von 2012 /2.8/ gewährleistet ist.



Die Ergebnisse beziehen sich dabei auf eine vorliegende gültige Typenprüfung für die betrachteten WEA. Der Typenprüfung müssen mindestens die in den Tabellen A.2.3.1 und A.2.3.2 aufgeführten Auslegungswerte zugrunde liegen.

Die Ergebnisse dienen gleichzeitig als Turbulenz-Immissionsprognose im Sinne des BImSchG. Das heißt, die Immissionen sind zumutbar, solange die Standorteignung hinsichtlich der Auslegungswerte der Turbulenzintensität oder hinsichtlich der Auslegungslasten gewährleistet bleibt.

Die abschließenden Aussagen zur Standorteignung der geplanten WEA bzw. der weiteren zu betrachtenden WEA sind in Tabelle 6.1 dargestellt.

Alternativen zu den in Tabelle 6.1 aufgeführten Betriebsbeschränkungen sind im Anhang in Kapitel A.2.6.1 dargestellt.

Tabelle 6.1: Ergebnisübersicht für alle zu betrachtenden WEA.

Getroffene Aussagen zu den WEA	WEA lfd. Nr.	Einschränkungen	
		BBS	Sonstige
Standorteignung der geplanten WEA:			
Die Standorteignung folgender WEA ist durch einen Vergleich mit den Windbedingungen der Auslegung nachgewiesen.	1	Tabelle 5.2.2.1*	---
Standorteignung der weiteren zu betrachtenden WEA:			
Die Standorteignung folgender WEA ist hinsichtlich des Einflusses benachbarter WEA durch einen Vergleich mit den Windbedingungen der Auslegung nachgewiesen.	3	Nr. 1 Tabelle A.2.6.1.1*	---
	4, 6, 7	---	
Die Standorteignung folgender WEA lässt sich durch einen Vergleich mit den Windbedingungen der Auslegung nicht nachweisen. Ein weiterer signifikanter Einfluss wird durch die definierten Betriebsbeschränkungen unterbunden.	5	Nr. 2 Tabelle A.2.6.1.1*	---
Die Standorteignung folgender WEA wird durch den Zubau der geplanten WEA nicht gefährdet. Ein abschließender Nachweis der Standorteignung der WEA ist daher im Rahmen des Zubaus der geplanten WEA nicht erforderlich und wurde nicht erbracht.	2	---	---

*: Die Betriebsbeschränkung kann entfallen, wenn auf Basis der hier ermittelten Windbedingungen ein Nachweis der Standorteignung durch einen Vergleich der Lasten erbracht wird (siehe Kapitel 5.3).



7 Literaturangaben

Allgemein

- /1.1/ Verein Deutscher Ingenieure; VDI 3783 Blatt 12; Umweltmeteorologie - Physikalische Modellierung von Strömungs- und Ausbreitungsvorgängen in der atmosphärischen Grenzschicht; Dezember 2000; Düsseldorf, Deutschland.
- /1.2/ ECN Solar & Wind Energy; Dekker, J.W.M.; Pierik, J.T.G. (Eds.); European Wind Turbine Standards II; 1998; Petten, Netherlands.
- /1.3/ Risø National Laboratory; European Wind Atlas; 1989; Risø, Denmark.
- /1.4/ Risø National Laboratory; Frandsen, St. T.; Turbulence and turbulence-generated structural loading in windturbine clusters; Wind Energy Department; Januar 2007; Roskilde, Risø-R-1188(EN), Denmark.
- /1.5/ Kunte A.; Landesamt für Landwirtschaft; Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein; Turbulenz-Immissionsprognosen vereinheitlicht; WIND-KRAFT Journal; Verlag Natürliche Energien, Ausgabe 4/2009, Seite 28-30; Seevetal, Deutschland.
- /1.6/ OpenStreetMap und Mitwirkende; siehe Internet: <http://www.openstreetmap.org>, <http://opendatacommons.org>, <http://creativecommons.org>.
- /1.7/ European Environment Agency; CORINE Land Cover (CLC) 2018, Version 20.0; Juni 2019; Copenhagen, Denmark.
- /1.8/ Jarvis A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara; Hole-filled seamless SRTM data V3; International Centre for Tropical Agriculture (CIAT); 2006; Washington, USA.
- /1.9/ Deutscher Wetterdienst; DWD Climate Data Center (CDC), Vieljährige mittlere Raster der Lufttemperatur (2m) für Deutschland 1981-2010, Version v1.0; Offenbach, Deutschland.

Normen

- /2.1/ International Electrotechnical Commission (IEC); IEC 61400-1, Wind turbines - Part 1: Design requirements; Edition 2, 1999-02; Geneva, Switzerland (Deutsche Fassung: Deutsches Institut für Normung e.V.; DIN EN 61400-1 (VDE 0127-1); Windenergieanlagen – Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:1999); August 2004; Berlin, Deutschland).
- /2.2/ International Electrotechnical Commission (IEC); IEC 61400-1, Wind turbines - Part 1: Design requirements; Edition 3, 2005-08; Geneva, Switzerland (Deutsche Fassung: Deutsches Institut für Normung e.V.; DIN EN 61400-1 (VDE 0127-1); Windenergieanlagen – Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005); Juli 2006; Berlin, Deutschland).
- /2.3/ International Electrotechnical Commission (IEC); IEC 61400-1, Amendment 1, Wind turbines - Part 1: Design requirements; Edition 3, 2010-10; Geneva, Switzerland (Deutsche Fassung: Deutsches Institut für Normung e.V.; DIN EN 61400-1 (VDE 0127-1):2011-08; Windenergieanlagen – Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005 + A1:2010); August 2011; Berlin, Deutschland).
- /2.4/ International Electrotechnical Commission (IEC); IEC 61400-1, Wind energy generation systems - Part 1: Design requirements; Edition 4, 2019-12; Geneva, Switzerland (Deutsche Fassung: Deutsches Institut für Normung e.V.; DIN EN IEC 61400-1 (VDE 0127-1); Windenergieanlagen – Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2019); Dezember 2019; Berlin, Deutschland).



- /2.5/ Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH; Guidelines for the Certification of Wind Turbines; 2010; Hamburg, Deutschland.
- /2.6/ Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt); Richtlinie für Windkraftanlagen - Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung; Fassung Juni 1993; 2. Aufl., 1995; Berlin, Deutschland.
- /2.7/ Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt); Richtlinie für Windkraftanlagen - Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung; Fassung März 2004; Berlin, Deutschland.
- /2.8/ Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt); Richtlinie für Windkraftanlagen - Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung; Fassung Oktober 2012 sowie korrigierte Fassung März 2015; Berlin, Deutschland.
- /2.9/ Deutsches Institut für Normung e.V.; DIN EN 1991-1-4 und DIN EN 1991-1-4/NA (Nationaler Anhang); Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten; Dezember 2010; Berlin, Deutschland.
- /2.10/ Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt); Zuordnung der Windzonen nach Verwaltungsgrenzen, 'Windzonen_Formular_nach_Verwaltungsgrenzen.xlsx'; Fassung April 2019.
- /2.11/ DIN Deutsches Institut für Normung e.V.; DIN 4131; Antennentragwerke aus Stahl; November 1991; Berlin, Deutschland.
- /2.12/ Deutsches Institut für Normung e.V.; DIN ISO 2533; Normatmosphäre; Dezember 1979; Berlin, Deutschland.

Projektspezifisch

- /3.1/ Winddaten zum Standort Repowering Klosterfelde; als Datei 'WinddatenKlosterfelde.pdf' per E-Mail vom Auftraggeber am 26.05.2021.
- /3.2/ umweltplan projekt GmbH; Standortbesichtigung im Rahmen des Repoweringprojekts Klosterfelde; Standort Klosterfelde; Bericht-Nr.: 160420221v1; 27.04.2021; Bernau, Deutschland.

A.1 Allgemeine Daten

A.1.1 Einstellungen

Benutzername	Konstantin Gerasimow, F2E
Kunde	up umweltplan GmbH
Projektname	Repowering Klosterfelde
Variante	A
Referenznummer	F2E-2021-TGR-050
Revision	0
Software	Wake2e 3.10.5.3 WEA-Bibliothek Version 7.355.1
Koordinatensystem	Gauß-Krüger (Deutschland), Bessel (3°-Streifen)
Abstand der relevanten WEA	8.0D

A.1.2 Filter-Einstellungen

Geplante WEA	Angezeigt
Relevante WEA	Angezeigt
Vorhandene WEA	Eingabedaten angezeigt, Ergebnisse nicht angezeigt
Irrelevante WEA	Eingabedaten angezeigt, Ergebnisse nicht angezeigt
Inaktive WEA	Nicht angezeigt

A.1.3 Standortbesichtigung

Datum der Besichtigung	16.04.2021
Durchgeführt von	umweltplan projekt GmbH
Ermittelte Geländekategorie	II
Orografisch relevante Struktur	Nein

F2E

A.2 Eingabedaten

A.2.1 Umgebungsturbulenzintensitäten

Methode Rauigkeitsdaten für jeden WEA-Standort aus den Landnutzungsdaten
Datensatz European Environment Agency; CORINE Land Cover (CLC) 2018, Version 20; June 2019; Copenhagen, Denmark.
Höhendaten Jarvis A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara; Hole-filled seamless SRTM data V3; International Centre for Tropical Agriculture (CIAT); 2006; Washington, USA.

A.2.2 Windparkkonfiguration

Tabelle A.2.2.1: Windparkkonfiguration

WEA							Koordinaten		Datensatz-Nr.	
	Nr.	Bezeichnung	WEA-Typ	P_N [MW]	D [m]	z_{hub} [m]	Ost	Nord	Wind	Turbulenz
	1	-	ENERCON E-138 EP3 E2 4.2MW Mode OM01s	4.2	138.25	130.8	4598399	5851694	1	—
	2	1	ENERCON E-66 18/20.70	1.8/2.0	70	98	4597798	5852056	1	—
	3	2	ENERCON E-66 18/20.70	1.8/2.0	70	98	4597874	5851722	1	—
	4	3	ENERCON E-101 3.05MW	3.05	101	135.4	4598135	5851999	1	—
	5	6	ENERCON E-92 2.35MW	2.35	92	138	4598405	5852145	1	—
	6	7	ENERCON E-92 2.35MW	2.35	92	138	4598763	5851973	1	—
	7	10	ENERCON E-82 E2 2.3MW	2.3	82	138.4	4598873	5851665	1	—

A.2.3 Auslegungswerte

Tabelle A.2.3.1: WEA-Auslegung

Nr.	Richtlinie	WZ	I_{amb}	I_{des}	τ_{design}	v_{ave}	k	α_{min}	α_{max}	φ	ρ	v_{50}	Quellen	
	1	DIBt 2012	WZ S GK II	Repräsentativ	5	25	6.6	2	0	0.2	8	1.225	37.69	/A.1/
	2	DIBt 1993	WZ III	Charakteristisch	1	20	9	2	0.16	0.16	10	1.25	46.1	/A.2/
	3	DIBt 1993	WZ III	Charakteristisch	1	20	9	2	0.16	0.16	10	1.25	46.1	/A.2/
	4	DIBt 2004	WZ III Anhang B	Charakteristisch	3	20	8.8	2	0	0.4	8	1.225	48.54	/A.3-A.4/

Diese Tabelle wird auf der nächsten Seite fortgesetzt

Tabelle A.2.3.1: WEA-Auslegung

Nr.	Richtlinie	WZ	I _{amb}	I _{des}	τ _{design}	v _{ave}	k	α _{min}	α _{max}	φ	ρ	v ₅₀	Quellen
5	DIBt 2004	WZ III Anhang B	Charakteristisch	3	25	8.8	2	0.2	0.2	8	1.225	48.71	/A.5-A.6/
6	DIBt 2004	WZ III Anhang B	Charakteristisch	3	25	8.8	2	0.2	0.2	8	1.225	48.71	/A.5-A.6/
7	—	—	Repräsentativ	5	—	—	—	—	—	—	—	—	

Tabelle A.2.3.2: Auslegungswerte der Turbulenzintensität I_{des} [%]

WEA		Auslegungswerte für alle Windgeschwindigkeiten bzw. von 3-29 m/s																											
Id	Turbulenzkategorie	Alle	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	DIBt 1993	20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	IEC Ed.2 A	—	42.0	34.5	30.0	27.0	24.9	23.3	22.0	21.0	20.2	19.5	18.9	18.4	18.0	17.6	17.3	17.0	16.7	16.5	16.3	16.1	15.9	15.8	15.6	15.5	15.3	15.2	15.1
5	IEC Ed.3/4 A	—	41.9	34.4	29.9	26.9	24.8	23.2	22.0	21.0	20.1	19.5	18.9	18.4	18.0	17.6	17.3	17.0	16.7	16.5	16.3	16.1	15.9	15.7	15.6	15.4	15.3	15.2	15.1
2	DIBt 2004	—	42.0	34.5	30.0	27.0	24.9	23.3	22.0	21.0	20.2	19.5	18.9	18.4	18.0	17.6	17.3	17.0	16.7	16.5	16.3	16.1	15.9	15.8	15.6	15.5	15.3	15.2	15.1

A.2.4 Winddaten

Quelle Externe Datei
 Dateiname repowering_klosterfelde_rev0_winddata.csv

Tabelle A.2.4.1: Wind-Datensatz "Wind 1"

	N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Mittelwerte über alle Richtungen		Koordinaten des Referenzpunkts	
A [m/s]	6.89	6.76	6.12	6.75	7.11	5.94	6.18	7.45	9.14	9.17	8.27	7.71	A [m/s]	7.63	Aus der Eingabedatei	
k [-]	2.518	2.631	2.635	2.65	2.818	2.76	2.619	2.674	2.697	2.537	2.561	2.432	k [-]	2.381	Aus der Eingabedatei	
Häufigkeit (100%=1)	0.041	0.044	0.065	0.098	0.078	0.07	0.062	0.101	0.118	0.161	0.11	0.05	v _{ave} [m/s]	6.76	Berechnet	
															Hoch	5852004

A.2.5 Berechnungsvarianten

Tabelle A.2.5.1: Berechnungsvarianten

Id	Beschriftung	BBS-Gruppe	Wöhlerlinien-Koeffizient	Einfluss der Orografie ignorieren	Ergebnisse im Abschnitt
1	Situation vor dem Zubau	—	Projekt-Vorgabewert	Nein	A.3.1
2	Situation nach dem Zubau	—	Projekt-Vorgabewert	Nein	A.3.2
3	Betriebsbeschränkungen	1	Projekt-Vorgabewert	Nein	A.3.3

A.2.6 Betriebsbeschränkungen (BBS)

A.2.6.1 BBS-Gruppe 1

Tabelle A.2.6.1.1: Betriebsbeschränkungen der BBS-Gruppe 1

Nr.	Beschränkte WEA		Zu schützende WEA		Beschränkungen						
	Lfd. Nr.	Bezeichnung	Lfd. Nr.	Bezeichnung	Abschaltung	Betriebsmodus	β [°]	γ_{start} [°]	γ_{stop} [°]	v_{start} [m/s]	v_{stop} [m/s]
1	1	-	3	2	-	4.2MW Mode OML01s30 13.5Grad BWV-min	-	79.6	108.8	8.9	9.9
2	1	-	5	6	-	4.2MW Mode OML01s12 4.5Grad BWV-min	-	163.3	200.5	v-in	4.5
	1	-	5	6	-	4.2MW Mode OML01s11 4.0Grad BWV-min	-	163.3	200.5	4.5	5.5
	1	-	5	6	-	4.2MW Mode OML01s7 2.0Grad BWV-min	-	163.3	200.5	5.5	6.5
	1	-	5	6	-	4.2MW Mode OML01s4 0.5Grad BWV-min	-	163.3	200.5	6.5	7.4
	1	-	5	6	-	4.2MW Mode OML01s4 0.5Grad BWV-min	-	163.3	200.5	6.5	7.4

Tabelle A.2.6.1.2: Betriebsbeschränkungen der BBS-Gruppe 1 - Alternative A

Nr.	Beschränkte WEA		Zu schützende WEA		Beschränkungen						
	Lfd. Nr.	Bezeichnung	Lfd. Nr.	Bezeichnung	Abschaltung	Betriebsmodus	β [°]	γ_{start} [°]	γ_{stop} [°]	v_{start} [m/s]	v_{stop} [m/s]
1	1	-	3	2	X	-	-	79.6	108.8	8.9	9.9
2	1	-	5	6	X	-	-	163.3	200.5	v-in	7.4

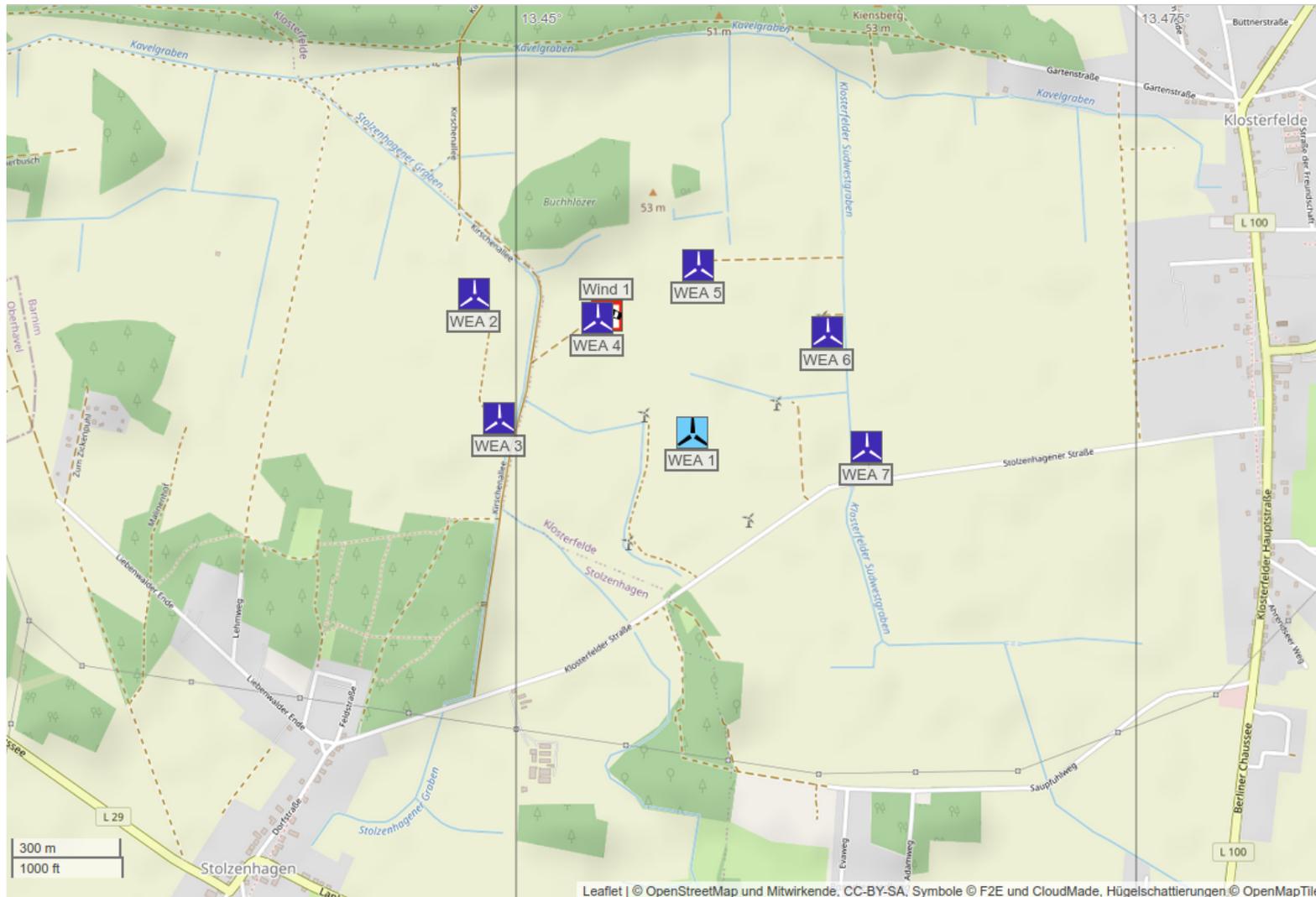
Tabelle A.2.6.1.3: Betriebsbeschränkungen der BBS-Gruppe 1 - Alternative B

Nr.	Beschränkte WEA		Zu schützende WEA		Beschränkungen						
	Lfd. Nr.	Bezeichnung	Lfd. Nr.	Bezeichnung	Abschaltung	Betriebsmodus	β [°]	γ_{start} [°]	γ_{stop} [°]	v_{start} [m/s]	v_{stop} [m/s]
1	3	2	3	2	X	-	-	79.6	108.8	8.5	9.5
2	5	6	5	6	X	-	-	163.3	200.5	v-in	7.5



F2E

A.2.7 Karte des Windparks



A.2.8 Abstände zwischen aktiven Windenergieanlagen

Tabella A.2.8.1: Abstände zu den nächsten fünf aktiven WEA in Rotordurchmessern der jeweiligen Nachbar-WEA

	WEA		Nachbar 1		Nachbar 2		Nachbar 3		Nachbar 4		Nachbar 5	
	Nr.	Bezeichnung	Nr.	Entfernung								
	1	-	4	3.99	5	4.90	6	4.99	7	5.79	3	7.51
	2	1	4	3.38	3	4.89	1	5.07	5	6.67	6	10.53
	3	2	4	3.77	1	3.80	2	4.89	5	7.38	6	10.04
	4	3	1	2.92	5	3.34	2	4.88	3	5.44	6	6.83
	5	6	4	3.04	1	3.26	6	4.32	7	8.18	2	8.76
	6	7	1	3.32	7	3.99	5	4.32	4	6.22	3	13.20
	7	10	1	3.43	6	3.55	5	7.29	4	8.02	3	14.29

A.3 Ergebnisse

A.3.1 Situation vor dem Zubau

BBS definiert Nein
 Einfluss der Orografie bewerten Ja
 Ist Vorherfall Ja

Tabelle A.3.1.1: Effektive Turbulenzintensitäten auf Nabenhöhe der jeweiligen WEA [%]

WEA				Ergebnisse gemittelt für alle Windgeschwindigkeiten bzw. von 3-29 m/s																																
	Nr.	Bezeichnung	m	Alle	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29					
	2	1	10	23.6	44.1	38.0	34.4	32.6	31.1	29.3	26.0	24.0	22.3	16.2	14.4	13.4	12.8	12.4	12.1	11.8	11.6	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	—	—	—	—		
	3	2	10	19.9	38.2	32.6	29.3	27.6	26.3	24.7	22.0	20.4	19.1	15.2	14.0	13.3	12.7	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
	4	3	10	—	36.5	30.8	27.2	25.0	23.2	21.3	19.9	18.8	18.0	16.6	15.7	14.6	13.7	13.1	12.5	12.2	11.8	11.5	11.5	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.7	—	—	—	—			
	5	6	10	—	39.9	34.8	31.9	30.8	30.2	29.2	26.6	25.6	24.9	18.0	16.2	15.0	14.1	13.4	12.8	12.3	11.9	11.6	11.4	11.3	11.2	11.1	11.0	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	
	6	7	10	—	34.7	29.3	26.1	23.9	22.2	20.7	19.3	18.2	17.4	15.2	14.1	13.3	12.7	12.3	11.9	11.6	11.3	11.0	11.0	10.9	10.9	10.8	10.8	10.7	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	
	7	10	10	—	34.7	28.9	25.4	23.3	21.7	20.2	19.1	18.2	17.5	15.6	14.5	13.8	13.2	12.8	12.4	12.1	11.9	11.6	11.6	11.6	11.5	11.5	11.5	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	

A.3.2 Situation nach dem Zubau

BBS definiert Nein
 Einfluss der Orografie bewerten Ja
 Ist Vorherfall Nein

Tabelle A.3.2.1: Effektive Turbulenzintensitäten auf Nabenhöhe der jeweiligen WEA [%]

WEA				Ergebnisse gemittelt für alle Windgeschwindigkeiten bzw. von 3-29 m/s																																
	Nr.	Bezeichnung	m	Alle	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29					
	1	-	10	—	38.3	32.3	28.8	26.8	25.4	24.0	22.1	20.9	20.0	16.5	15.2	14.4	13.7	13.2	12.8	12.5	12.2	12.0	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	
	2	1	10	23.6	44.1	38.1	34.4	32.6	31.1	29.3	26.0	24.0	22.3	16.2	14.4	13.4	12.8	12.4	12.1	11.8	11.6	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4
	3	2	10	20.1	39.2	34.9	31.5	28.9	26.9	25.0	22.3	20.6	19.2	15.5	14.2	13.3	12.8	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
	4	3	10	—	38.5	36.1	32.5	28.7	25.4	22.3	20.3	19.0	18.0	16.6	15.7	14.6	13.7	13.1	12.5	12.2	11.8	11.5	11.5	11.6	11.6	11.6	11.6	11.7	—	—	—	—				

Diese Tabelle wird auf der nächsten Seite fortgesetzt

Tabelle A.3.2.1: Effektive Turbulenzintensitäten auf Nabenhöhe der jeweiligen WEA [%]

WEA			Ergebnisse gemittelt für alle Windgeschwindigkeiten bzw. von 3-29 m/s																											
Nr.	Bezeichnung	m	Alle	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
5	6	10	—	40.5	36.2	33.1	31.3	30.3	29.2	26.6	25.6	24.9	18.0	16.2	15.0	14.1	13.4	12.8	12.3	11.9	11.6	11.4	11.3	11.2	11.1	11.0	10.7	10.7	10.7	10.7
6	7	10	—	35.5	32.0	29.1	26.3	24.0	21.7	20.1	19.0	18.0	16.2	15.0	14.2	13.5	12.9	12.4	12.0	11.6	11.3	11.2	11.1	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.6	10.6
7	10	10	—	35.8	32.2	29.1	26.2	23.9	21.6	20.1	19.0	18.2	16.6	15.5	14.7	14.0	13.5	13.1	12.7	12.4	12.1	12.0	11.9	11.8	11.7	11.6	11.6	11.5	11.5	11.4

Tabelle A.3.2.2: Extremwerte der Turbulenzintensität auf Nabenhöhe der jeweiligen WEA [%]

WEA			Ergebnisse gemittelt für alle Windgeschwindigkeiten bzw. von 3-29 m/s																											
Nr.	Bezeichnung	m	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
1	-	10	45.8	39.4	35.6	33.8	32.4	30.8	27.8	26.3	25.2	20.4	18.6	17.5	16.8	16.2	15.7	15.3	14.9	14.6	14.6	14.5	14.5	14.4	14.4	14.4	14.3	14.3	—	
2	1	10	54.4	47.1	42.7	40.7	39.2	37.3	33.5	31.7	30.5	22.3	20.1	18.6	17.5	16.7	16.0	15.4	15.0	14.6	14.4	14.3	14.2	14.1	14.1	—	—	—	—	
3	2	10	50.8	43.8	39.6	37.6	36.1	34.3	30.9	29.3	28.2	21.1	19.2	17.9	16.8	16.1	15.4	15.0	14.5	14.2	14.1	14.0	13.9	13.8	13.8	—	—	—	—	
4	3	10	43.6	43.4	39.7	35.0	31.0	26.8	25.2	23.9	23.2	19.9	17.8	16.6	15.6	14.8	14.2	13.8	13.5	13.3	13.3	13.2	13.2	13.2	13.1	—	—	—	—	
5	6	10	50.5	43.9	40.0	38.2	36.9	35.1	31.4	29.7	28.5	20.1	17.8	16.3	15.2	14.5	13.9	13.6	13.3	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
6	7	10	40.1	39.6	36.1	31.9	28.3	25.5	24.4	23.6	23.0	19.4	16.9	15.5	14.8	14.5	14.2	13.9	13.7	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
7	10	10	42.2	39.2	35.6	31.5	28.0	25.8	24.3	23.1	22.4	19.3	17.4	16.2	15.7	15.4	15.1	14.9	14.6	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4

Tabelle A.3.2.3: Eigenschaften und Windbedingungen der jeweiligen WEA

WEA-Eigenschaften					Nächste WEA		Ergebnisse													
Nr.	WEA-Typ	z_{hub} [m]	D [m]	BBS	Abstand in D	Nr.	Geschützt durch BBS	m [-]	Komplex	α_n [-]	φ [°]	ρ [kg/m³]	WZ	v_{50} GK2 [m/s]	v_{50} GK1 [m/s]	A [m/s]	$A_{\rho, korr}$ [m/s]	k [-]	v_{ave} [m/s]	$v_{ave, korr}$ [m/s]
1	ENERCON E-138 EP3 E2 4.2MW Mode OM1s	130.8	138.25	Nein	3.993	4	Nein	10	Nein	0.14	0.2	1.235	2 / II	37.7		7.59	7.63	2.372	6.73	6.76
2	ENERCON E-66 18/20.70	98	70	Nein	3.384	4	Nein	10	Nein	0.15	0.3	1.240	2 / II	36		7.29	7.26	2.306	6.46	6.43
3	ENERCON E-66 18/20.70	98	70	Nein	3.768	4	Nein	10	Nein	0.15	0.7	1.239	2 / II	36		7.29	7.26	2.306	6.46	6.43
4	ENERCON E-101 3.05MW	135.4	101	Nein	2.917	1	Nein	10	Nein	0.14	0.1	1.235	2 / II	37.9		7.63	7.66	2.381	6.76	6.79

Diese Tabelle wird auf der nächsten Seite fortgesetzt

Tabelle A.3.2.3: Eigenschaften und Windbedingungen der jeweiligen WEA

WEA-Eigenschaften					Nächste WEA		Ergebnisse														
Nr.	WEA-Typ	Zhub [m]	D [m]	BBS	Abstand in D	Nr.	Geschützt durch BBS	m [-]	Komplex	α_n [-]	φ [°]	ρ [kg/m³]	WZ	v50 GK2 [m/s]	v50 GK1 [m/s]	A [m/s]	A _{korrr} [m/s]	k [-]	v _{ave} [m/s]	v _{ave} korrr [m/s]	
	5	ENERCON E-92 2.35MW	138	92	Nein	3.039	4	Nein	10	Nein	0.14	0.1	1.235	2/II	38		7.65	7.68	2.381	6.78	6.81
	6	ENERCON E-92 2.35MW	138	92	Nein	3.317	1	Nein	10	Nein	0.14	0.2	1.235	2/II	38		7.65	7.68	2.381	6.78	6.81
	7	ENERCON E-82 E2 2.3MW	138.4	82	Nein	3.434	1	Nein	10	Nein	0.14	0.2	1.234	2/II	38.1		7.65	7.68	2.381	6.78	6.81

A.3.3 Berechnungsvariante "Betriebsbeschränkungen"

BBS definiert Ja
 Einfluss der Orografie bewerten Ja
 Ist Vorherfall Nein

Tabelle A.3.3.1: Effektive Turbulenzintensitäten auf Nabenhöhe der jeweiligen WEA [%]

WEA			Ergebnisse gemittelt für alle Windgeschwindigkeiten bzw. von 3-29 m/s																																
Nr.	Bezeichnung	m	Alle	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29					
	1	-	10	—	38.3	32.3	28.8	26.8	25.4	24.0	22.1	20.9	20.0	16.5	15.2	14.4	13.7	13.2	12.8	12.5	12.2	12.0	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.6	11.6	11.6	—				
	2	1	10	23.6	44.1	38.1	34.4	32.6	31.1	29.3	26.0	24.0	22.3	16.2	14.4	13.4	12.8	12.4	12.1	11.8	11.6	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	—	—	—	—	
	3	2	10	—	39.2	34.9	31.5	28.9	26.9	25.0	22.0	20.6	19.2	15.5	14.2	13.3	12.8	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	—	—	—	—
	4	3	10	—	38.5	36.1	32.5	28.7	25.4	22.3	20.3	19.0	18.0	16.6	15.7	14.6	13.7	13.1	12.5	12.2	11.8	11.5	11.5	11.6	11.6	11.6	11.7	—	—	—	—	—			
	5	6	10	—	39.9	34.8	31.9	30.9	30.2	29.2	26.6	25.6	24.9	18.0	16.2	15.0	14.1	13.4	12.8	12.3	11.9	11.6	11.4	11.3	11.2	11.1	11.0	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7			
	6	7	10	—	35.5	32.0	29.1	26.3	24.0	21.7	20.1	19.0	18.0	16.2	15.0	14.2	13.5	12.9	12.4	12.0	11.6	11.3	11.2	11.1	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.6	10.6	10.6			
	7	10	10	—	35.8	32.2	29.1	26.2	23.9	21.6	20.1	19.0	18.2	16.6	15.5	14.7	14.0	13.5	13.1	12.7	12.4	12.1	12.0	11.9	11.8	11.7	11.6	11.6	11.5	11.5	11.4	11.4			

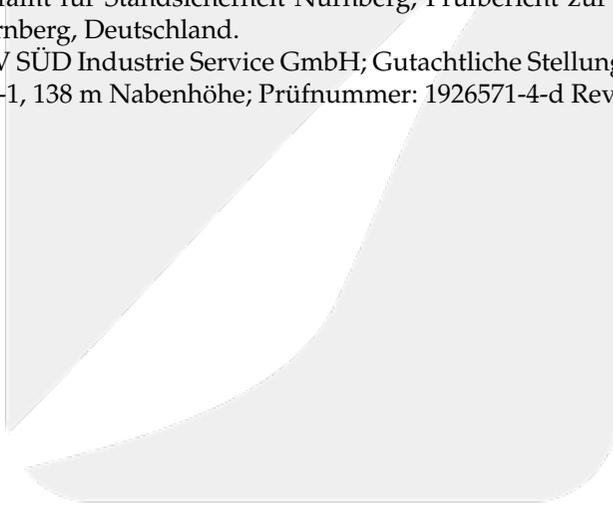
A.4 Legende

Erläuterung der Begriffe		
	Geplante WEA	WEA, deren Standorteignung im Rahmen des Gutachtens zu bewerten ist.
	Benachbarte WEA	Alle weiteren WEA, die vom Auftraggeber übermittelt wurden. Es ist dabei unerheblich, ob sich einzelne benachbarte WEA ebenfalls in Planung oder Bau befinden. Entscheidend ist die Windparkkonfiguration, die als Vorbelastung für die geplanten WEA zu unterstellen ist. Alle benachbarten WEA gehen in die Berechnungen ein.
	Inaktive WEA	WEA, die nicht als Vorbelastung zu berücksichtigen sind und daher nicht in die Berechnungen eingehen. Diese WEA werden in der Regel nicht im Gutachten aufgeführt.
	Betrachtete WEA	Für alle betrachteten WEA werden Ergebnisse ausgewiesen und abschließende Aussagen getroffen.
	Windpark	Der Begriff wird im Sinne des Anhangs A der DIBt-Richtlinie von 2004 verwendet und umfasst "geplante" und "benachbarte" WEA.
	Referenzpunkt der Winddaten	Jeweiliger Standort, auf dessen Koordinaten sich die verwendeten Winddaten beziehen.

Farbliche Zuordnung der Symbole	
	Geplante WEA
	Benachbarte WEA, die aufgrund ihres Abstandes zu den geplanten WEA zu betrachten sind.
	Benachbarte WEA, die aufgrund ihres Abstandes zu den geplanten WEA nicht zu betrachten sind, die aber Einfluss auf die zu betrachtenden WEA () ausüben. Diese WEA sind eventuell nur zum Teil in der Kartendarstellung abgebildet.
	Benachbarte WEA, die aufgrund ihres Abstandes zu den geplanten WEA nicht zu betrachten sind und die keinen Einfluss auf die zu betrachtenden WEA () ausüben. Diese WEA sind eventuell nur zum Teil in der Kartendarstellung abgebildet.
	Inaktive WEA.
	Referenzpunkte der Winddaten.
	Referenzpunkt der Winddaten auf den Koordinaten einer (in diesem Fall geplanten) WEA.

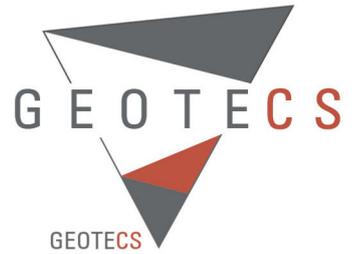
A.5 Literaturangaben

- /A.1/ ENERCON GmbH; Technisches Datenblatt General Design Conditions ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2 / 4200 kW; Dokument-ID: D0745910-5; 29.06.2020; Aurich, Deutschland.
- /A.2/ RWTÜV Systems GmbH; Gutachtliche Stellungnahme zu den Lastannahmen (hier: Betriebslastkollektive und Extremlasten Windzone III) des 97 m (Beton-)Turmes der WEA E-66/18.70 und E66/20.70 im Rahmen der Typenprüfung; Berichts-Nr. 20589992-03-04; 13.08.2003; Essen, Deutschland.
- /A.3/ DEWI-OCC Offshore and Certification Centre GmbH; Gutachtliche Stellungnahme - Lastannahmen für die Windenergieanlage E-101 E1, Rotorblatt E101-1, Betonturm, Nabenhöhe 135 m; DEWI-OCC Bericht-Nr. R100624-1b-de Rev. 0; 19.10.2010; Cuxhaven, Deutschland.
- /A.4/ TÜV NORD CERT GmbH; 1. Verlängerung der Typenprüfung Nr. T-7007/11 - 1; Revision 1; 10.02.2017; Essen, Deutschland.
- /A.5/ Prüfamf für Standsicherheit Nürnberg; Prüfbericht zur Typenprüfung (Rev. 1), Änderung und Verlängerung zur Typenprüfung S-N 130041-1; 18.12.2014; Nürnberg, Deutschland.
- /A.6/ TÜV SÜD Industrie Service GmbH; Gutachtliche Stellungnahme für eine Typenprüfung - Lastannahmen; Windenergieanlage ENERCON E-92 Rotorblatt Typ E92-1, 138 m Nabenhöhe; Prüfnummer: 1926571-4-d Rev. 1; 07.04.2013; München, Deutschland.



A.6 Abkürzungen und Formelzeichen

WEA	Windenergieanlage	D	Rotordurchmesser	[m]
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik	z_{hub}	Nabenhöhe der WEA	[m]
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission	P_N	Nennleistung der WEA	[MW]
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz	c_T	Schubbeiwert des Rotors	[-]
NTM	Normales Windturbulenzmodell	I_{eff}	Effektive Turbulenzintensität	[-]
DLC	Auslegungslastfall	A	Skalierungsparameter der Weibull-Verteilung	[m/s]
PD	Potsdam-Datum	k	Formparameter der Weibull-Verteilung	[-]
ETRS89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989	h	Höhe über Grund	[m]
UTM	Universale Transversale Mercator Projektion	m	Wöhlerlinienkoeffizient	[-]
WGS84	World Geodetic System 1984	v	Windgeschwindigkeit	[m/s]
WZ	Windzone	v_{ave}	Jahresmittel der Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe	[m/s]
BBS	Betriebsbeschränkung	v_{ref}	Referenz-Windgeschwindigkeit (Auslegungswert für v_{50})	[m/s]
LR	Lastrechnung	v_{50}	10-min-Mittel der extremen Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren	[m/s]
GK	Geländekategorie	v_r	Nennwindgeschwindigkeit der WEA	[m/s]
üNN	über Normal-Null	v_{in}	Einschaltwingsgeschwindigkeit der WEA	[m/s]
		v_{out}	Abschaltwingsgeschwindigkeit der WEA	[m/s]
		Σ	Summe	[-]
		α	Höhenexponent des vertikalen Windgeschwindigkeitsprofils	[-]
		α_n	Höhenexponent des vertikalen Windgeschwindigkeitsprofils für neutrale Schichtung	[-]
		φ	Neigung der Anströmung	[°]
		β	Blattwinkelverstellung	[°]
		γ_{start}	Startwinkel der BBS	[°]
		γ_{stop}	Endwinkel der BBS	[°]
		v_{start}	Startwindgeschwindigkeit der BBS	[m/s]
		v_{stop}	Endwindgeschwindigkeit der BBS	[m/s]
		ρ	Mittlere Luftdichte	[kg/m ³]
		τ_{design}	Entwurfslebensdauer in Jahren	[a]
			Altgrad (Vollkreis = 360°)	[°]



GEOTECS

Inh. Dipl. Ing. Christian Schubert

Lindenallee 14

16831 Rheinsberg

+49 (0)151 - 61 40 29 29

c.schubert@geotecs.de

www.geotecs.de

Geotechnischer Bericht 2023/2096

Bauvorhaben	Klosterfelde Neubau WEA Typ Enercon E138 NH 131 m
Bundesland	Brandenburg
Landkreis/Bezirk	Barnim
Geotechnische Kategorie	3
Untersuchungsstufe	Hauptuntersuchung
Bearbeiter	C. Schubert
Auftraggeber	Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG An der Plansche 4 16321 Bernau bei Berlin
Seitenzahl	12
Rheinsberg, den	10.11.2023

Dipl. Ing. Christian Schubert

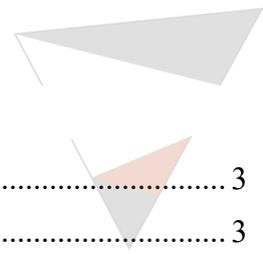
GEOTECS

Inh. Dipl. Ing. Christian Schubert

0151 61402929 | c.schubert@geotecs.de | www.geotecs.de

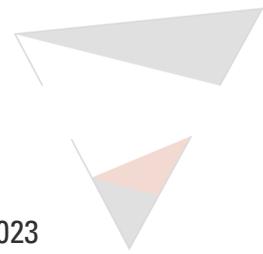
St.-Nr. 052/272/10992
Finanzamt Kyritz

Commerzbank
IBAN: DE27 1604 0000 0605 0157 00
BIC: COBADEFFXXX
158/300



Inhalt

- 1. Unterlagen..... 3
- 2. Anlagen 3
- 3. Feststellungen 4
 - 3.1 Veranlassung und Bauvorhaben 4
 - 3.2 Örtliche Situation 5
 - 3.3 Durchgeführte Untersuchungen 5
- 4. Untersuchungsergebnisse 6
 - 4.1 Baugrundverhältnisse 6
 - 4.2 Hydrogeologische Verhältnisse 6
 - 4.3 Eigenschaften der Böden 7
- 5. Schlussfolgerungen und Hinweise 9
 - 5.1 Standortwahl 9
 - 5.2 Gründungsart und -tiefe der WEA 9
 - 5.3 Gründungsart und -tiefe der Kranstellfläche 9
 - 5.4 Gründungsart und -tiefe der Wege 10
 - 5.5 Berechnungswerte 10
 - 5.5.1 Bodenkennwerte..... 10
 - 5.5.2 Typenspezifische Kenngrößen 10
 - a) HGW maximal bei GOK. 11
 - b) Statische Drehfedersteifigkeit 11
 - c) Dynamische Drehfedersteifigkeit..... 11
 - d) Bodenpressung 11
 - e) Schiefstellung..... 11
 - f) Nachweis gegen Gleiten 11
 - 5.6 Wasserhaltungsmaßnahmen während der Bauphase 12
 - 5.7 Sicherung der Baugrubenwände 12
 - 5.8 Weitere Hinweise und Empfehlungen 12



1. Unterlagen

- 1.1 Angebot vom 14.03.2023
- 1.2 Beauftragung des AN am 11.07.2023
- 1.3 Lageplan Repowering, übermittelt durch den AG am 06.03.2023
- 1.4 Lageplan Bestandsanlagen, übermittelt durch den AG am 29.09.2023
- 1.5 Baugrundgutachten Bestandsanlagen, erstellt durch das Ingenieurbüro Linke am 02.06.2001, übermittelt durch den AG am 05.10.2023
- 1.6 Technisches Datenblatt Fundamentgründung, Dok.Nr. E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01 B 550B, übermittelt durch den AG am 06.11.2023
- 1.7 Digitale hydrogeologische Karte Land Brandenburg, URL: https://maps.brandenburg.de/WebOffice/?project=GWM_www_CORE, Zugriff 02.11.2023
- 1.8 Auskunftsplattform Wasser Land Brandenburg (Trinkwasserschutzgebiet), URL: <https://apw.brandenburg.de/#>, Zugriff am 02.11.2023
- 1.9 Geologische Karte Land Brandenburg, URL: <http://www.geo.brandenburg.de/lbgr/bergbau>, Zugriff 02.11.2023
- 1.10 Abfrage Erdbebenzone, URL: https://ebz.gfz-potsdam.de/index_ug cms.php?ortsname=Baumgarten&plz=17291&SuchenButton=Suchen&ExactMatch=1/#abfrage, Zugriff am 02.11.2023
- 1.11 Lagemäßige Absteckung der Ansatzpunkte der Sondierungen, vorgenommen vom AN am 05.10.2023
- 1.12 Ergebnisse der Rammkernsondierungen RKS1/23 bis RKS3/23, ausgeführt vom AN am 05.10. und 09.10.2023
- 1.13 Ergebnisse der Drucksondierungen CPT1/23 bis CPT4a/23, ausgeführt von der Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH am 05.10.2023
- 1.14 5 x Bestimmung der Kornverteilung durch Nasssiebung bzw. Sieb-/Schlammanalyse, 1 x Bestimmung der Konsistenz und 2 x Bestimmung des Wassergehaltes, ausgeführt von der Umwelt- und Agrarlabor Fehrbellin GmbH
- 1.15 Objektbegehungen am 05.10. und 09.10.2023

2. Anlagen

- 2.1 Aufschlussplan
- 2.2.1 - 2.2.2 Aufschlussprofile RKS1/23 bis RKS3/23
- 2.3.1 - 2.3.5 Ergebnisse Drucksondierungskurven
- 2.4.1 - 2.4.5 Kornverteilungskurven
- 2.5.1 Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen (Konsistenz)
- 2.6 Prüfprotokoll Wassergehalts- und Glühverlustbestimmung
- 2.7.1 - 2.7.2 Berechnungsmodelle

3. Feststellungen

3.1 Veranlassung und Bauvorhaben

Am 11.07.2023 beauftragte die Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG das Ingenieurbüro GEOTECS mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung und der Erstellung eines Geotechnischen Berichts für das Bauvorhaben

Klosterfelde
Neubau WEA
Typ Enercon E138 NH 131 m

Der vorliegende Bericht wurde als Hauptuntersuchung gemäß DIN 4020 (Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke) bzw. in Anlehnung an den EUROCODE 7 abgefasst.

Der AG plant eine neue Windenergieanlage (WEA) vom Typ E138 zu errichten. Die Nabenhöhe soll 131 m betragen.

Gemäß Unterlage 1.6 ist das Fundament bei Flachgründung durch folgende bautechnische Daten gekennzeichnet:

- Außendurchmesser Fundament:	22,95	m
- Außendurchmesser Weichschichtring	7,8	m
- Gesamthöhe Fundament im Sockelbereich:	2,7	m
- UK Fundament unter GOK (o. Sauberkeitsschicht)	+0,1	m

Konzentrisch mit einem Durchmesser von 8,3 m ist das Fundament um ca. 0,5 m vertieft. Da dort die Weichschicht eingebracht wird, wird dies bei den nachfolgenden Berechnungen nicht berücksichtigt.

Unter dem gesamten Fundament wird eine Sauberkeitsschicht mit einer Mächtigkeit von 0,1 m aufgebracht.

Als Anforderungen für eine standartgerechte Gründung gelten folgende Werte:

- Minimale Wichte der Bodenauflast γ	16	kN/m ³
- Statische Drehfederkonstante $k_{\phi\text{stat}} \geq$	13,288	GNm/rad
- Dynamische Drehfedersteifigkeit $k_{\phi\text{dyn}} \geq$	123,398	GNm/rad
- Aufzunehmende char. Kantenpressung (BS-A)	203	kN/m ²
- Max. Schiefstellung	3	mm/m
- Max. Grundwasserstand unter GOK	0,0	m
- min Sohlreibungswinkel	20	°

3.2 Örtliche Situation

Bei dem Baufeld handelt es sich um eine Ackerfläche westlich der Ortslage Klosterfelde und nördlich der Verbindungsstraße zwischen den Ortslagen Klosterfelde und Stolzenhagen. Das Gelände ist leicht wellig, der Standort selbst liegt etwas erhöht. Das Gelände fällt in Richtung Westen ab. Etwa 130 m westlich des geplanten Standortes steht eine Windenergieanlage (WEA1) die im Rahmen des Projektes zurückgebaut wird. Von diesem Standort führt nach Süden entlang der WEA 4 die aktuelle und künftige Zuwegung zur Verbindungsstraße. Entlang dieses Weges sowie nordöstlich des Standortes sind Entwässerungsgräben vorhanden.

Der Standort der WEA, der Kranstellfläche und der Zufahrt kann Anlage 2.1 entnommen werden. Das Baufeld befindet sich in keiner Erdbebenzone (Unterlage 1.10).

3.3 Durchgeführte Untersuchungen

Die Aufschlussansatzpunkte wurden durch den Auftragnehmer lagemäßig abgesteckt und höhenmäßig eingemessen.

Es wurde zwei Rammkernsondierungen (RKS) im Bereich des Fundamentes sowie eine zusätzliche RKS im Bereich der Kranstellfläche abgeteuft. Auf weitere Bohrungen wurde aufgrund der Homogenität des Baugrundes und der vorliegenden Untersuchungsergebnisse der Bestandsanlagen WEA1 und WEA 4 verzichtet. Im Bereich des Fundamentes wurden vier Drucksondierungen angeordnet. Die Drucksondierung CPT4/23 musste wegen eines oberflächennahen, massiven Hindernisses (Stein) abgebrochen und versetzt wiederholt werden. Die Drucksondierungen CPT1/23 und CPT3/23 wurden wegen Auslastung des Gerätes vor Erreichen der geplanten Endteufe beendet. Bei der Bohrung RSK3/23 im Bereich der Kranstellfläche wurde zudem eine leichte Rammsondierung (DPL-5) angeordnet.

Die Lage der Aufschlüsse ist aus Anlage 2.1 ersichtlich.

Eine Übersicht der durchgeführten Laborversuche können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 2.4ff + 2.6 aufgeführt.

Tab 1: Übersicht Probenahme

Bohrung	Probenbezeichnung	Entnahmetiefe (m unter GOK)	Laborversuch
RKS1/23	P1	1,6 – 3,2	Kornverteilung und Wassergehalt
	P2	4,1 – 4,6	Konsistenz
	P3	5,1 – 6,7	Kornverteilung
	P4	7,7 – 10,0	Kornverteilung
RKS2/23	P1	3,5 – 5,0	Kornverteilung
	P2	5,0 – 6,4	Kornverteilung
	P3	6,4 – 7,3	Wassergehalt

4. Untersuchungsergebnisse

4.1 Baugrundverhältnisse

Unter einer dünnen Lage organischer Decksande wurden bis ca. 1,6 m bindige Böden erbohrt. Im Liegenden bis zur Endteufe standen überwiegend Sande mit verschiedenen Feinkornanteilen in Wechsellagen an. Vereinzelt wurden zwischengelagerte Geschiebeböden angesprochen.

Die genaue Schichtenfolge der einzelnen Aufschlüsse kann den Anlagen 2.2.1 und 2.2.2 entnommen werden.

In der geologischen Karte (GK 1:25.000) werden am Standort eiszeitliche Geschiebeböden und in der näheren Umgebung Schmelzwassersande ausgewiesen. Dies wird durch die Bohrungen grundsätzlich bestätigt.

Bei den Baugrunduntersuchungen der Bestandsanlagen wurden bei der westlich gelegenen WEA 1 bis 7,3 m Schmelzwassersande angesprochen. Bei der Anlage WEA 4 standen bis 2,6 m Schmelzwassersande an, welche bis ca. 5 m unter GOK von Geschiebeböden unterlagert wurden (s. Anlage 2.2, Bohrungen B1/01, B2/01, B7/01 und B8/01). Organogene Böden wurden nicht festgestellt.

4.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Bei allen Bohrungen wurde Grundwasser angetroffen:

Tab. 2 Grundwasserstände

Aufschluss	Wasserstand [m unter GOK]	Wasserstand [+ m DHHN2016]
RKS1/23	3,6	46,97
RKS2/23	3,5	47,01
RKS3/23	2,7	47,28

In der hydrogeologischen Karte wird der mittlere Grundwasserspiegel mit ca. +48,5 m NHN und somit ca. 1,2 ... 1,5 m höher angegeben. Wahrscheinlich ist die Differenz durch die vergleichsweise trockenen Jahre begründet. Im Baufeld wird der Grundwasserstand zusätzlich über die tiefer liegenden Gräben im Westen und Nordosten reguliert.

Als zu erwartender höchster Grundwasserstand (zeHGW) kann basierend auf den Höhen der umliegenden Gräben und den Angaben der hydrogeologischen Karte ein konservativer Wert von +49,0 m NHN angesetzt werden.

Grundwasserstände sind Schwankungen unterworfen. Die höchsten Stände werden in der Regel im Frühjahr gemessen, die niedrigsten Stände treten im Spätsommer/Frühherbst nach der Vegetationsperiode auf.

Erfahrungsgemäß ist das Grundwasser in Brandenburg in mineralischen Böden nicht betonangreifend. Da ein ausreichender Abstand zwischen dem zeHGW und der Fundamentunterkante gegeben ist, wurde das Grundwasser daher nicht untersucht.

Das Baufeld liegt in keinem Trinkwasserschutzgebiet.

4.3 Eigenschaften der Böden

Die organischen Decksande sind für die Aufnahme von Lasten nicht geeignet. Die oberflächennahen Geschiebeeböden waren von steifer Konsistenz und werden als tragfähig eingestuft.

Die mineralischen Sande sind bis ca. 5,0 m überwiegend mitteldicht gelagert und können als tragfähig bewertet werden.

Bis in eine Teufe von ca. 7,0 m standen vernässte und breiige Sande an. Diese sind nur bedingt tragfähig. Die darunter liegenden Sande waren bis ca. 10 ... 14 m überwiegend mitteldicht bis dicht gelagert. Bei dem indirekten Aufschluss CPT4a/23 wurden im Liegenden feinkörnige Sande mit z.T. schwach mitteldichter Lagerung bzw. steifer Konsistenz festgestellt.

Insgesamt liegen bis in eine Teufe von 10 m relativ homogene Verhältnisse vor.

Aus Bodenuntersuchungen bei vergleichbaren Baufeldern in der Uckermark und Brandenburg ist für die im Bereich des Fundamentes anstehenden mineralischen Decksande von keiner Betonaggressivität auszugehen. Diese Böden wurden stets als nicht betonangreifend nach DIN 4030 eingestuft.

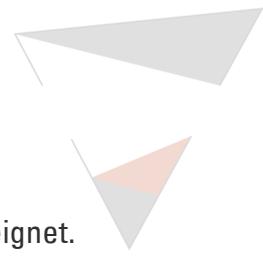
Die anstehenden Erdstoffe können in folgende Homogenbereiche aufgeteilt werden:



Tab 3: Homogenbereiche

		Einheit	Decksande	Bindige, gemischtkörnige Böden	Sande
Homogenbereich			A	B	C
Bezeichnung			Sande mit verschiedenen Feinkornanteilen	Stark schluffige Sande und Geschiebeböden	Nicht-bindige Sande
Korngrößenverteilung	≤ 0,06 mm		5 – 40	30 – 50	< 15
	0,06-2,0 mm		60 – 95	< 60	85 – 95
	>2,0-63 mm		< 5	< 3	< 3
Messanteil an Steinen/Blöcken	>63-200 mm		< 1	< 1	< 1
	>200-630 mm		< 1	< 1	< 1
	>630 mm		< 1	< 1	< 1
Dichte		g/cm ³	1,8 – 1,9	1,9 – 2,1	1,8 – 1,9
Wassergehalt		%	10 – 25	10 – 15 - 20 (ST* [w])	5 – 20
Plastizitätszahl		%	/	7 – 10	/
Konsistenzzahl		-	/	0,5 – 1,0	/
Kohäsion undrainiert		kN/m ²	/	30 – 60 (ST*[w]) 150 – 200 (ST*[st-hf])	/
Lagerungsdichte		-	Mitteldicht bis dicht	Schwach mitteldicht (SU*)	Mitteldicht bis dicht
Organischer Anteil		%	< 3	< 1	< 1
Bodengruppe		-	SU, SU*	SU*, ST*	SE, SU
Bodenklasse		-	3 – 4	4 - 5	3 - 4

In Geschiebeböden können Hindernisse bis zu einer Größe von Findlingen auftreten.



5. Schlussfolgerungen und Hinweise

5.1 Standortwahl

Der vorgesehene Standort ist aus baugrundmäßiger Sicht nur bedingt geeignet.

5.2 Gründungsart und -tiefe der WEA

Basierend auf den Ergebnissen der Berechnungen ist bei dem vorliegenden Fundamenttyp eine Flachgründung möglich, wenn eine ca. 1 m mächtige Schottertragschicht eingebaut wird. Der Boden ist bis 1 m unter GOK (Bezugshöhe) auszukoffern. Die Geschiebeböden im Bereich der Baugrubensohle sind vor Feuchtigkeit zu schützen. Aufgeweichte Böden sind zu entfernen und gegen Beton Recycling oder Natursteinschotter zu ersetzen. Ziegel Recycling ist im Bereich des Fundamentes nicht zulässig! Die Sohle ist durch einen Baugrundgutachter abzunehmen. Darauf ist die Schottertragschicht (0/56 oder 0/45) lageweise aufzubringen und zu verdichten ($D_{Pr} \geq 103\%$).

Es wird darauf hingewiesen, dass seit dem 01.08.2023 die Mantelverordnung in Kraft getreten ist. Es wird empfohlen, die zulässige Materialklasse der Tragschicht vorab mit der Fachbehörde abzustimmen.

Die mineralischen Erdstoffe weisen eine Wichte $\geq 16 \text{ kN/m}^3$ auf und sind somit für die Überschüttung des Fundamentes geeignet. Der organische Oberboden darf als Deckschicht auf die Überschüttung aufgebracht werden, um das Begrünen zu beschleunigen. Er ist jedoch nicht auf die Überschüttung anzurechnen.

5.3 Gründungsart und -tiefe der Kranstellfläche

Der organische Oberboden ist abzutragen. Aufgeweichte Böden sind zu entfernen. Hierauf kann eine 30 cm mächtige Lage Schotter (Empfehlung: 0/56 Körnung) aufgebracht und verdichtet werden. Im Anschluss kann eine weitere 30 cm mächtige Lage Schotter (Empfehlung: 0/45 oder 0/32 Körnung) aufgebracht und verdichtet werden.

Als Material für die Schottertragschicht wird Betonrecycling oder Natursteinschotter empfohlen. Ziegel Recycling ist im Bereich der Kranstellfläche nicht zulässig.

Es ist ratsam, nachweislich unbelastete Materialien einzubringen. Es wird darauf hingewiesen, dass seit dem 01.08.2023 die Mantelverordnung in Kraft getreten ist. Das Material soll frei von scharfkantigen Gegenständen und Metall sein. Als Verdichtungsgrad ist ein Wert von $D_{Pr} \geq 100\%$ zu erreichen. Dieser ist entsprechend der Vorgaben des WEA Herstellers nachzuweisen.

Der Standsicherheitsnachweis für den Kran ist separat zu führen.

5.4 Gründungsart und -tiefe der Wege

Die Zuwegung führt bis zur WEA 1 über bestehende Wege, die jedoch vor der Maßnahme ertüchtigt werden müssen. Hierzu sollte der Weg abgeschoben werden und nachverdichtet werden. Anschließend sollte eine 30 cm mächtige Lage Schotter oder Recycling aufgebracht werden. Es ist zu prüfen, ob die Zufahrt und die Kurvenradien ggf. angepasst werden müssen. Im Bereich zwischen WEA 1 und Kranstellfläche sollte eine 50 cm mächtige Lage Schotter in zwei Lagen eingebaut und verdichtet werden ($D_{Pr, OK} \geq 100\%$)

Bei der Wahl des Materials für die Tragschicht ist der geringe Grundwasserflurabstand zu berücksichtigen (Ersatzbaustoffverordnung). Es wird empfohlen dies vorab mit der zuständigen Fachbehörde abzustimmen.

5.5 Berechnungswerte

5.5.1 Bodenkennwerte

Den anstehenden Böden können folgende Bodenkennwerte zugeordnet werden:

Tab. 4 Bodenkennwerte

Erdstoff	γ_n [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ' [°]	c' [kN/m ²]	$E_{S, stat}$ [kN/m ²]	$E_{S, dyn}$ [kN/m ²]
Polster (d)	19,0	9,0	35	0	50.000	150.000
ST* (st)	20,0	10,0	28	5	15.000	90.000
SU-SU* (md)	19	9,5	30	1	20.000	80.000
SU*/ST* [w]	19,5	9,5	25	3	10.000	50.000
SE-SU (md - d)	19,0	9,5	34	0	50.000	200.000
SU*/ST* [st/hf]	20,0	10,0	30	7	30.000	150.000
SE (d)	18	9,0	37	0	100.000	300.000

5.5.2 Typenspezifische Kenngrößen

Die Ergebnisse der Bohrungen und Drucksondierungen waren bis 10 m unter Gelände relativ ähnlich. Bei der westlich des Mittelpunkts gelegenen Drucksondierung CPT4a/23 wurden im Liegenden statt Sanden bindige Böden ermittelt. Dies wurde bei dem Baugrundmodell berücksichtigt.

Die Bodenkennwerte wurden entsprechend Tabelle 4 gewählt.

Basierend auf den Angaben unter Absatz 3.2 wird zu den einzelnen Forderungen wie folgt Stellung bezogen (s. Anlage 2.7.1 + 2.7.2).

a) HGW maximal bei GOK.

Der zu erwartende höchste Grundwasserspiegel wird konservativ mit +49 m NHN und somit etwa 0,7 m unter der Bezugshöhe des Fundamentes abgeschätzt. Es ist unter Berücksichtigung der leicht erhöhten Lage des Standortes und der vorhandenen Gräben westlich und nordöstlich des Baufeldes davon auszugehen, dass weder Grund- noch Stauwasser über den angegebenen Bemessungswasserstand steigen.

Forderung erfüllt.

b) Statische Drehfedersteifigkeit

Für den Bautyp muss eine Drehfedersteifigkeit von $k_{\varphi\text{stat}} \geq 13,288 \text{ GNm/rad}$ erfüllt werden. Diese Forderung wird erfüllt.

$$k_{\varphi\text{stat}} (\text{min}) = 47 \text{ GNm/rad (s. Anlage 2.7.1, Lastfall BS-A)}$$

c) Dynamische Drehfedersteifigkeit

Gefordert ist eine dynamische Drehfedersteifigkeit von $k_{\varphi\text{dyn}} \geq 127,398 \text{ GNm/rad}$.

Diese Forderung wird erfüllt.

$$K_{\varphi\text{stat}} (\text{min}) = 330 \text{ GNm/rad (s. Anlage 2.7.2, Lastfall BS-A)}$$

d) Bodenpressung

Der Baugrund muss am Standort eine charakteristische Kantenpressung von $\sigma = 203 \text{ kN/m}^2$ (BS-A) aufnehmen können.

Die Berechnung ergibt mit 205 kN/m^2 nahezu den gleichen Wert. Die Grundbruchsicherheit kann dargestellt werden.

$$\mu (\text{max}) < 0,3 \text{ (s. Anlage 2.7.1, Lastfall BS-A)}$$

e) Schiefstellung

Die maximale Schiefstellung infolge von Baugrundsetzungen darf 3 mm/m nicht überschreiten. Diese Forderung wird erfüllt.

$$\text{Schiefstellung (max)} = 2,57 \text{ mm/m (s. Anlage 2.7.1, Lastfall BS-A)}$$

f) Nachweis gegen Gleiten

Der Ausnutzungsgrad für den Gleitwiderstand ist $\leq 0,1$. Die Forderung wird erfüllt.

Fazit: Sämtliche Forderungen werden erfüllt, wenn unter dem Fundament eine 1 m mächtige und nachweislich gut verdichtete Schottertragschicht eingebaut wird.

5.6 Wasserhaltungsmaßnahmen während der Bauphase

Für das Bauvorhaben sind keine Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

5.7 Sicherung der Baugrubenwände

Bis 1,25 m darf senkrecht geschachtet werden. Übersteigt die Tiefe der Baugruben diesen Wert, ist abzuböschen oder zu verbauen. Der Böschungswinkel in den Sanden darf 45° und in bindigen Böden 60° nicht überschreiten. Dieser Wert gelten nur für eine zeitweilige, unbelastete Böschung oberhalb des Wasserspiegels und bei Böschungshöhen bis 5m.

5.8 Weitere Hinweise und Empfehlungen

Das Auflockern nichtbindiger und das Aufweichen bindiger Böden auf der Bausohle ist möglichst zu vermeiden. Aufgelockerte Böden sind zu verdichten. Aufgeweichte Böden sind zu entfernen und durch Polstermaterial oder Magerbeton zu ersetzen. Die unterschiedlichen Bodenarten sind separat zu lösen und zu lagern.

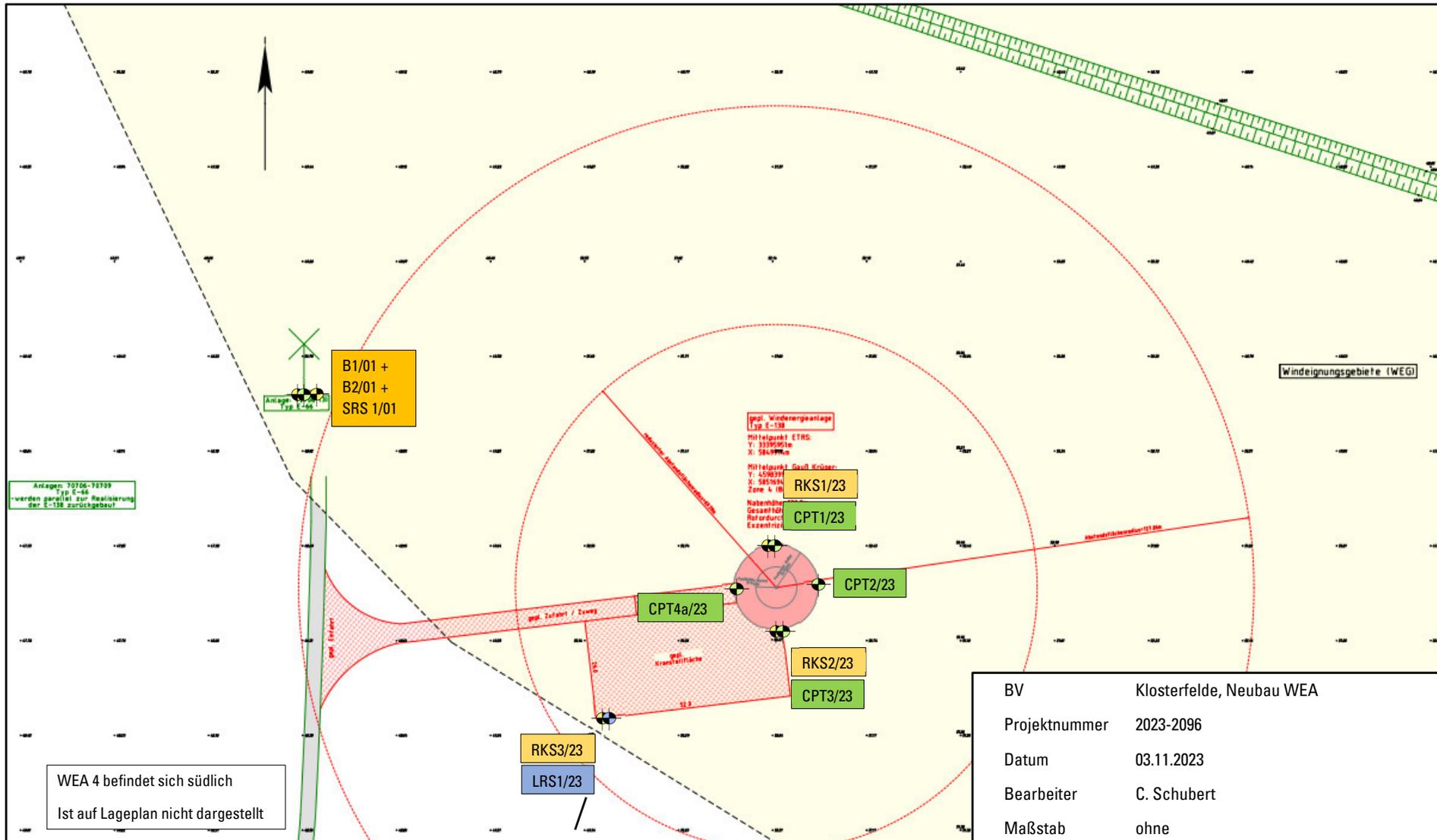
Es wird darauf hingewiesen, dass die Rammkernsondierungen, Drucksondierungen und Rammsondierungen punktförmige Aufschlüsse des Baugrunds darstellen und deshalb Abweichungen von der erkundeten Schichtung auftreten können. Erforderlichenfalls ist der Bearbeiter zu konsultieren.

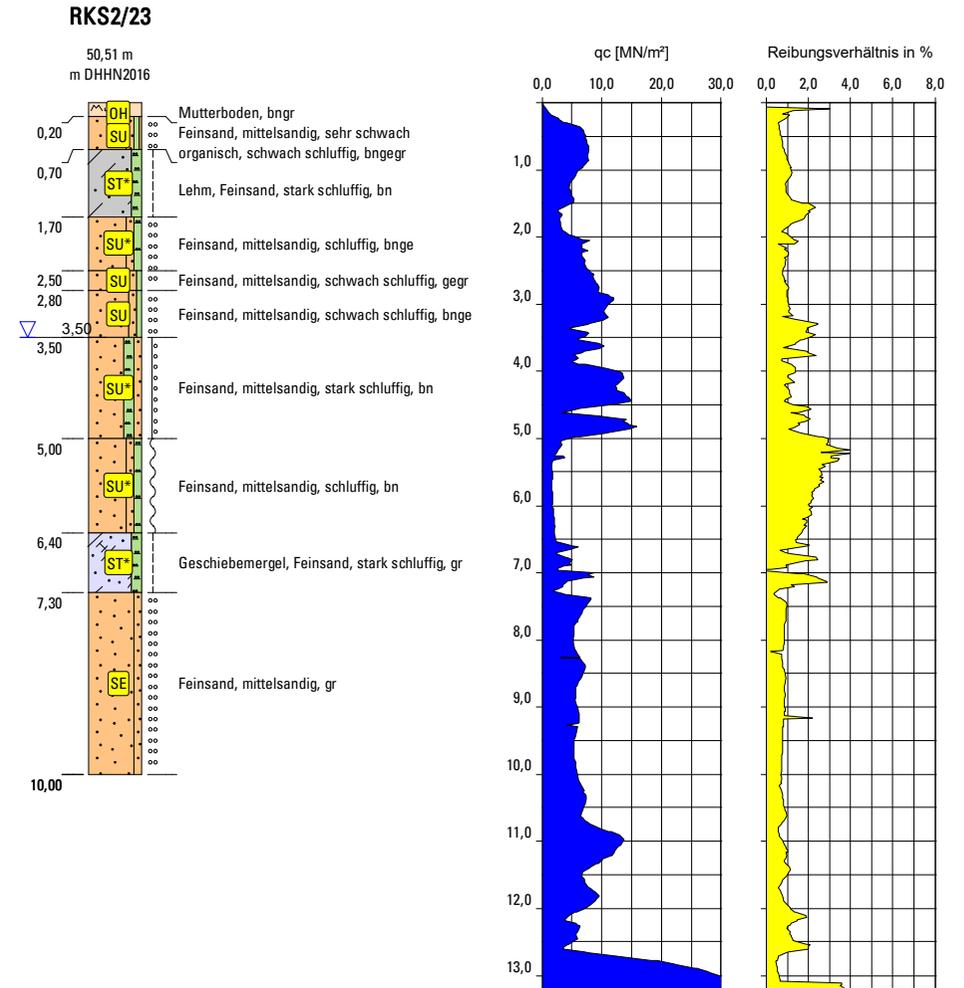
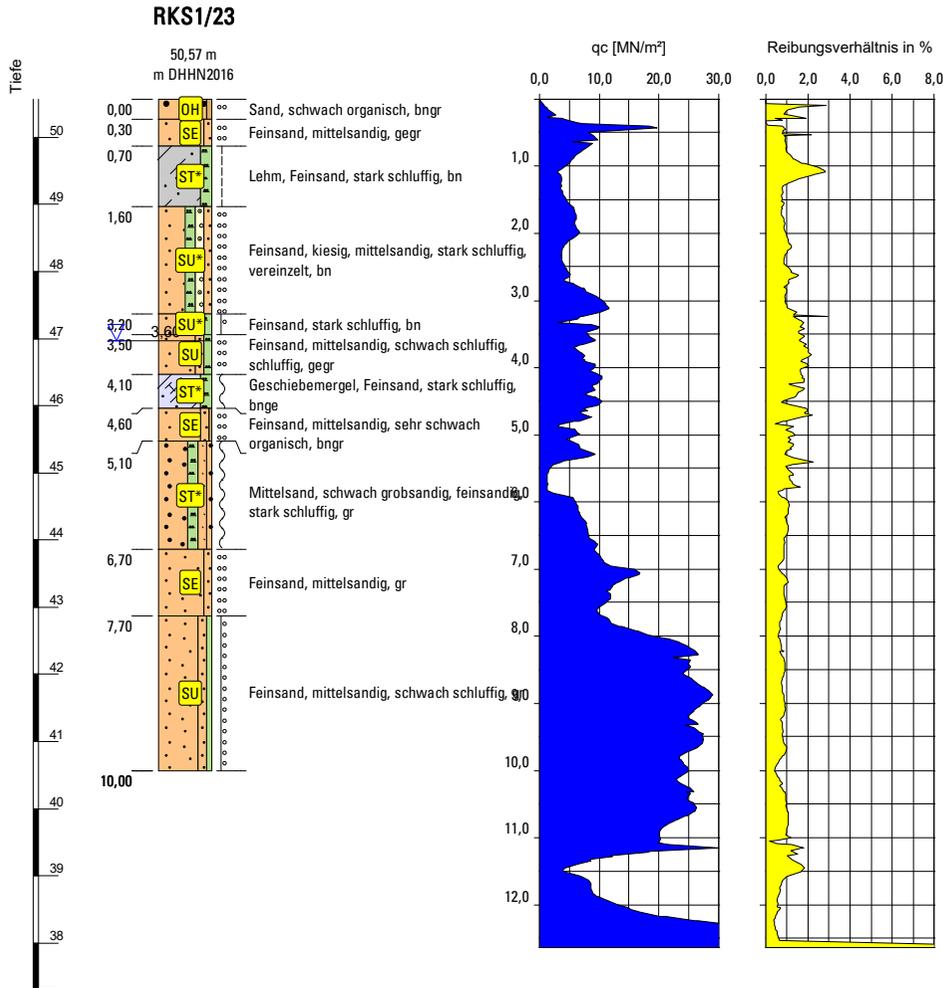
Die Gültigkeit des vorliegenden Berichts ist auf das beschriebene Bauvorhaben am untersuchten Standort beschränkt.

Christian Schubert

Dipl. Ing für Geotechnik und Bergbau

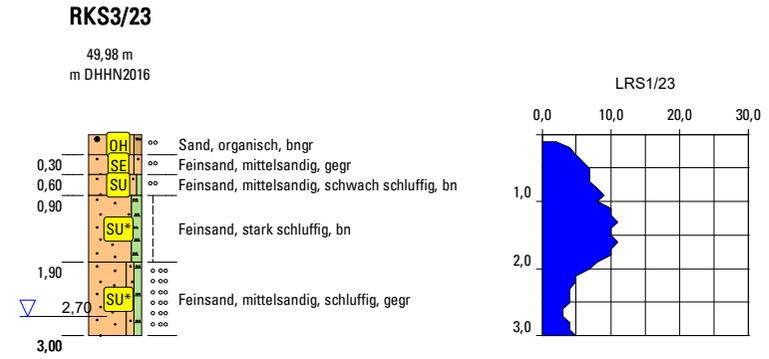
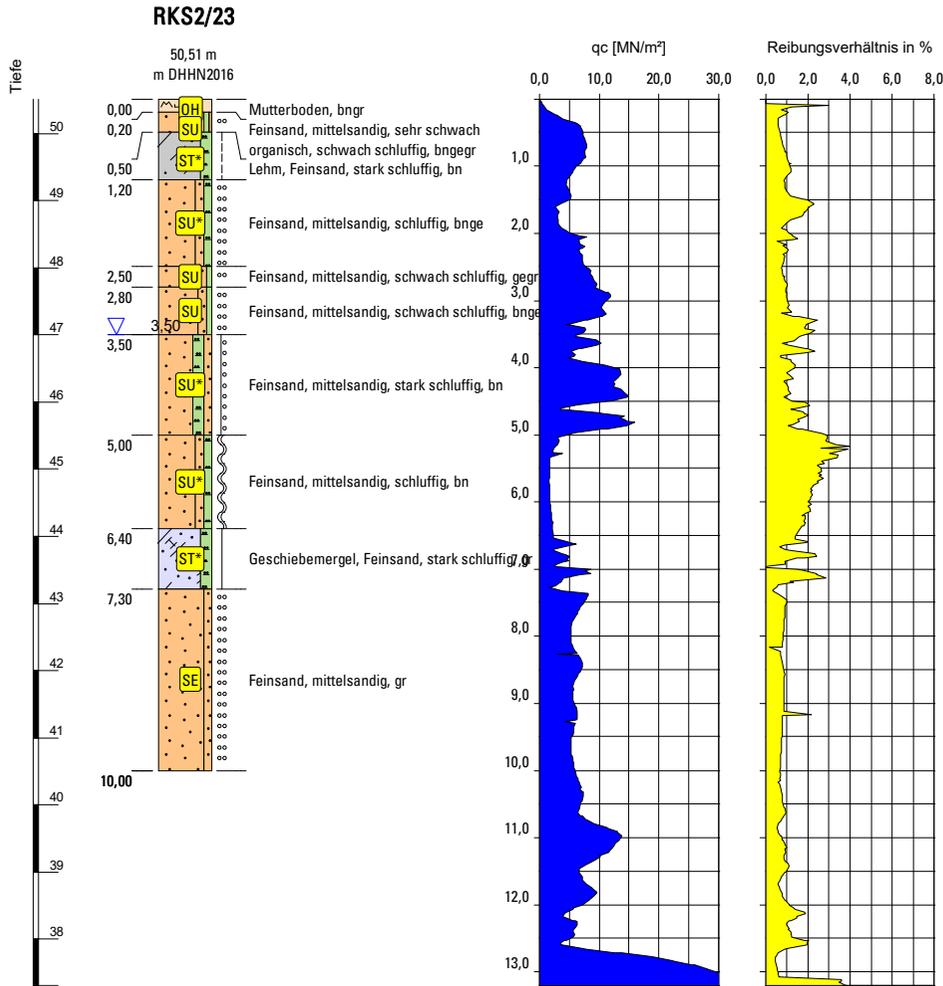
Anlage 2.1 – Aufschlussplan





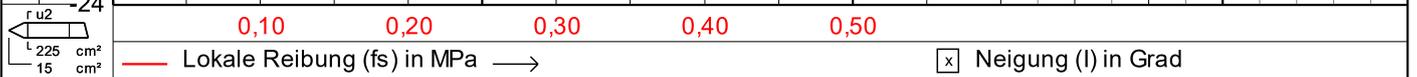
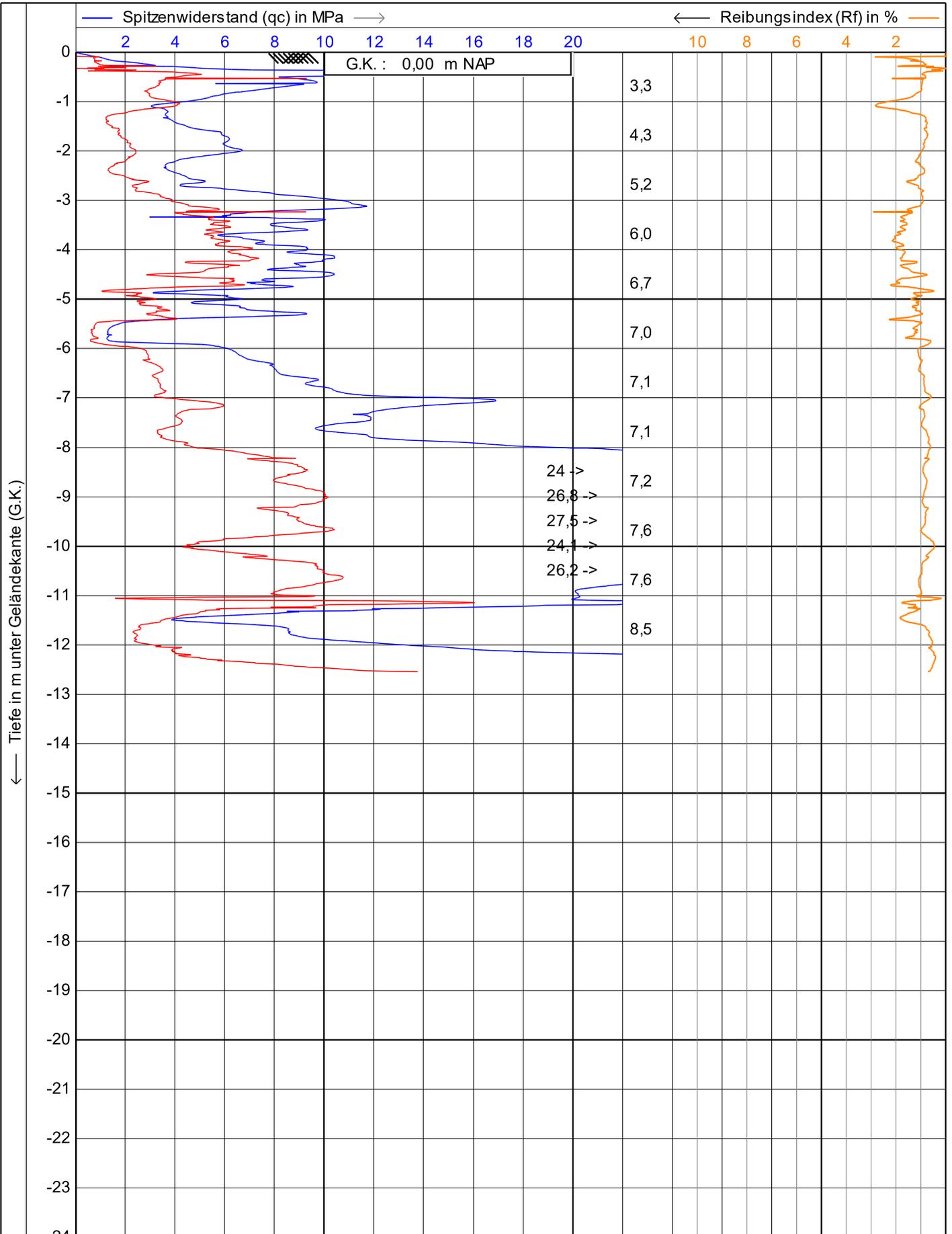
Feinsand feinsandig	Geschiebemergel	Lehm	Mittelsand mittelsandig	Mutterboden	Sand	grobsandig	kiesig	organisch
schluffig	feinsandig	grobsandig	kiesig	mittelsandig	organisch	schluffig	dicht gelagert	mitteldicht gelagert
steif weich		Grundwasserstand						

Höhenmaßstab: 1:80



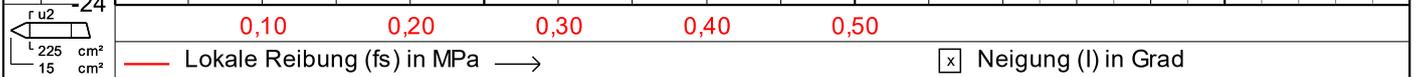
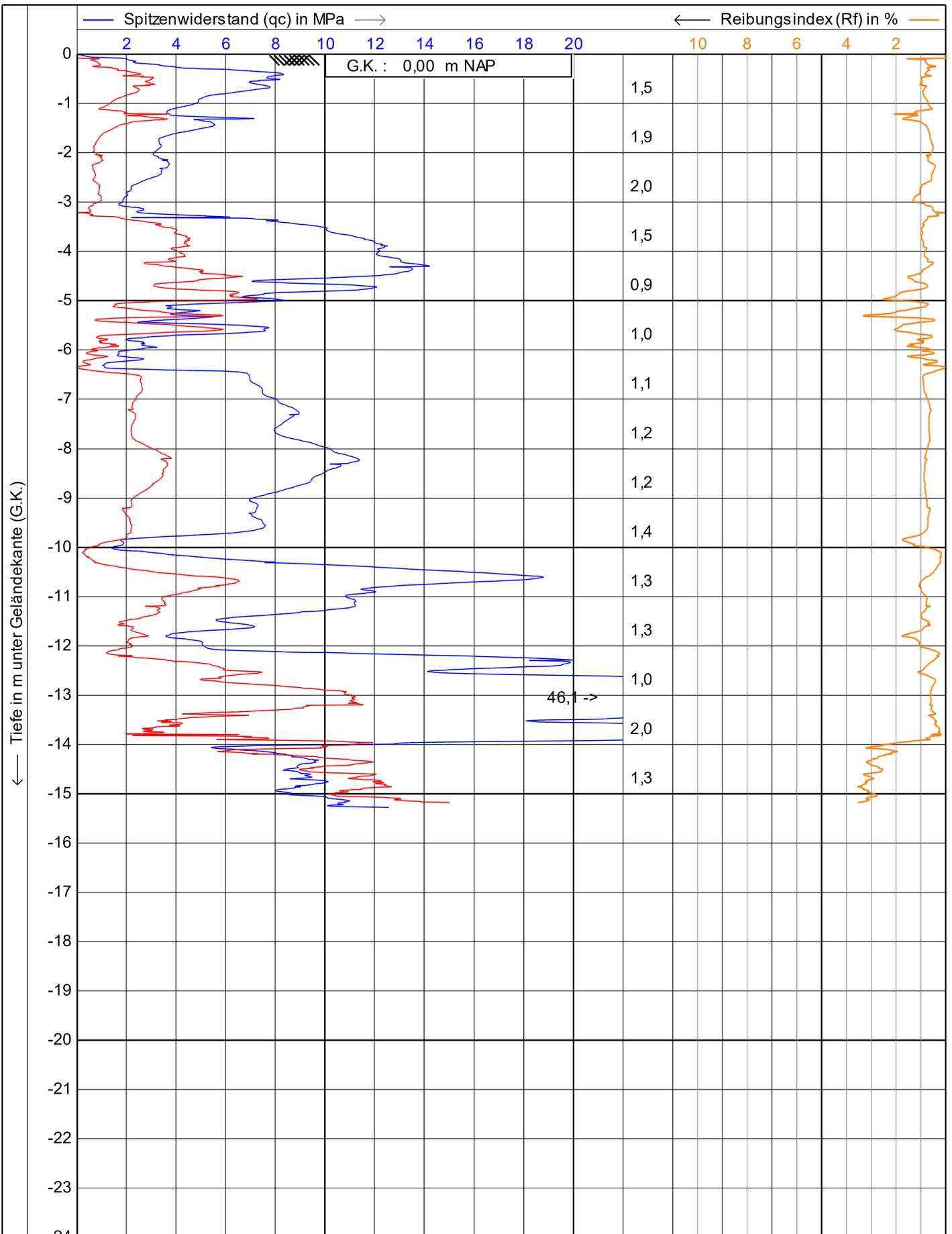
Höhenmaßstab: 1:80

Anlage 2.3.1



<p>JOERN THIEL Baugrunduntersuchung GmbH</p> <p>Bahnhofstrasse 5 a · 16835 Herzberg 033926-70170 herzberg@thiel-baugrund.de</p>	Elektrische Drucksondierung gemäß DIN 4094		Datum : 05.10.2023	
	Projekt : Windpark		Konus Nr. : S15CFIP.S20259	
	Ort : Wandlitz		Projekt Nr. : 230026	
			CPT Nr. : CPT 1 1/1	

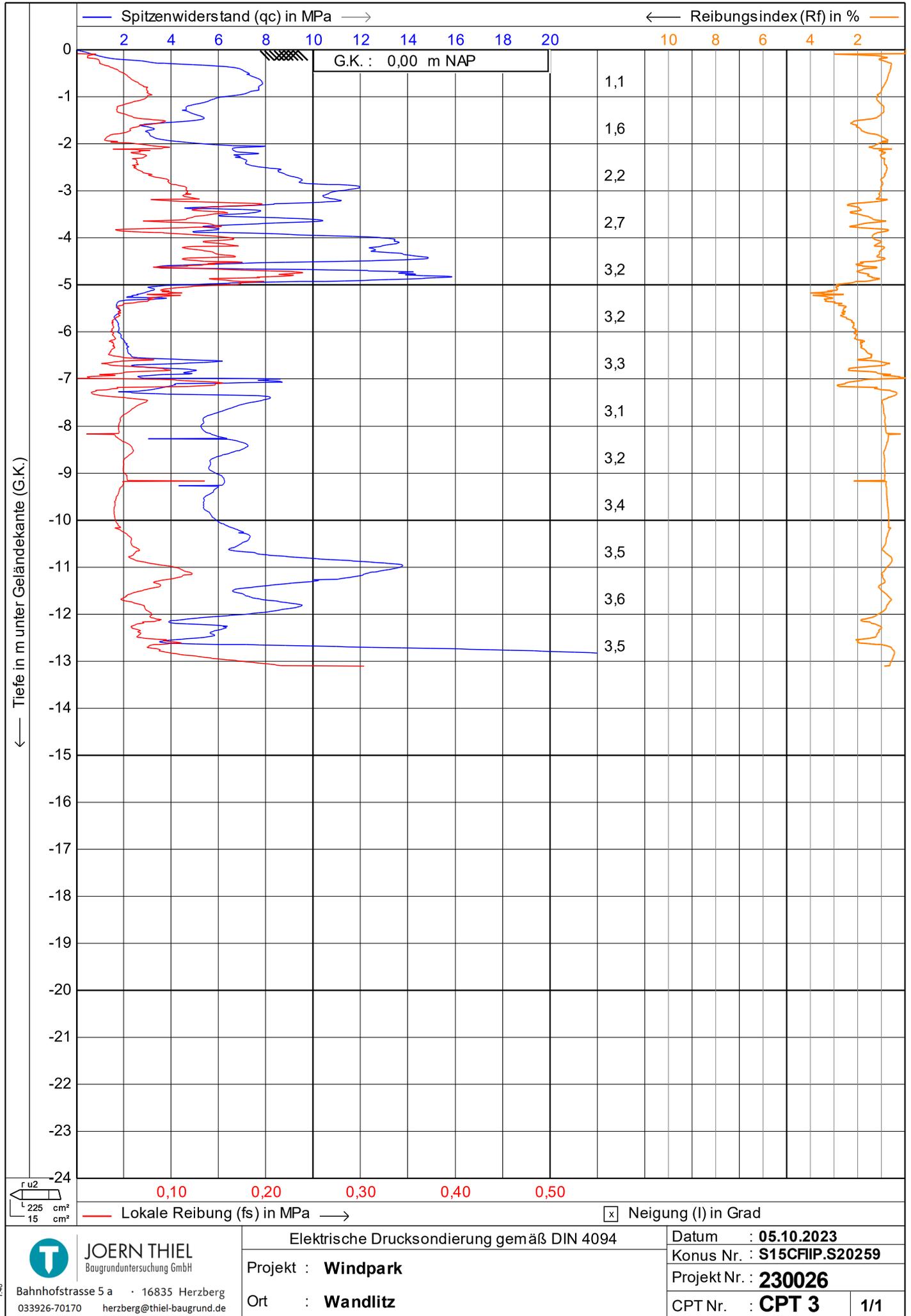
1.48



<p>JOERN THIEL Baugrunduntersuchung GmbH</p> <p>Bahnhofstrasse 5 a · 16835 Herzberg 033926-70170 herzberg@thiel-baugrund.de</p>	Elektrische Drucksondierung gemäß DIN 4094		Datum : 05.10.2023	
	Projekt : Windpark		Konus Nr. : S15CFIP.S20259	
	Ort : Wandlitz		Projekt Nr. : 230026	
			CPT Nr. : CPT 2	1/1

1.48

Anlage 2.3.3



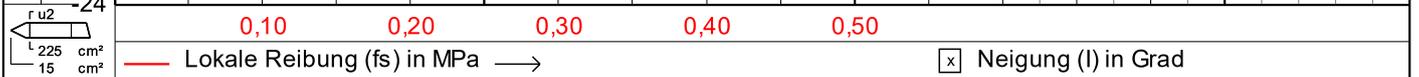
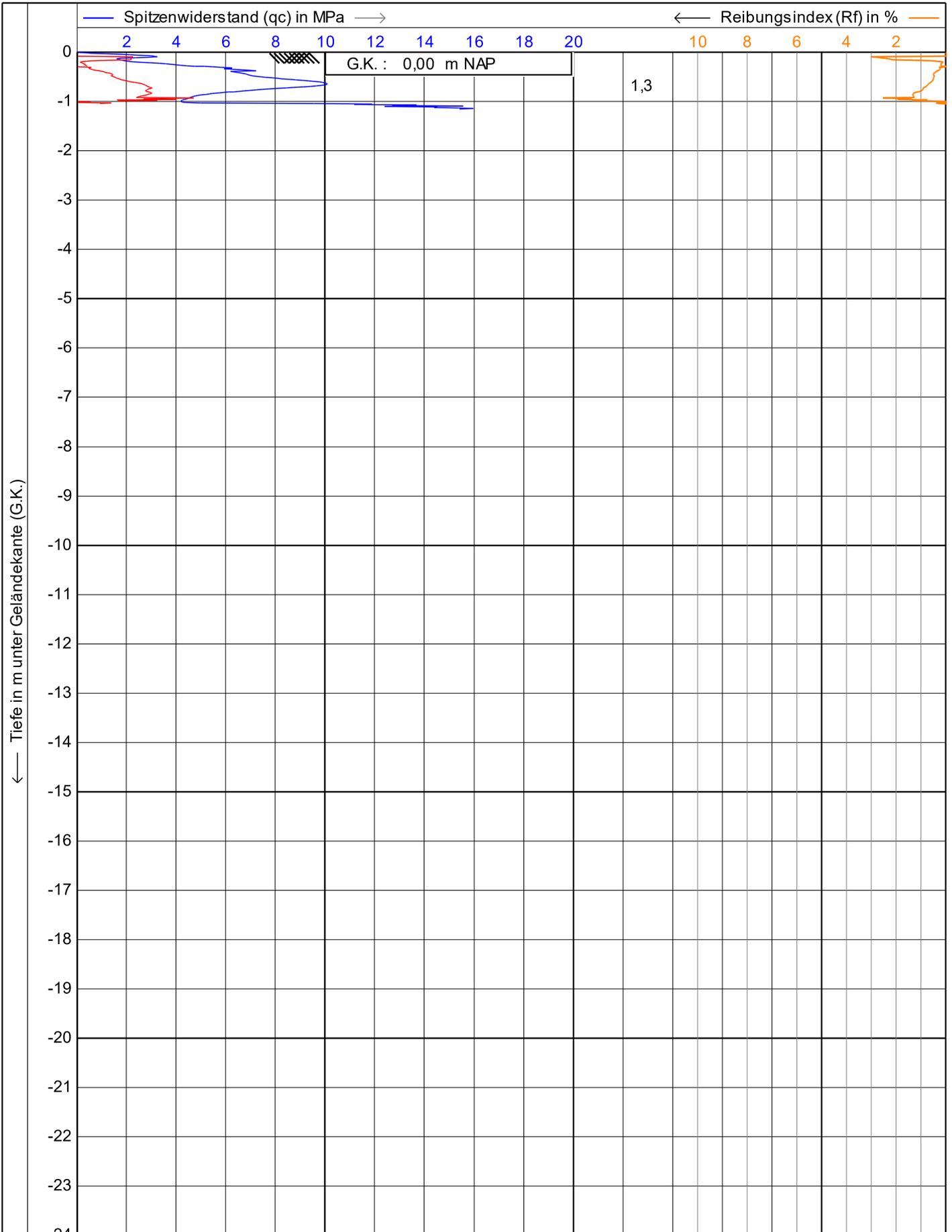
1.48

JOERN THIEL
 Baugrunduntersuchung GmbH
 Bahnhofstrasse 5 a · 16835 Herzberg
 033926-70170 herzberg@thiel-baugrund.de

Elektrische Drucksondierung gemäß DIN 4094
 Projekt : **Windpark**
 Ort : **Wandlitz**

Datum : **05.10.2023**
 Konus Nr. : **S15CFIP.S20259**
 Projekt Nr. : **230026**
 CPT Nr. : **CPT 3** | 1/1

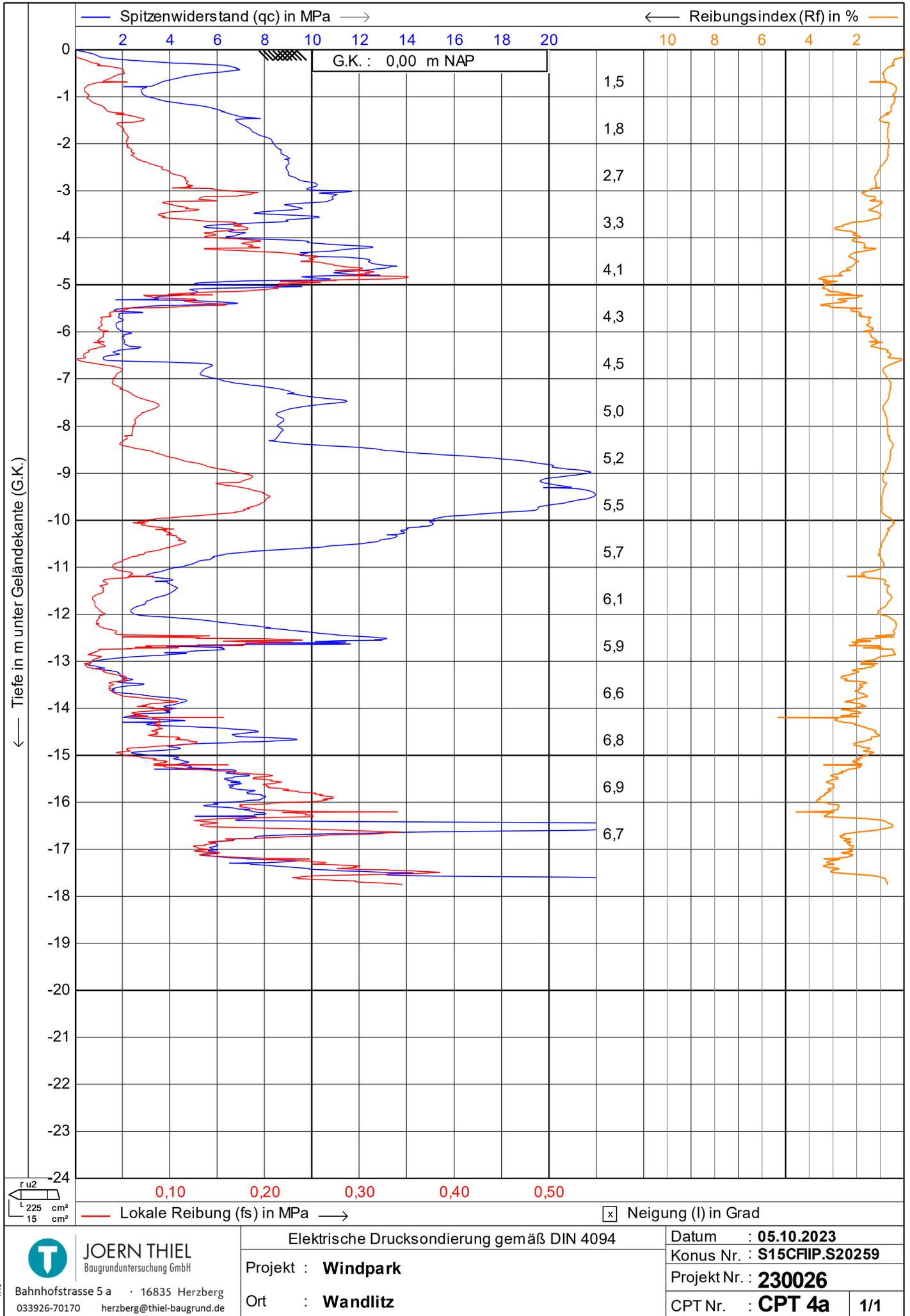
Anlage 2.3.4



<p>JOERN THIEL Baugrunduntersuchung GmbH</p> <p>Bahnhofstrasse 5 a · 16835 Herzberg 033926-70170 herzberg@thiel-baugrund.de</p>	Elektrische Drucksondierung gemäß DIN 4094		Datum : 05.10.2023	
	Projekt : Windpark		Konus Nr. : S15CFIP.S20259	
	Ort : Wandlitz		Projekt Nr. : 230026	
			CPT Nr. : CPT 4	1/1

1.48

Anlage 2.3.5



1:48

JOERN THIEL
 Baugrunduntersuchung GmbH
 Bahnhofstrasse 5 a · 16835 Herzberg
 033926-70170 herzberg@thiel-baugrund.de

Elektrische Drucksondierung gemäß DIN 4094
 Projekt : **Windpark**
 Ort : **Wandlitz**

Datum : **05.10.2023**
 Konus Nr. : **S15CFIP.S20259**
 Projekt Nr. : **230026**
 CPT Nr. : **CPT 4a** | 1/1

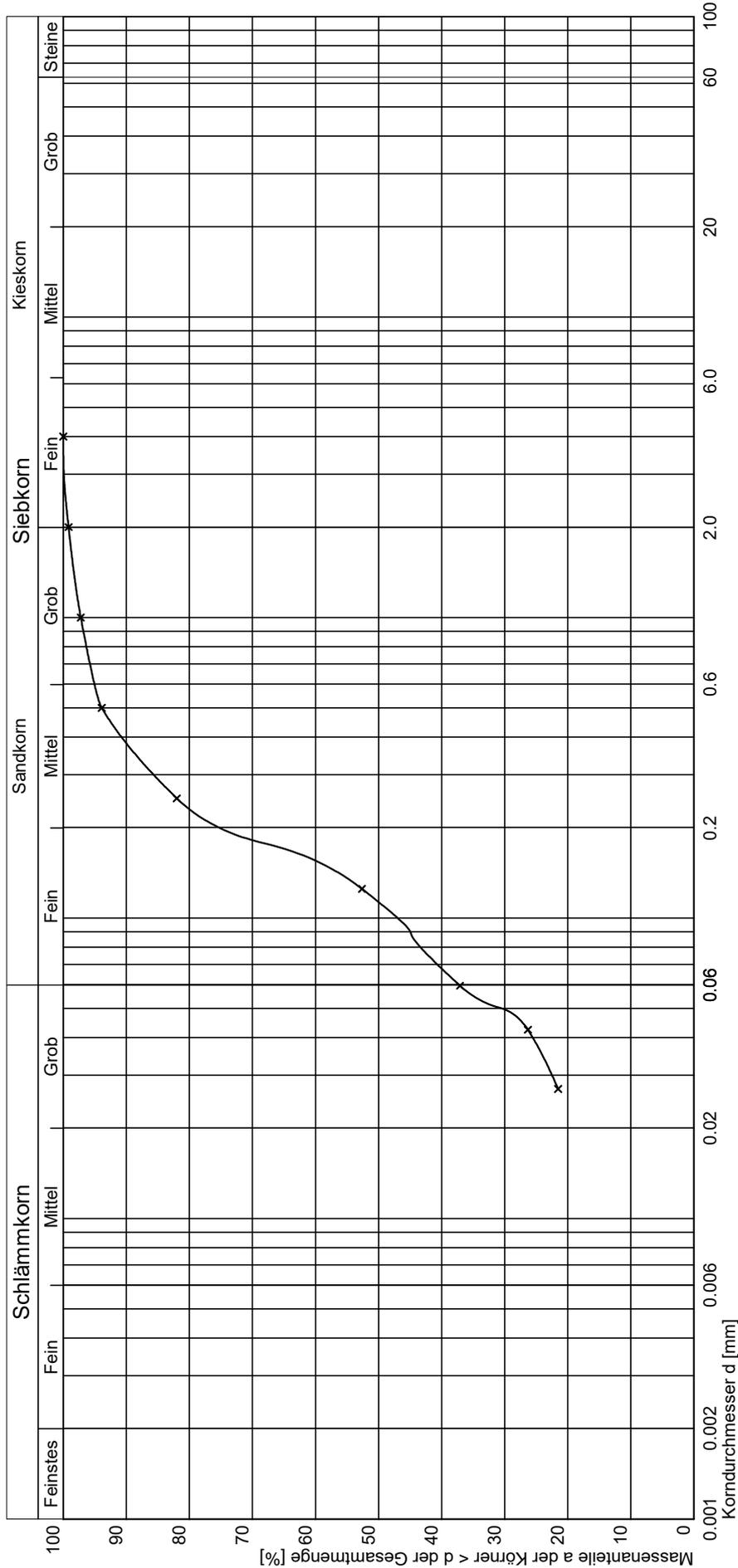
Umwelt-und Agrarlabor GmbH
 Alter Dechtower Weg
 16833 Fehrbellin
 Tel. 033932/70297

Prüfungs-Nr. : 574.23
 Anlage : 2.4.1
 zu : 2023-2096

Entnahmestelle : RKS 1/23, P1
 Station : m rechts der Achse
 Entnahmetiefe : 1,6-3,2 m unter GOK
 Bodenart :
 Art der Entnahme : durch : C. Schubert
 Entnahme am : 05.10.2023

Bestimmung der Korngrößenverteilung
 kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse
 nach DIN 18 123

Baumvorhaben : Klosterfelde, Neubau WEA, HU
 Ausgeführt durch : Burmann
 am : 23.10.2023
 Bemerkung :



Bemerkung (z.B. Kornform)

Kurve Nr.:	
Arbeitsweise	
U = d60/d10 / C _c	
Bodengruppe (DIN 18196)	SU*
Geologische Bezeichnung	
Skf-Wert	6,000 * 10 ⁻⁷ [m/s]
Kornkennziffer:	0 4 6 0 0 fS.ms.u*

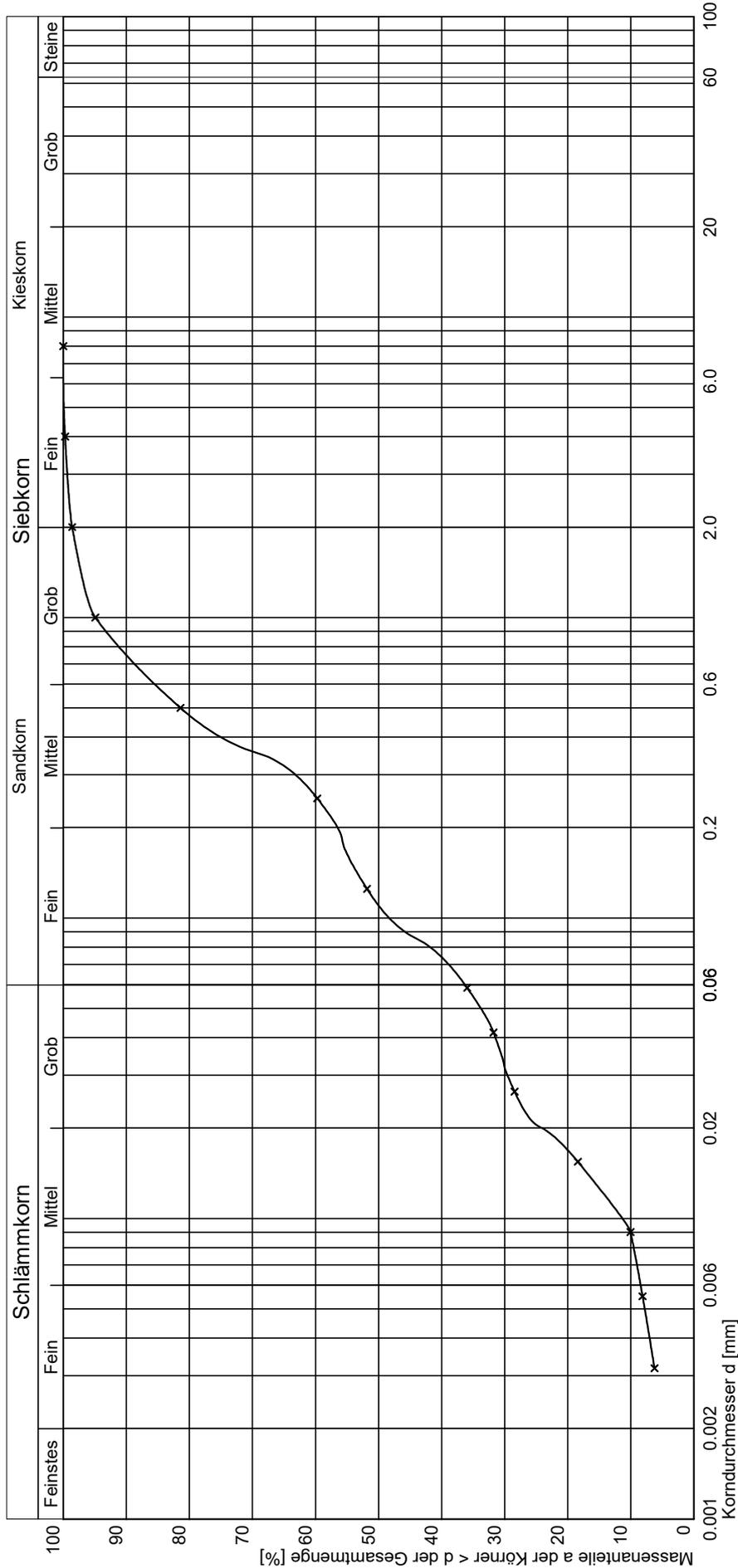
Entnahmestelle : RKS 1/23, P3
 Station : m rechts der Achse
 Entnahmetiefe : 5, 1-6,7 m unter GOK
 Bodenart :
 Art der Entnahme :
 Entnahme am : 05.10.2023 durch : C. Schubert

Bestimmung der Korngrößenverteilung
kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse
 nach DIN 18 123

Burmann
 am : 23.10.2023

Ausgeführt durch : Burmann
 am : 23.10.2023

Bemerkung :



Kurve Nr.:		Bemerkung (z.B. Kornform)
Arbeitsweise		
U = d60/d10 / C _c	28,48	0,44
Bodengruppe (DIN 18196)	SU*	
Geologische Bezeichnung		
Skf-Wert	3,026 * 10 ⁻⁷ [m/s] nach USBR/Bialas	
Kornkennziffer:	0 4 6 0 0	mS,fs,gs,u*

Umwelt-und Agrarlabor GmbH
 Alter Dechtower Weg
 16833 Fehrbellin
 Tel. 033932/70297

Prüfungs-Nr. : 577.23
 Anlage : 2.4.3
 zu : 2023-2067

Entnahmestelle : RKS 1/23, P4
 Station :
 Entnahmetiefe : 7,7-10,0
 Bodenart :
 m rechts der Achse
 m unter GOK

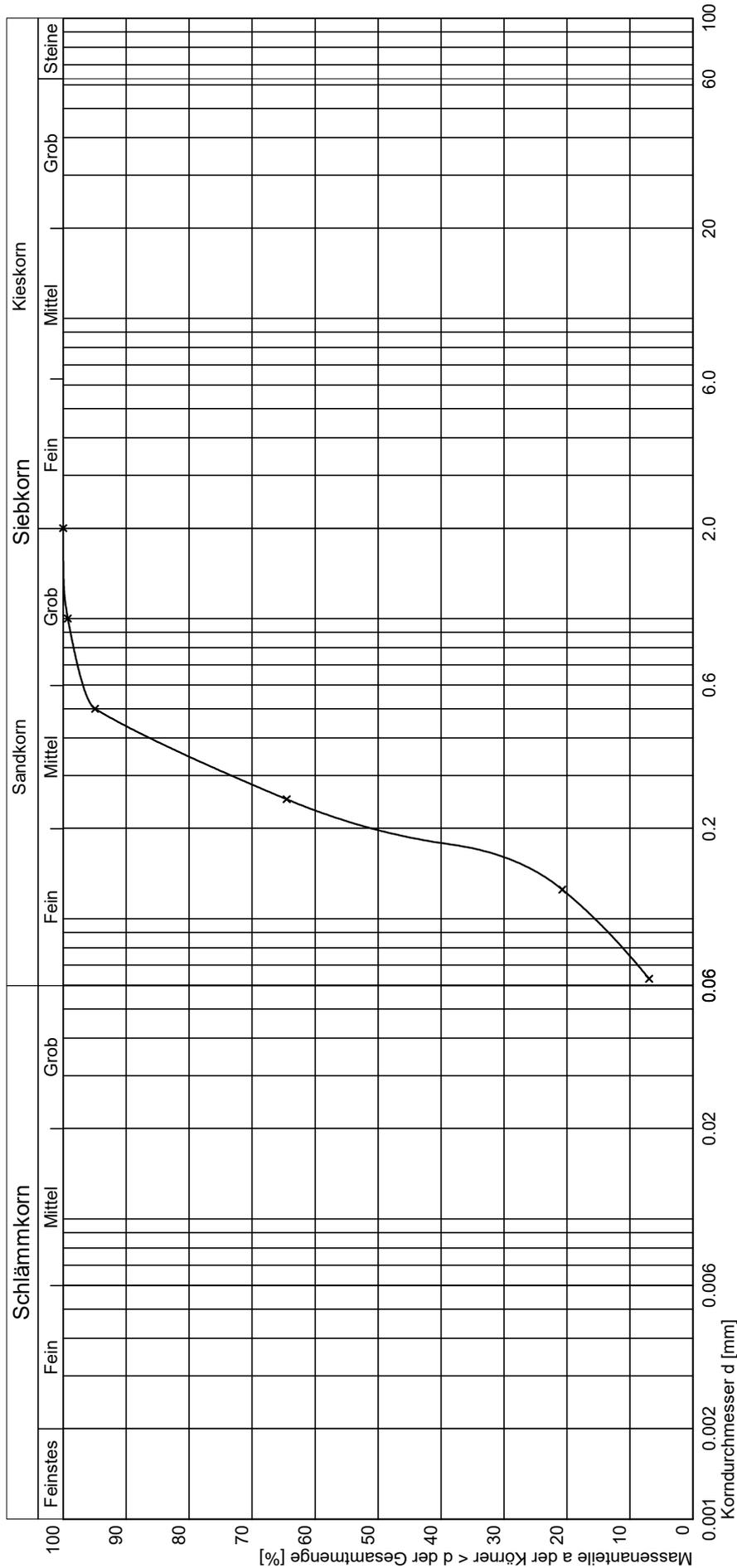
Art der Entnahme :
 Entnahme am : 05.10.2023
 durch : Christian Schubert

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
 nach DIN 18 123

Prüfungs-Nr. : 577.23
 Bauvorhaben : Klosterfelde, Neubau WEA, HU

Ausgeführt durch : Burmann
 am : 23.10.2023

Bemerkung :



Bemerkung (z.B. Kornform)

Kurve Nr.:	
Arbeitsweise	Nasssiebung
U = d60/d10 / C _c	3,05 1,49
Bodengruppe (DIN 18196)	SU
Geologische Bezeichnung	
Skf-Wert	5,442 * 10 ⁻⁵ [m/s] nach Beyer
Kornkennziffer:	0 1 9 0 0 mS-fS,u'

Umwelt-und Agrarlabor GmbH
 Alter Dechtower Weg
 16833 Fehrbellin
 Tel. 033932/70297

Prüfungs-Nr. : 578.23
 Anlage : 2.4.4
 zu : 2023-2096

Entnahmestelle : RKS 2/23, P1
 Station : m rechts der Achse
 Entnahmetiefe : 3,5-5,0 m unter GOK
 Bodenart :
 Art der Entnahme :
 Entnahme am : durch : C. Schubert

Bestimmung der Korngrößenverteilung

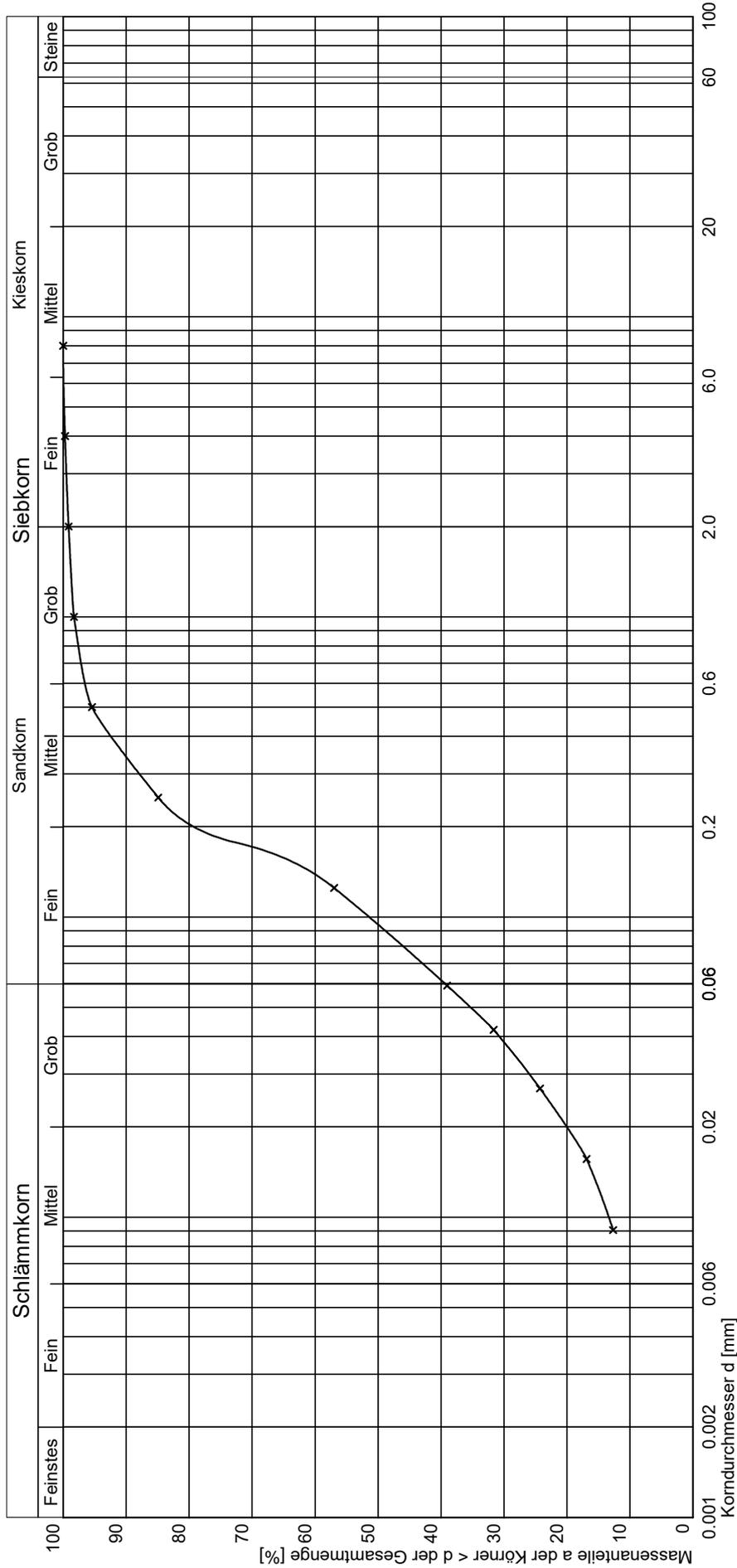
kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse

nach DIN 18 123

Burmann
 am : 23.10.2023

Ausgeführt durch : Burmann
 am : 23.10.2023

Bemerkung :



Bemerkung (z.B. Kornform)

Kurve Nr.:	
Arbeitsweise	
U = d60/d10 / C _c	
Bodengruppe (DIN 18196)	UL
Geologische Bezeichnung	
Skf-Wert	4,439 * 10 ⁻⁷ [m/s] nach USBR/Bialas
Kornkennziffer:	0 4 6 0 0 fs.ms.u*

Umwelt-und Agrarlabor GmbH
 Alter Dechtower Weg
 16833 Fehrbellin
 Tel. 033932/70297

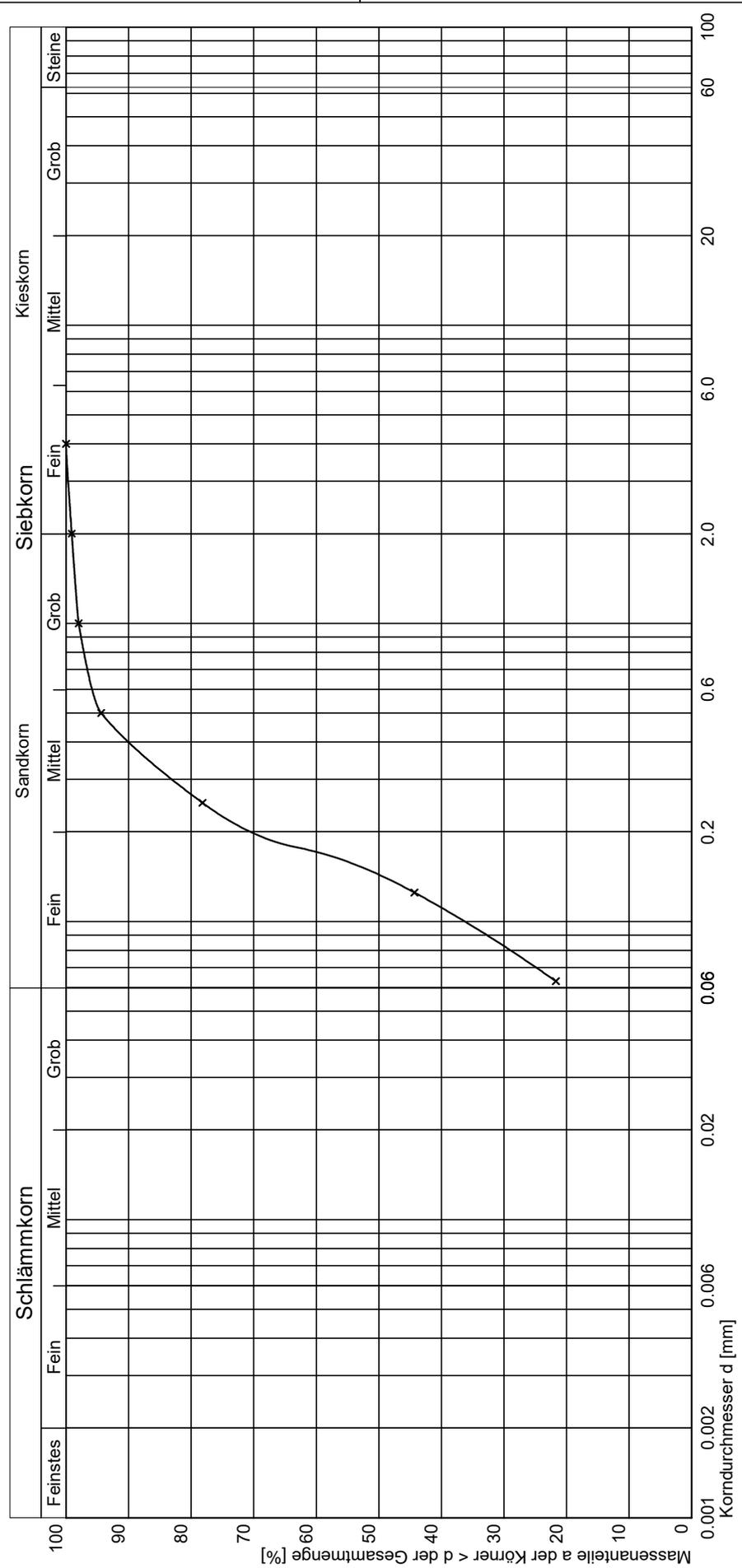
Prüfungs-Nr. : 579.23
 Anlage : 2.4.5
 zu : 2023-2067

Entnahmestelle : RKS 2/23, P2
 Station :
 Entnahmetiefe : 5,0-6,4
 Bodenart :
 m rechts der Achse
 m unter GOK

Art der Entnahme :
 Entnahme am : 05.10.2023
 durch : Christian Schubert

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
 nach DIN 18 123

Bauvorhaben : Klosterfelde, Neubau WEA, HU
 Ausgeführt durch : Burmann
 am : 23.10.2023
 Bemerkung :



Bemerkung (z.B. Kornform)	
Kurve Nr.:	
Arbeitsweise	Nasssiebung
U = d60/d10 / C _u	
Bodengruppe (DIN 18196)	SU*
Geologische Bezeichnung	
Skf-Wert	5.200 * 10 ⁻⁵ [m/s]
Kornkennziffer:	0 2 8 0 0 fs.ms.u

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122 - LM P

Prüfungs-Nr. : 575.23
 Bauvorhaben : Klosterfelde, Neubau WEA, HU

Ausgeführt durch : Burmann
 am : 24.10.2023
 Bemerkung :

Entnahmestelle : RKS 1/23, P2

Km : m rechts der Achse
 Entnahmetiefe : 4,1-4,6 m unter GOK
 Bodenart :

Art der Entnahme :
 Entnahme am : 05.10.2023 durch : Ch.Schubert

Fließgrenze

Ausrollgrenze

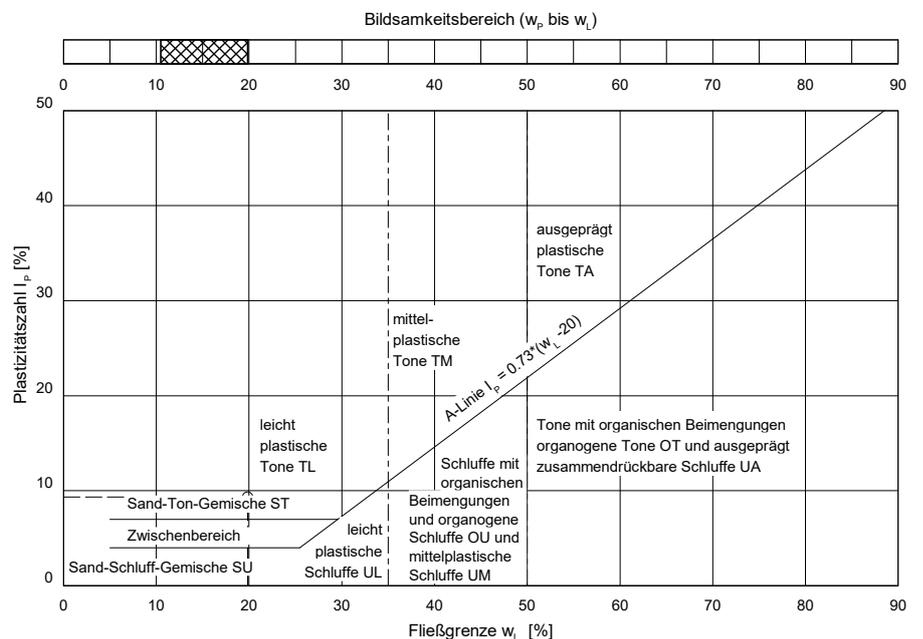
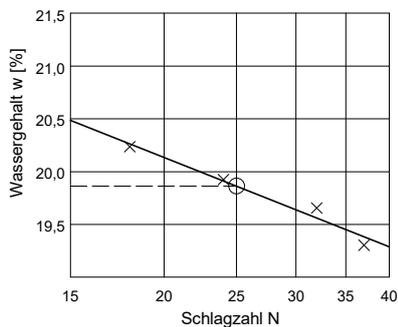
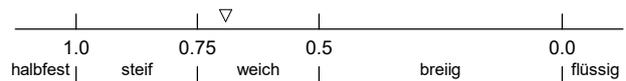
Behälter Nr. :	x	72	6	82
Zahl der Schläge :	37	32	24	18
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] :	40,82	40,37	43,93	42,21
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g] :	38,77	38,32	41,27	39,82
Behälter m_B [g] :	28,15	27,89	27,92	28,01
Wasser $m - m_d = m_w$ [g] :	2,05	2,05	2,66	2,39
Trockene Probe m_d [g] :	10,62	10,43	13,35	11,81
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%] :	19,30	19,65	19,93	20,24
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

	14	11	31
	19,41	19,80	19,88
	19,15	19,56	19,65
	16,71	17,20	17,51
	0,26	0,24	0,23
	2,44	2,36	2,14
	10,66	10,17	10,75

Natürlicher Wassergehalt : $w = 13,40$ %
 Durchgang < 0.002 mm : $m_{dT} / m_d =$ %
 Größtkorn : mm
 Masse des Überkorns : g
 Trockenmasse der Probe : g
 Überkornanteil : $\ddot{u} = 0,00$ %
 Anteil < 0.4 mm : $m_d = 100,00$ %
 Wassergehalt (Überkorn) $w_{\ddot{u}} = 0,00$ %
 korr. Wassergehalt : $w_k = \frac{w - w_{\ddot{u}} * \ddot{u}}{1.0 - \ddot{u}} = 13,40$ %

Bodengruppe = ST
 Fließgrenze $w_L = 19,86$ %
 Ausrollgrenze $w_P = 10,52$ %
 Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 9,34$ %
 Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_k}{w_L - w_P} = 0,69$ Δ weich
 Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = 0,31$
 Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_{dT} / m_d} =$

Zustandsform



Umwelt- und Agrarlabor GmbH Fehrbellin
Alter Dechtower Weg 16833 Fehrbellin
Tel. 033932/70297 Fax. 72389

Anlage: 2.6
Zu: 2023-2096

Prüfprotokoll Wassergehaltbestimmung

nach DIN 18121

Bauvorhaben: Klosterfelde, Neubau 1 WEA,
HU

entnommen durch: C. Schubert
am: 05.10.2023
Ausgeführt durch: A. Burmann
am: 17.10.- 23.10.2023

Aufschluss	Labor- Nr.	Entnahmetiefe in m	Wassergehalt in %
RKS 1/23 P 1	574.23	1,6 – 3,2	10,8
RKS 2/23 P 3	580.23	6,4 – 7,3	14,0



Digital
unterschrieben
von Gisela Kühl
Datum: 2023.10.24
16:09:16 +02'00'

Gisela Kühl
Laborleiterin

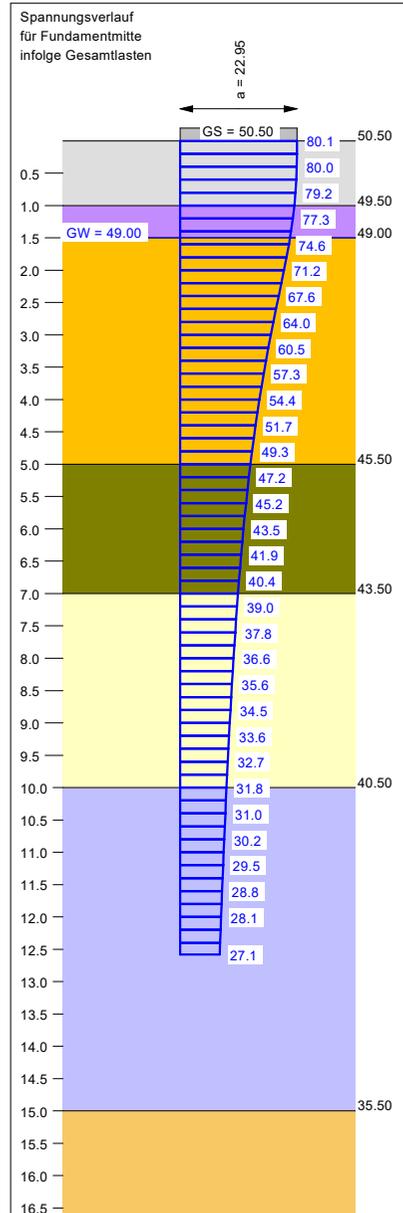
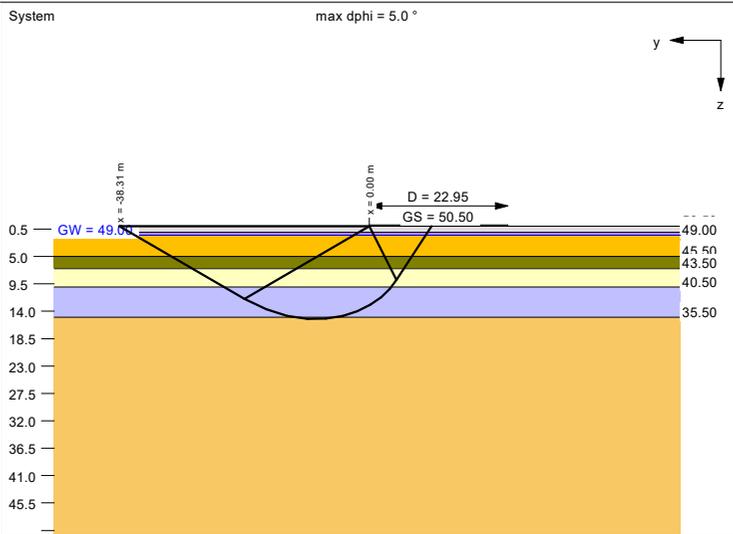
Proben werden, wenn nicht anders vereinbart oder fachlich begründet, 6 Monate im Labor aufbewahrt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht ein Mitarbeiter/in unseres Labors genommen hat, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt. Der Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig. Dieser Prüfbericht darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der UAL GmbH Nach DIN EN ISO 17025 durch die DAkKS GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Parameter.

Seite 1 von 1 Seite



Boden	Tiefe [mDHHN]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	49.50	19.0	9.0	35.0	0.0	50.0	Polster (d)
	49.00	20.0	10.0	28.0	5.0	15.0	ST* (st)
	45.50	19.0	9.5	30.0	1.0	20.0	SU-SU* (md)
	43.50	19.5	9.5	25.0	3.0	10.0	SU*/ST* (w)
	40.50	19.0	9.5	34.0	0.0	50.0	SE-SU (md - d)
	35.50	20.0	10.0	30.0	7.0	30.0	SU*/ST* (st)
	<35.50	19.0	9.5	37.0	0.0	100.0	SE (d - sehr d)

Oberkante Gelände = 50.50 mDHHN



Berechnungsgrundlagen:
 Klosterfelde, WEA E138 NH160
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-A
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{G,dst} = 1.00$
 $\gamma_{G,stab} = 0.95$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.00$
 Oberkante Gelände = 50.50 mDHHN
 Gründungssohle = 50.50 mDHHN
 Grundwasser = 49.00 mDHHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

$\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\gamma_{G} = 1.10$
 $\gamma_{Q} = 1.10$
 $\gamma_{R,h} = 1.10$
 Grenzzustand EQU:

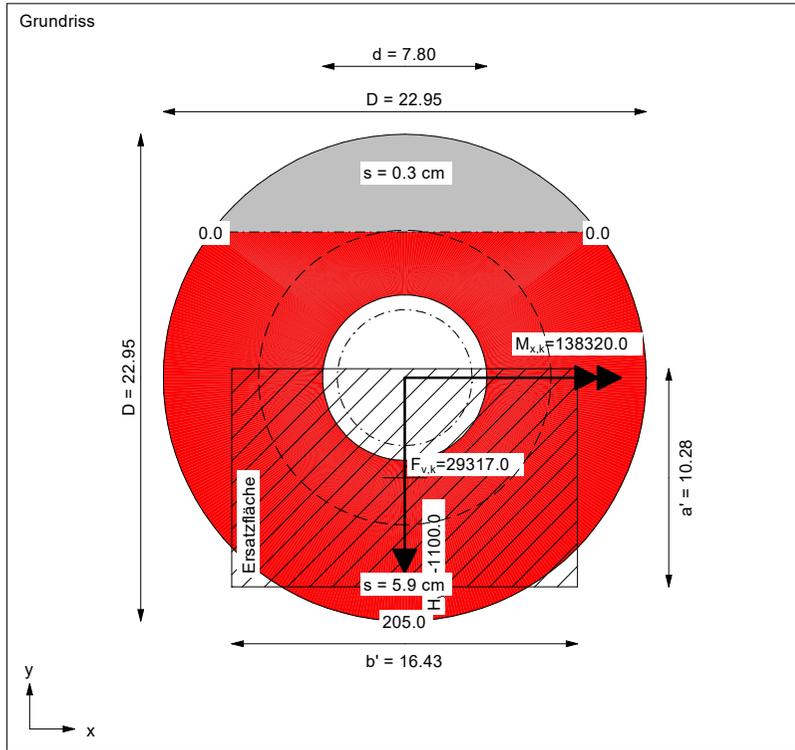
Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 29317.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,k,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / -1100.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 138320.00 / 0.00$ kN-m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN-m
 Durchmesser D = 22.950 m
 Durchmesser (innen) d = 7.800 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.718$ m
Resultierende im 2. Kern (= 6.942 m)
 $a' = 10.281$ m
 $b' = 16.429$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.718$ m
Resultierende im 2. Kern (= 6.942 m)
 $a' = 10.281$ m
 $b' = 16.429$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 961.7 / 801.38$ kN/m²
 $R_{n,k} = 162430.51$ kN
 $R_{n,d} = 135358.76$ kN
 $V_d = 1.10 \cdot 29317.00 + 1.10 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 32248.70$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.238
 $\phi = 30.0^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\phi = 25.0^\circ$

cal $\gamma_2 = 11.08$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 0.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 15.23 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 62.30 m
 Fläche log. Spirale = 495.30 m²
 Tragfahigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 30.05$; $N_{d0} = 18.32$; $N_{b0} = 9.99$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.331$; $v_d = 1.313$; $v_b = 0.812$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.937$; $i_d = 0.940$; $i_b = 0.905$

Gleitwiderstand:
 Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$
 $N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 29317.00 \cdot \tan(35.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 18661.80$ kN
 $T_d = 1210.00$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.065$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 12.58$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 3.08 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.27 cm
 unten = 5.89 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 345.6
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 47808.8$ MN-m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{sfb} = 29317.0 \cdot 22.95 \cdot 0.5 \cdot 0.95 = 319591.9$
 $M_{dst} = 138320.0 \cdot 1.00 = 138320.0$
 $\mu_{EQU} = 138320.0 / 319591.9 = 0.433$

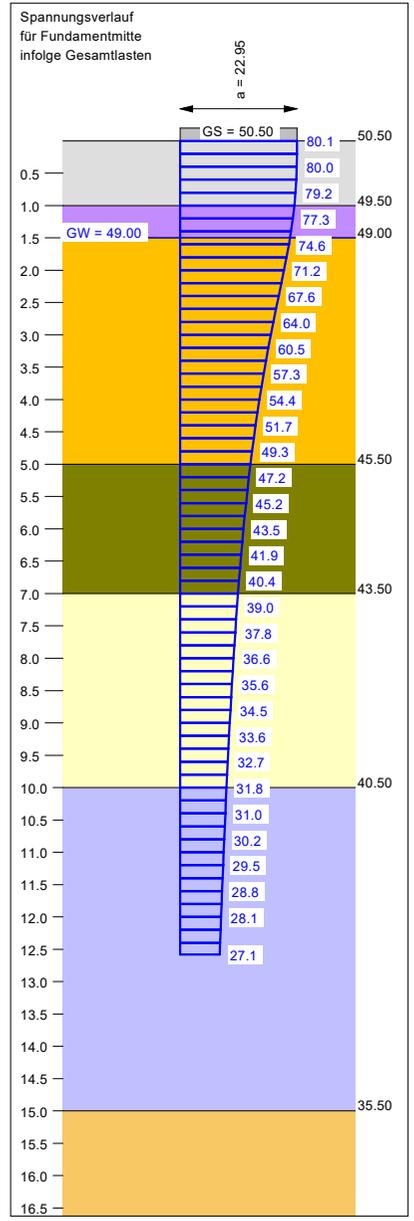
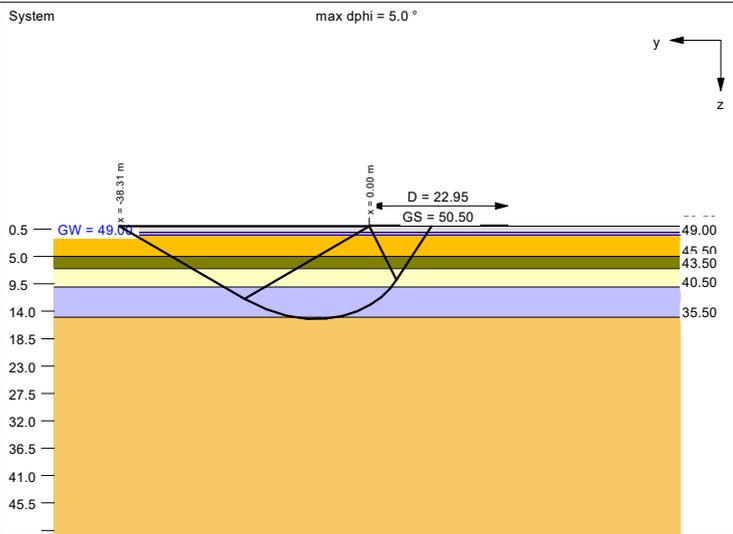


Anlage 2.7.1 WEA Klosterfelde (CPT4a/23) (stat. Steifem.)
 Lastfall: BS-A (N / A / T)
 BV Klosterfelde, Repowering, Neubau WEA E138 NH 131 m
 Proj. nr.: 2023-2096



Boden	Tiefe [mDHHN]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	49.50	19.0	9.0	35.0	0.0	50.0	Polster (d)
	49.00	20.0	10.0	28.0	5.0	90.0	ST* (st)
	45.50	19.0	9.5	30.0	1.0	80.0	SU-SU* (md)
	43.50	19.5	9.5	25.0	3.0	50.0	SU*/ST* (w)
	40.50	19.0	9.5	34.0	0.0	200.0	SE-SU (md - d)
	35.50	20.0	10.0	30.0	7.0	180.0	SU*/ST* (st)
	<35.50	19.0	9.5	37.0	0.0	300.0	SE (d - sehr d)

Oberkante Gelände = 50.50 mDHHN



Berechnungsgrundlagen:
 Klosterfelde, WEA E138 NH160
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-A
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{G,dst} = 1.00$
 $\gamma_{G,stab} = 0.95$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.00$
 Oberkante Gelände = 50.50 mDHHN
 Gründungssohle = 50.50 mDHHN
 Grundwasser = 49.00 mDHHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

$\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\gamma_{G} = 1.10$
 $\gamma_{Q} = 1.10$
 $\gamma_{R,h} = 1.10$
 Grenzzustand EQU:

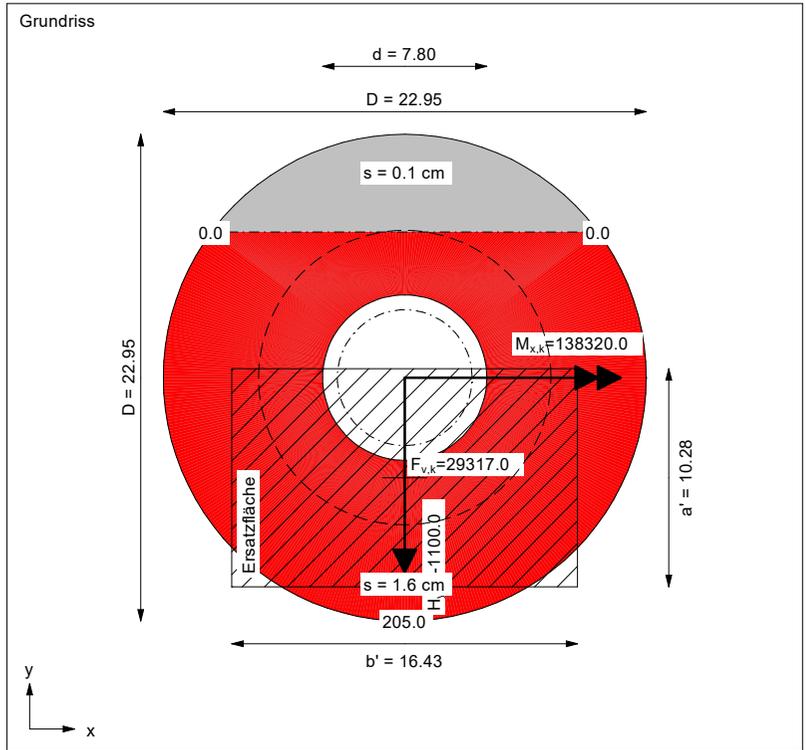
Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständige / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 29317.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,k,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / -1100.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 138320.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser D = 22.950 m
 Durchmesser (innen) d = 7.800 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.718$ m
Resultierende im 2. Kern (= 6.942 m)
 $a' = 10.281$ m
 $b' = 16.429$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.718$ m
Resultierende im 2. Kern (= 6.942 m)
 $a' = 10.281$ m
 $b' = 16.429$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 961.7 / 801.38$ kN/m²
 $R_{n,k} = 162430.51$ kN
 $R_{n,d} = 135358.76$ kN
 $V_d = 1.10 \cdot 29317.00 + 1.10 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 32248.70$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.238
 $\phi = 30.0^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\phi = 25.0^\circ$
 $\mu_{EQU} = 138320.0 / 319591.9 = 0.433$

cal $\gamma_2 = 11.08$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 0.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 15.23 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 62.30 m
 Fläche log. Spirale = 495.30 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 30.05$; $N_{d0} = 18.32$; $N_{b0} = 9.99$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.331$; $v_d = 1.313$; $v_b = 0.812$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.937$; $i_d = 0.940$; $i_b = 0.905$

Gleitwiderstand:
 Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$
 $N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 29317.00 \cdot \tan(35.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 18661.80$ kN
 $T_d = 1210.00$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.065$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 12.58$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.81 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.06 cm
 unten = 1.57 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 1279.6
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 176997.4$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{sfb} = 29317.0 \cdot 22.95 \cdot 0.5 \cdot 0.95 = 319591.9$
 $M_{dst} = 138320.0 \cdot 1.00 = 138320.0$
 $\mu_{EQU} = 138320.0 / 319591.9 = 0.433$



Anlage 2.7.2 WEA Klosterfelde (CPT4a/23) (dyn. Steifem.)
 Lastfall: BS-A (N / A / T)
 BV Klosterfelde, Repowering, Neubau WEA E138 NH 131 m
 Proj. nr.: 2023-2096

16.1.5 Anlagenwartung

Anlagen:

- 16.1.5_D0788324-1_de_Wartungsplan_ENERCON Windenergieanlagen.pdf

Wartungsplan

Übersicht über die Wartungstätigkeiten ENERCON Windenergieanlagen

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0788324-1		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2019-08-01	de	QB	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Bereichsübergreifend	5
3	Bereich Rotorblatt	6
4	Bereich Gondel	7
5	Bereich Mittelspannungsschaltanlage und Transformator	9
6	Bereich Fundament und Turm.....	10

1 Einleitung

Das Dokument gibt einen Überblick über die Wartungstätigkeiten, die an ENERCON Windenergieanlagen durchgeführt werden müssen. Die Wartungstätigkeiten müssen regelmäßig durchgeführt werden. Die Intervalle ergeben sich aus Herstellervorgaben, örtlichen Vorschriften und klimatischen Besonderheiten.

Zum Planen und Durchführen von Wartungstätigkeiten muss die Wartungsanleitung der Windenergieanlage, insbesondere die darin enthaltenen Sicherheitshinweise, beachtet werden.

Dieses Dokument beschreibt auch optionale Komponenten. Je nach Windenergieanlagen-typ und gewählter Ausstattung kann der tatsächliche Lieferumfang von den hier beschriebenen Inhalten abweichen.

2 Bereichsübergreifend

Tab. 1: Wartungstätigkeiten bereichsübergreifend

Komponente	Wartungstätigkeit
Anschlagpunkte	An allen Anschlagpunkten wird eine Sichtprüfung auf Beschädigungen durchgeführt.
Befehuerung	Eine Sicht- und Funktionsprüfung der Befehuerung wird durchgeführt.
Beschilderung	Eine Sichtprüfung der Beschilderung auf Vollständigkeit und Unversehrtheit wird durchgeführt.
Blitzschutzsystem	Eine Sichtprüfung des Blitzschutzsystems wird durchgeführt.
Erdungsanlage	Eine Sichtprüfung aller Potenzialausgleichsleitungen wird durchgeführt. Dabei wird auch der feste Sitz aller Potenzialausgleichsleitungen geprüft. Der Erdungswiderstand wird gemessen.
Notabschaltungen	Die Funktion aller Not-Halt-Einrichtungen und Notabschaltungen wird geprüft.
Notbeleuchtung	Eine Sicht- und Funktionsprüfung der Notbeleuchtung im Turmfuß, Turm und Maschinenhaus wird durchgeführt.
Schaltschränke	Eine Sichtprüfung aller Schaltschränke außen und innen wird durchgeführt. Die Erdungsanbindung wird geprüft. Eine Funktionsprüfung der Schaltschranklüfter (falls vorhanden) wird durchgeführt.
Sicherheitssteigleiter	Die Sicherheitssteigleiter wird geprüft.
Verbandkasten	Eine Sichtprüfung der Verbandkästen in Turmfuß und Maschinenhaus wird durchgeführt.
Windenergieanlage	In allen Bereichen der Windenergieanlage wird eine allgemeine Sichtprüfung durchgeführt. Es wird auf Auffälligkeiten und Schäden geprüft, wie z. B. lose Anbauteile, lose Kabel, beschädigte Verkleidungen.

3 Bereich Rotorblatt

Tab. 2: Wartungstätigkeiten Rotorblatt

Komponente	Wartungstätigkeit
Rotorblatt	Eine Sichtprüfung des Rotorblatts wird durchgeführt.
Blattheizung	Eine Sicht- und Funktionsprüfung der Blattheizung wird durchgeführt.

4 Bereich Gondel

Tab. 3: Wartungstätigkeiten Gondel

Komponente	Wartungstätigkeit
Azimutantrieb	Eine Sicht- und Funktionsprüfung der Azimutantriebe wird durchgeführt.
Azimutlager	Das Azimutlager wird auf Laufgeräusche und Vibrationen geprüft. Eine Sichtprüfung von Zahnkranz, Dichtung und Fettauffangeinrichtungen wird durchgeführt. Die Schmierstoffeinrichtungen werden geprüft und nach Bedarf aufgefüllt.
Blattflanschlager	Die Blattflanschlager werden auf Laufgeräusche und Vibrationen geprüft. Eine Sichtprüfung von Zahnkranz, Dichtung und Fettauffangeinrichtungen wird durchgeführt. Die Schmierstoffeinrichtungen werden geprüft und nach Bedarf aufgefüllt.
Blattverstellantrieb	Eine Sicht- und Funktionsprüfung der Blattverstellantriebe wird durchgeführt.
Blattverstellsystem	Eine Funktionsprüfung des Blattverstellsystems wird durchgeführt. Eine Funktionsprüfung des Not-Blattverstellsystems wird durchgeführt.
Generator	Eine Sichtprüfung des Generators wird durchgeführt.
Generatorkühlung	Eine Sichtprüfung der Generatorkühlung wird durchgeführt.
Gussteile	Eine Sichtprüfung der Gussteile (z. B. Maschinenträger und Nabe) auf Beschädigungen wird durchgeführt.
Kabelverdrillschalter	Eine Sichtprüfung von Halterungen, Anschlüssen und Zahnrad des Kabelverdrillschalters wird durchgeführt. Eine Funktionsprüfung des Kabelverdrillschalters wird durchgeführt.
Kran Gondel	Eine Sicht- und Funktionsprüfung des Krans Gondel wird durchgeführt.
Rotorarretierung	Eine Sicht- und Funktionsprüfung der Rotorarretierung inklusive aller Komponenten, Anschlüsse und Leitungen wird durchgeführt.
Rotorhaltebremse	Eine Sicht- und Funktionsprüfung der Rotorhaltebremse inklusive aller Komponenten, Anschlüsse und Leitungen wird durchgeführt.
Rotorlager	Eine Sichtprüfung der zugänglichen Bereiche der Rotorlager wird durchgeführt. Eine Sichtprüfung von Dichtung und Fettauffangeinrichtungen wird durchgeführt.

Komponente	Wartungstätigkeit
	Das Schmiersystem wird geprüft. Die Rotorlager werden auf Laufgeräusche und Vibrationen geprüft.
Schleifringübertrager	Eine Sicht- und Funktionsprüfung des Schleifringübertragers wird durchgeführt.
Überdrehzahlshalter	Eine Funktionsprüfung der Überdrehzahlshalter wird durchgeführt.
Windmessgerät	Eine Sichtprüfung des Windmessgeräts/der Windmessgeräte wird durchgeführt.

5 Bereich Mittelspannungsschaltanlage und Transformator

Tab. 4: Wartungstätigkeiten Mittelspannungsschaltanlage und Transformator

Komponente	Wartungstätigkeit
Mittelspannungsschaltanlage	Eine Sichtprüfung der Mittelspannungsschaltanlage wird durchgeführt.
Transformator	Eine Sichtprüfung des Transformators wird durchgeführt. Das korrekte Auslösen der Mittelspannungsschaltanlage und der Fallklappenrelais wird geprüft. Ölproben werden entnommen.

6 Bereich Fundament und Turm

Tab. 5: Wartungstätigkeiten Fundament und Turm

Komponente	Wartungstätigkeit
Aufstiegshilfe	Eine Sicht- und Funktionsprüfung der Aufstiegshilfe wird durchgeführt.
Fundament	Eine Sichtprüfung der Erdauflast wird durchgeführt. Eine Sichtprüfung des Fundaments innen und außen wird durchgeführt. Eine Sichtprüfung der Anschlussfahnen der Fundament-erder wird durchgeführt.
Sicherheitssteigleiter	Eine Sichtprüfung der Sicherheitssteigleiter wird durchgeführt.
Turm	Eine Sichtprüfung des Turms wird durchgeführt. Eine Sichtprüfung der Schraubverbindungen wird durchgeführt.
Turmkühlung	Eine Sichtprüfung der Turmkühlung wird durchgeführt.

16.1.6 Zuwegung, Kabelverbindung, Kranstellfläche

Anlagen:

- 16.1.6_PLM-SiteL-SP106-E-138 EP3 E2_131 m HST-Rev000de-de.pdf

Spezifikation

Zuwegung und Baustellenflächen

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2

131 m Hybrid-Stahlurm

Herausgeber ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	PLM-SiteL-SP106-E-138 EP3 E2_131 m HST-Rev000de-de		
Vermerk	Originaldokument		
Vertraulichkeit	NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2020-02-14	de	DB	ENERCON PLM GmbH / Site Logistics & Processes

NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG

NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG

Mitgelte Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in Klammern. Die Titel von übergeordneten Normen und Richtlinien werden im Sprachoriginal oder in der englischen Übersetzung angegeben. Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Dokument-ID	Dokument
PLM-PM-ABT004	Baustellenordnung für den Bau von ENERCON Windenergieanlagen und Windparks

Inhaltsverzeichnis

	Mitgeltende Dokumente	4
1	Einleitung	7
2	Montage der Windenergieanlage	8
	2.1 Anlieferung der Turmsegmente und WEA-Komponenten	8
	2.2 Montage des Turms	8
	2.3 Montage der Gondel	8
3	Kranteknik	9
	3.1 Eingesetzte Kranteknik	9
	3.2 Aufbau des Krans mit Gittermast	9
4	Transport und Logistik	10
	4.1 Generelles	10
	4.2 Aufbau- und Logistikkonzept	10
5	Zuwegung	11
	5.1 Trassierung	11
	5.1.1 Kreuzungs- und Kurvenbereiche	13
	5.1.2 Kuppen, Wannen und Steigungen	15
	5.1.3 Lichtraumprofil	17
	5.2 Aufbau der Zuwegung	18
	5.2.1 Anforderungen	18
	5.2.2 Untergrund und Oberbau	19
	5.2.2.1 Untergrund und Erdreich	20
	5.2.2.2 Untere Tragschicht	20
	5.2.2.3 Obere Tragschicht	20
6	Baustellenflächen	22
	6.1 Arbeitsbereich am WEA-Standort	22
	6.1.1 Anforderungen	24
	6.1.1.1 Kranstellfläche	25
	6.1.1.2 Montagefläche	26
	6.1.1.3 Lagerfläche	27
	6.1.1.4 Arbeitsebene (falls erforderlich)	27
	6.1.2 WEA-Standorte in Waldgebieten	28
	6.2 Kranauslegermontagefläche	29
	6.3 Zentrale Anlaufstelle	30

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

CM	Construction Manager (Gesamtbauleiter)
GPM	General Project Manager (Gesamtprojektleiter)
GST	Großraum- und Schwertransport
HST	Hybrid-Stahlurm
WEA	Windenergieanlage

Größen, Einheiten, Formeln

D_{Pr}	Verdichtungsgrad nach Proctorversuch
E_{V1}	Errechneter Verformungsmodul des ersten Belastungszyklus eines statischen Plattendruckversuchs
E_{V2}	Errechneter Verformungsmodul des zweiten Belastungszyklus eines statischen Plattendruckversuchs

1 Einleitung

Sorgfältige Planung und Ausführung der Baustelleninfrastruktur sind die Basis für die wirtschaftliche Abwicklung der Baustelle. Die Transportwege und Baustellenflächen im Windpark müssen einen sicheren und wirtschaftlichen Baustellenverkehr gewährleisten. Eine störungsfreie Funktionalität ist über den gesamten Nutzungszeitraum sicherzustellen.

Diese Spezifikation beschreibt die Anforderungen an Zuwegung und Baustellenflächen für die Windpark-Infrastruktur. Diese Anforderungen müssen bei der Planung und Ausführung eingehalten werden. Das Dokument PLM-PM-ABT004 „Baustellenordnung für den Bau von ENERCON Windenergieanlagen und Windparks“ muss in diesem Zusammenhang ebenfalls beachtet werden.

Diese Spezifikation gilt für den Transport sowie Aufbau mit einem Standard-Großkran einer WEA mit der Turmbezeichnung:

- E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01

2 Montage der Windenergieanlage

Der Aufbau der WEA erfolgt in mehreren Abschnitten. Diese Abschnitte sind der Fundamentbau, ggf. die Tiefgründung, Aufbau und Montage des Turms und der Gondel. Um wirtschaftlich in kurzer Zeit die Fertigstellung der WEA zu ermöglichen, werden je nach Windparkgröße projektbezogene Aufbauprozesse entwickelt. Somit können die Arbeitsschritte, wie in den folgenden Unterkapiteln beschrieben, parallel im Windpark durchgeführt werden.

2.1 Anlieferung der Turmsegmente und WEA-Komponenten

Die Anlieferung der Stahlurmsegmente und der Sektionsbleche und Trägerkonstruktionen für die Sektionen des modularen Stahlurms erfolgt abhängig vom Aufbauprozess auf die jeweilige Baustellenfläche oder Logistikfläche (siehe *Aufbau- und Logistikkonzept*, S. 10). Die anderen WEA-Komponenten werden zum Aufbau der WEA direkt an die vorgesehenen Stellflächen transportiert (z. B. Montagefläche).

Die Turm-Anlagenteile werden zeitlich vorab angeliefert. Die Lagerung am Standort ist nach einem festgelegten Stau-Plan durchzuführen. Die benötigten Baustellenflächen oder Logistikflächen sind exakt nach dieser Spezifikation zu dimensionieren und zu errichten.

2.2 Montage des Turms

Abhängig vom Aufbauprozess kann die Montage des Hybrid-Stahlurms (HST) auf verschiedene Art und Weise erfolgen. Standardmäßig erfolgt die Montage in zwei Abschnitten: die MST-Turmsektionen werden in einem separaten Gewerk direkt auf der vorgesehenen Stellfläche vormontiert (z.B. auf der Montagefläche) und anschließend mit der geeigneten Krantechnik eingehoben und verschraubt.

Die restlichen Stahlrohrurmsektionen werden anschließend an der vorgesehenen Stellfläche geliefert. Anschließend werden die Stahlrohrurmsektionen mit der benötigten Krantechnik eingehoben und miteinander verschraubt.



Ein projektspezifisches Aufbau- und Logistikkonzept kann durch den ENERCON GPM erstellt werden.

2.3 Montage der Gondel

Die Gondel-Komponenten werden direkt zu den vorgesehenen Stellflächen angeliefert (z. B. Montagefläche). Nach Abschluss der Vormontage wird die vormontierte Gondel mit der einzusetzenden Krantechnik eingehoben und auf dem Turm montiert.

3 Krantechnik

3.1 Eingesetzte Krantechnik

Die Auswahl der jeweiligen Krantypen erfolgt bei der Planung des Windparkkonzepts. Die maximale Bodenpressung unterhalb der Kranketten bzw. Kranpratzen wird mit Lastverteilungsplatten begrenzt. Die maximal zulässige Bodenpressung (siehe Kap. 6.1.1.1, S. 25) ist durch geotechnische Berechnungen nachzuweisen. Beim Einsatz von Raupenkrantechnik ist es u. a. möglich, teilabgerüstet von Standort zu Standort fahren. Dazu müssen vorab auf der Krantrasse die Tragfähigkeit des Bodens (siehe Kap. 6.1.1.1, S. 25) und das lichte Raumprofil (siehe Kap. 5.1.3, S. 17) geprüft werden.

3.2 Aufbau des Krans mit Gittermast

Zur Anlagenerrichtung wird ein Kran mit Gittermast verwendet. Diese Krantechnik stellt besondere Anforderungen an die Kranstellfläche (siehe Kap. 6.1.1.1, S. 25) und benötigt ausreichend Platz zur Gittermastmontage (siehe Kap. 6.1.1.1, S. 25 und Kap. 6.2, S. 29). Das Grundgerät und die einzelnen Kranteile (z. B. Gittermaststücke, Ballast, Anbauteile) werden in der benötigten Anzahl von LKW-Transporten in den Windpark geliefert. Der Aufbau des Krans mit Gittermast erfolgt in folgenden Einzelschritten:

- Anlieferung des Grundgeräts inklusive Hilfskrane
- Ausrichtung des Krans auf der Kranstellfläche
- Anfahrt von ca. 35 LKW zur Anlieferung des Krans
- Gittermastmontage am Standort

Für die Gittermastmontage wird die vorhandene Zuwegung zur Kranstellfläche genutzt. Ist diese nicht nutzbar, ist eine temporäre Behelfsstraße erforderlich.

4 Transport und Logistik

4.1 Generelles

Für den Aufbau einer WEA wird eine große Anzahl von Schwertransporten benötigt. Diese Schwertransporte sind für die Anlieferung der Turmkomponenten, der Anlagenkomponenten, der Krantechnik, für Baugrundverbesserungsmaßnahmen und den Fundamentbau nötig. Diese zum Teil genehmigungspflichtigen Schwertransporte dürfen eine maximale Achslast von 12 t nicht überschreiten.

4.2 Aufbau- und Logistikkonzept

Für größere Windparks, aber auch für WEA an Standorten mit besonderen Anforderungen (z. B. Industriegelände, Deichstandorte, Bergstandorte), werden spezielle Aufbau- und Logistikkonzepte angewendet. Um eine optimale Projektabwicklung zu ermöglichen, sind die örtlichen Gegebenheiten direkt in das Konzept einzubinden. Je nach WEA-Typ, Aufbau- und Logistikkonzept werden zusätzliche Flächen benötigt z. B. eine Logistikfläche und/oder Rotorblattlagerfläche. Die logistischen Mehrkosten trägt der Kunde.

5 Zuwegung

Die Zuwegung innerhalb des Windparks ist ein integraler Bestandteil zur Versorgung der jeweiligen WEA-Standorte mit Material. Weiterhin gewährleistet die Zuwegung die Kranbewegungen im Windpark. Die Zuwegung dient über den gesamten Projektverlauf als Zufahrt für alle Transportarten. Daneben wird die Zuwegung auch für den Rückbau der WEA benötigt. Das Zuwegungs- und Baustellenflächenkonzept sowie die Bauausführung werden entsprechend dieser Spezifikation ausgelegt.



Wichtig: Eine unzureichende Bemessung oder Dimensionierung der Zuwegung kann die Logistik- und Aufbaukosten während des Projektverlaufs erheblich erhöhen. Außerdem steigt die Gefahr von Verzögerungen im Bauablauf.

5.1 Trassierung

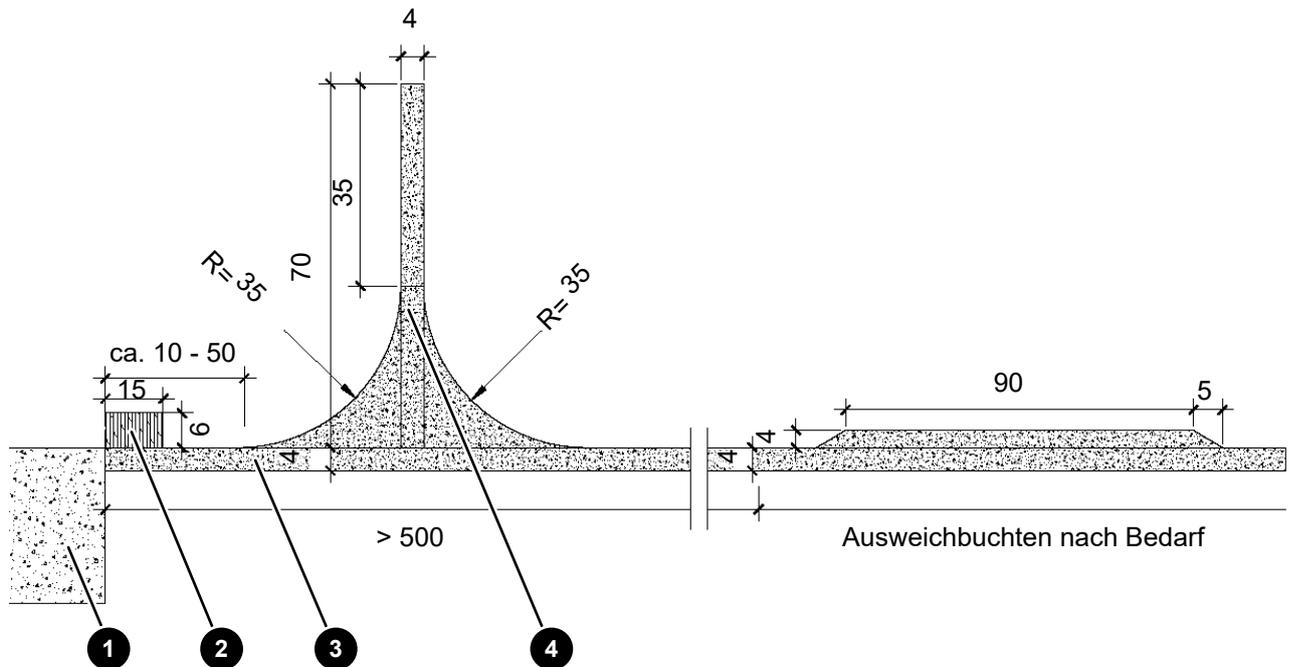


Abb. 1: Trassierungselemente (alle Maßangaben in Meter)

1	Kranstellfläche	2	Parkfläche
3	Zuwegung	4	Wendefläche

Der Einsatz von Groß- und Schwerlasttransporten stellt besondere Anforderungen an die interne Windpark-Zuwegung, an Kreuzungs- und Kurvenbereiche, die Windparkeinfahrten und die öffentlichen Straßen.

Trassierungselemente

Größtenteils werden zur Komponentenanlieferung Transportkombinationen mit Überbreite und hohem Gesamtgewicht eingesetzt. Aufgrund des enormen Transportaufwands und der Transportkosten wird die Trassierung der Windpark-internen Zuwegungen kurz und geradlinig geplant. Die Streckenführung wird so gewählt, dass ein Rück-

NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG

wärtsfahren von Schwertransporten im beladenen Zustand vermieden wird. Befinden sich WEA-Standorte in einer Sackgassenlage, die eine Länge von 500 m überschreitet, wird die Zuwegung zum Standort mit einer Wendefläche versehen. Die Wendefläche hat eine Länge von min. 70 m. Je nach Örtlichkeit können Wendeflächen auch in kürzeren Abständen (unter 500 m) nötig sein. Diese Notwendigkeit wird durch den ENERCON GPM festgelegt. Auf längeren Zuwegungen werden Ausweichmöglichkeiten bzw. Parkbuchten in ausreichender Anzahl und Länge in Absprache mit dem ENERCON GPM eingeplant.



Ausweichmöglichkeiten ermöglichen einen flüssigen Verkehrsfluss im Begegnungsverkehr und werden ebenso für freie Rettungswege bzw. Rettungsgassen benötigt.

Windparkeinfahrt

Bei Windparkeinfahrten von öffentlichen Straßen ist es empfehlenswert, die ersten 50 m der Einfahrt zu asphaltieren. Somit wird eine Reifenselbstreinigung des Baustellenverkehrs ermöglicht. Die Notwendigkeit ist je nach den örtlichen Begebenheiten in Absprache mit dem ENERCON GPM zu prüfen.



Bei der Einfahrt von öffentlichen Straßen müssen mögliche behördliche Auflagen beachtet werden!

Parkplätze für Langtransporte

Im Windpark oder in unmittelbarer Nähe müssen eine oder mehrere Flächen ausgewiesen werden, auf denen mindestens 3 Langtransporte zwischengeparkt werden können. Damit wird gewährleistet, dass wartende Transportfahrzeuge den übrigen Baustellenverkehr nicht behindern. Zu den Langtransporten zählen Transporte von Rotorblättern oder Stahlsektionen von Türmen. Als Flächen eignen sich z. B. Ausweichbuchten.

Hindernisse im Trassenverlauf

Sind im Trassenverlauf besondere Hindernisse zu queren, werden diese für den überlaufenden Verkehr deutlich sichtbar gemacht. Bei Überquerungen von Leitungen (z. B. Pipelines, Gasleitungen) erfolgt vorab eine Untersuchung zur Überfahrbarkeit. Das Untersuchungsergebnis wird dem ENERCON GPM zur Einsicht vorgelegt. Ebenfalls wird eine Genehmigung vom Leitungsbetreiber für das Überfahren eingeholt. Leitungen sind durch spezielle Überbauten konstruktiv zu sichern. Um einen Kontakt mit dem Baustellenverkehr zu vermeiden, werden unterquerte Freileitungen deutlich mit Höhenbegrenzungsmarkierungen gekennzeichnet (z. B. durch Holzgestelle).

5.1.1 Kreuzungs- und Kurvenbereiche

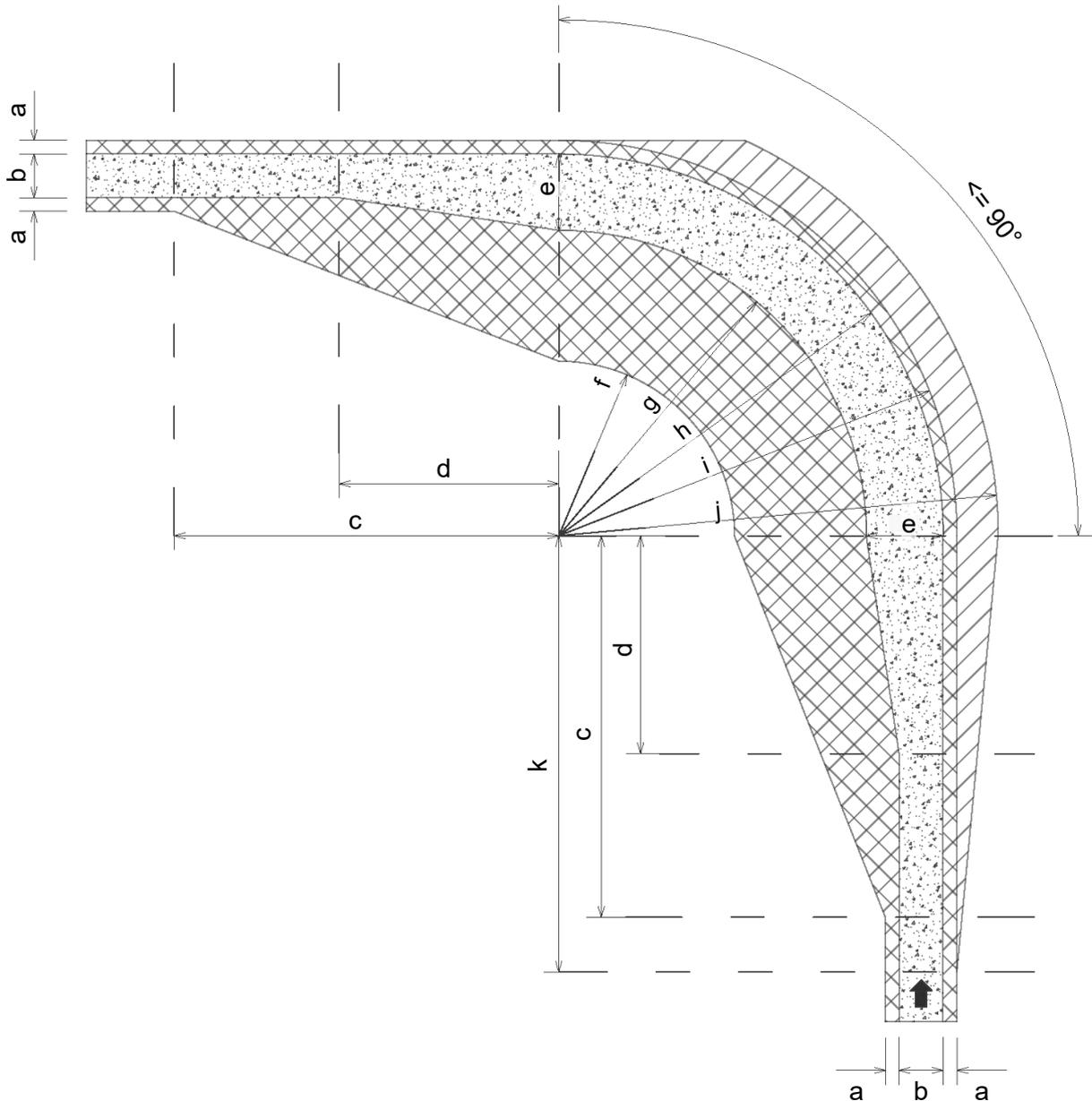


Abb. 2: 90-Grad-Kurve (Konstruktionsschema)

a	1,25 m	Seitlicher Überschwenkbereich (inkl. Sicherheitsabstand)	b	4 m	Befahrbare Breite der Fahrbahn in Geraden
c	35 m	Länge innerer Überschwenkbereich in Kurveneinfahrt	d	35 m	Länge der Kurveneinfahrt
e	7 m	Befahrbare Breite der Fahrbahn in Kurven	f	28 m	Innenradius Überschwenkbereich
g	38 m	Innenradius Kurve	h	45 m	Außenradius Kurve
i	46,25 m	Innenradius äußerer Überschwenkbereich	j	50 m	Außenradius äußerer Überschwenkbereich
k	50 m	Länge äußerer Überschwenkbereich in Kurveneinfahrt			

NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG

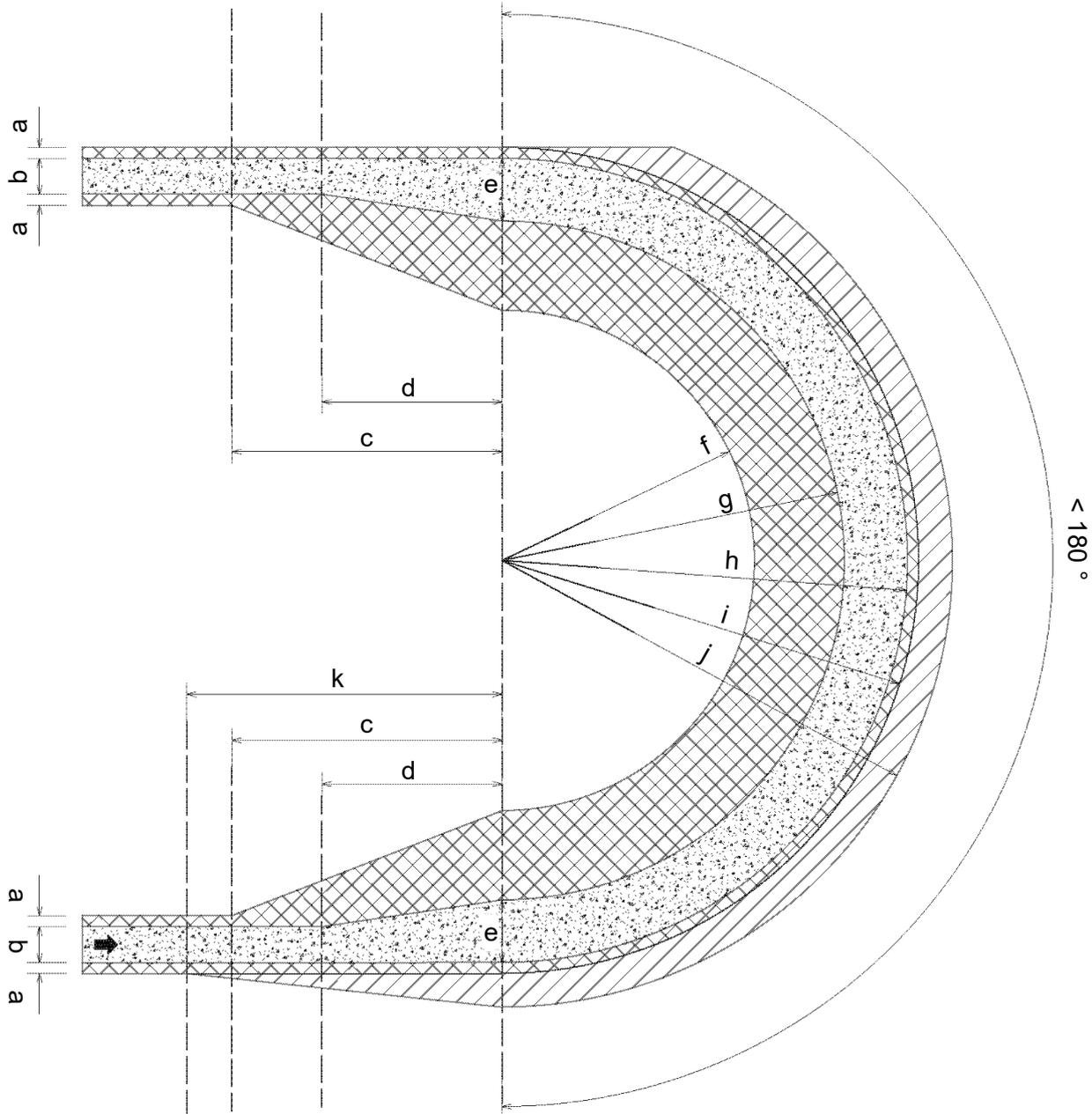


Abb. 3: 180-Grad-Kurve (Konstruktionsschema)

a	1,25 m	Seitlicher Überschwenkbereich	b	4 m	Befahrbare Breite der Fahrbahn in Geraden
c	35 m	Länge innerer Überschwenkbereich in Kurveneinfahrt	d	35 m	Länge der Kurveneinfahrt
e	7 m	Befahrbare Breite der Fahrbahn in Kurven	f	32 m	Innenradius Überschwenkbereich
g	43 m	Innenradius Kurve	h	50 m	Außenradius Kurve
i	51,25 m	Innenradius äußerer Überschwenkbereich	j	55 m	Außenradius äußerer Überschwenkbereich
k	50 m	Länge äußerer Überschwenkbereich in Kurveneinfahrt			

NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG

Maßgebend für die Dimensionierung der Kurven ist die längste Transportkombination. Die Kurven und Überschwenkbereiche werden gemäß den in der Zeichnung angegebenen Maßen konstruktiv realisiert. Der Innenradius für die befahrbare Zuwegung darf nicht kleiner als 38 m sein. Wenn diese Vorgabe aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht eingehalten werden kann, muss zwingend mit dem ENERCON GPM Rücksprache über eine Alternativlösung gehalten werden.

Überschwenkbereiche Überschwenkbereiche sind in den angegebenen Abmessungen frei von Hindernissen. Die Bereiche erfordern unterschiedliche überschwenkbare Höhen sowohl im Innenbereich als auch im Außenbereich.

Tab. 1: Höhe der Überschwenkbereiche

Parameter	Anforderung
Höhe des äußeren Überschwenkbereichs in Kurven im Verhältnis zur Fahrbahn	≤ 1,25 m
Höhe des seitlichen Überschwenkbereichs in Geraden und Kurven im Verhältnis zur Fahrbahn	≤ 0,15 m

5.1.2 Kuppen, Wannen und Steigungen

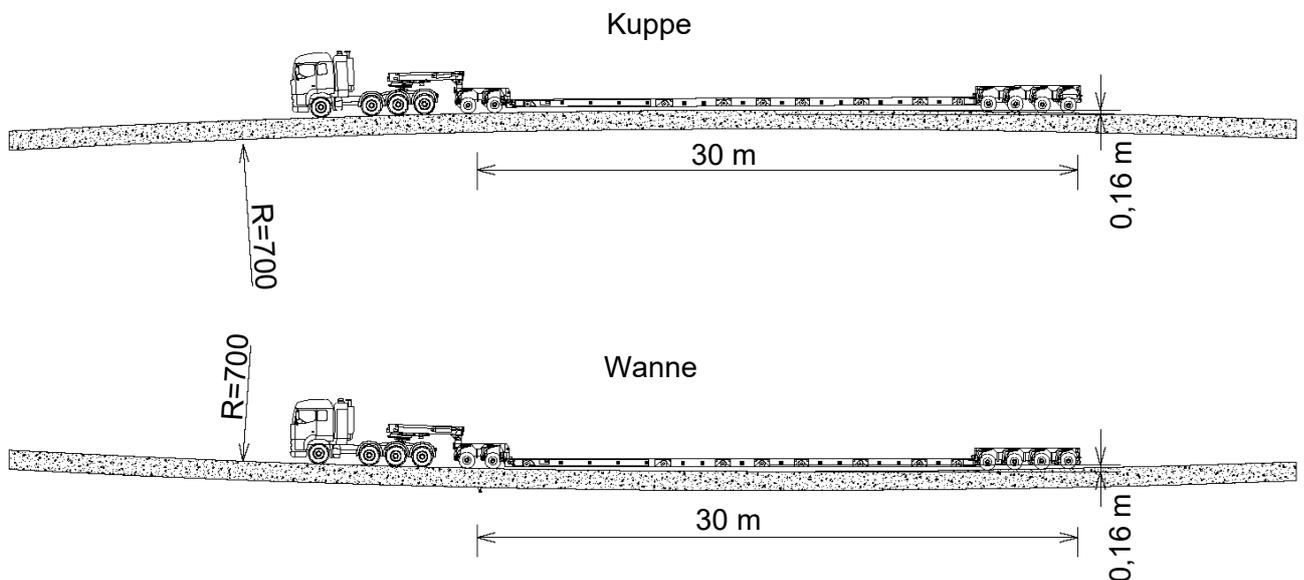


Abb. 4: Kuppe und Wanne, $R=700\text{ m}$

Für die Komponentenanlieferung werden Fahrzeuge mit einer Gesamtlänge von bis zu 78 m eingesetzt. Für diese überlangen Transportkombinationen dürfen die Zuwegungen einen Kuppen- und Wannenmindesthalbmesser von 700 m nicht unterschreiten. Somit wird ein Aufsetzen verhindert z. B. bei Tiefbett-Transportkombination.

In speziellen Fällen kann der Radius auf $R=400\text{ m}$ verkleinert werden. Dies erfordert jedoch den Einsatz spezieller Transportkombinationen, die das Tiefbett auf eine Höhe von min. 45 cm anheben können. Der $R=400\text{ m}$ entspricht einer Überhöhung (Kuppe) bzw. einer Absenkung (Wanne) von 0,26 m auf einer Länge von 30 m.

Steigungen bzw. Gefälle Steigungen bzw. Gefälle auf der Zuwegung können nur bis zu einer max. Steigung von ≤ 12 % durch GST bewältigt werden. Ab einer Steigung von 7 % wird eine gebundene Tragdeckschicht (z. B. Asphalt, Beton) verbaut. Dadurch wird eine kraftschlüssige Traktion der Transportfahrzeuge ermöglicht. Im Einzelfall können Zughilfen erforderlich sein (Standorte im Hügelland, Gebirge). Dies wird vorab im Detail mit dem ENERCON GPM geklärt. Der ENERCON GPM muss die wirtschaftlichen und terminlichen Auswirkungen bewerten.

Tab. 2: Anforderungen an das Längsprofil der Zuwegung

Parameter	Anforderung
Steigungen/Gefälle bei ungebundener Deckschicht	≤ 7 %
Steigungen/Gefälle bei gebundener Deckschicht	≤ 12 %
Steigungen innerhalb Kurven mit Seitenneigung	≤ 4 %
Bodenfreiheit der Transportfahrzeuge	0,10 m
Radius Bergkuppe/Talsole	700 m



Bei der Verwendung von Kuppen und Wannen in der Trassierung mit Radien zwischen $R=700$ m bis $R=400$ m wird mit dem ENERCON GPM Rücksprache gehalten.

5.1.3 Lichtraumprofil

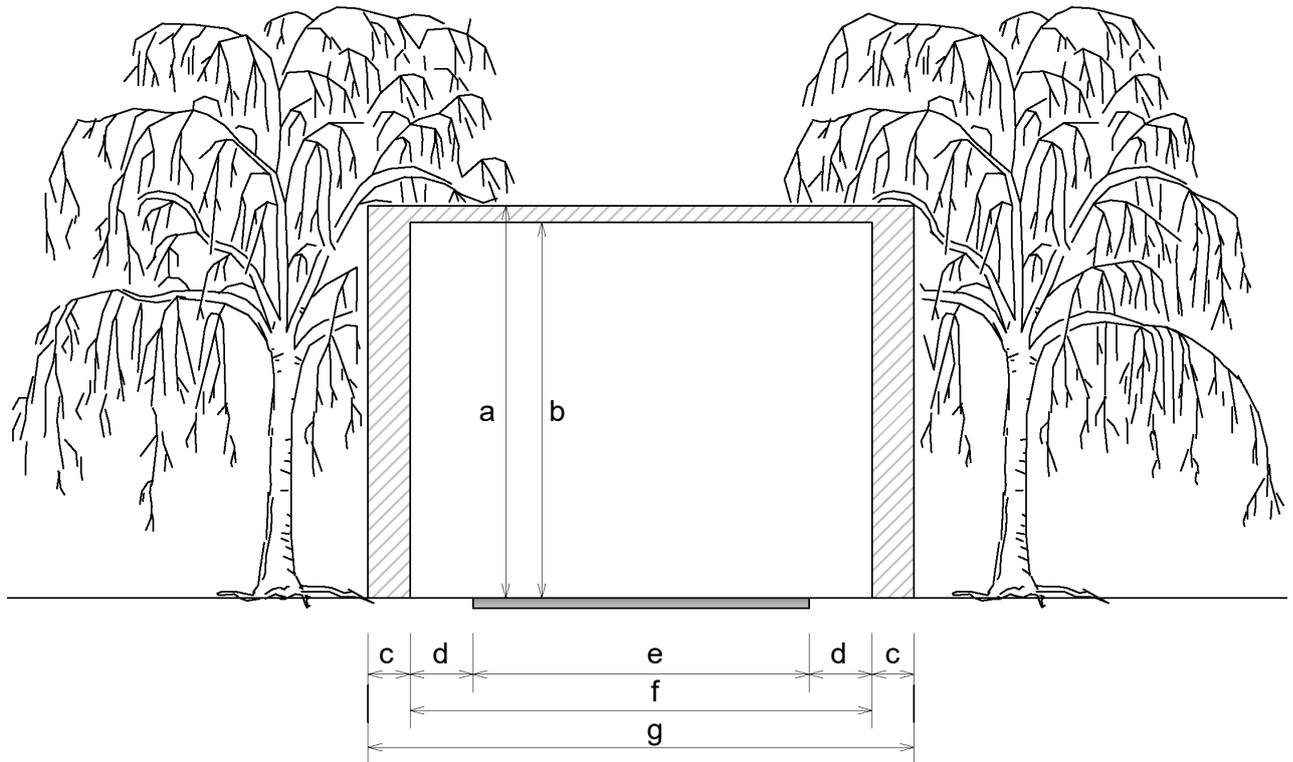


Abb. 5: Lichtraumprofil

a	4,6 m	Lichte Durchfahrtshöhe	b	4,5 m	Lademaß Höhe
c	0,25 m	Seitlicher Sicherheitsabstand	d	1 m	Seitlicher Überschwenkbereich
e	4 m	Befahrbare Breite der Fahrbahn	f	6 m	Lademaß Breite
g	6,50 m	Lichte Durchfahrtsbreite			

Für die GST muss ein bestimmtes liches Raumprofil oberhalb der Zuwegung vorhanden sein. Mit der Einhaltung dieses Raumprofils wird die ungehinderte Durchfahrt aller Transporte auf der Zuwegung sichergestellt. Das Raumprofil definiert jenen Raum, der während der Baumaßnahme frei von Hindernissen aller Art gehalten werden muss z. B. von Bauwerken, Versorgungsleitungen, Masten, Bäumen und Ästen.

5.2 Aufbau der Zuwegung

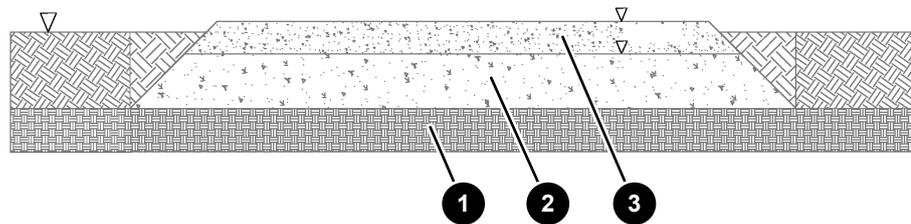


Abb. 6: Schematischer Aufbau der Zuwegung

1	Tragfähiger Untergrund	2	Untere Tragschicht
3	Obere Tragschicht		

Die obere Tragschicht wird mit einer Querneigung oder einem Dachprofil mit einem Gefälle von 2 – 3 % profiliert. Somit ist eine Entwässerung zur Seite sichergestellt. Eine befahrbare Breite von 4 m ist sicherzustellen. Der Seitenbereich (Bankett) ist ebenfalls tragfähig zu konstruieren (Lastabtragungswinkel der Tragschicht beachten).

- Angaben zum Längsprofil siehe Kap. 5.1.2, S. 15



Der tatsächliche konstruktive Aufbau wird anhand der vorherrschenden Bodenverhältnisse vom Straßenplaner bemessen und festgelegt und vor der Ausführung mit dem ENERCON GPM abgestimmt.

5.2.1 Anforderungen

Erkundung

Der konstruktive Aufbau der Zuwegung wird abhängig von der Beschaffenheit des Untergrunds unterschiedlich ausgelegt. Der Untergrund ist durch Baugrundaufschlussbohrungen und -sondierungen ausreichend zu erkunden. Anzahl und Tiefe der Untersuchungen sind vom Baugrundgutachter abhängig vom Untergrundaufbau festzulegen. Auf Grundlage der Baugrunduntersuchungsergebnisse wird der konstruktive Aufbau der Zuwegung festgelegt.

Gebrauchstauglichkeit

Die Zuwegungen werden für die auftretende Verkehrsbelastung ausreichend tragfähig und gebrauchstauglich über die gesamte Nutzungsdauer hergestellt. Die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit müssen auch bei starken Regenfällen gegeben sein. Es ist sicherzustellen, dass die obere Tragschicht dauerhaft frei von Schlaglöchern ist. Die maximale Spurrillentiefe ist auf 7,5 cm zu begrenzen. Es wird ebenfalls konstruktiv eine Entwässerung der Zuwegung eingeplant. Bei Schneefällen und Vereisungen muss durch Schneeräum- und Streudienst die sichere Befahrbarkeit gewährleistet werden.



Schneeräum- und Streudienst sind Aufgabe des Windparkbetreibers.



Die Ausführungsplanung sowie alle Vorgaben zur Prüfung, Untersuchungen, Auswertungen und Nachweise sind dem ENERCON GPM unaufgefordert zur Prüfung vorzulegen.

5.2.2 Untergrund und Oberbau

Um einen sicheren, funktionalen und wirtschaftlichen Transportfluss während der Baumaßnahme zu ermöglichen, sind folgende Anforderungen zwingend einzuhalten:

Tab. 3: Mindestanforderungen an die Zuwegung

Parameter	Anforderung
Befahrbare Breite der Zuwegung	4 m
Maximal zulässige Spurrillentiefe	7,5 cm
Seitenneigung der Zuwegung speziell in Kurven und an Steigungen	2 - 3 %
Seitenneigung der Zuwegung (nur auf geraden Strecken ohne Steigung/Gefälle)	≤ 5 %
Maximale Achslast	12 t
Maximales Gesamtgewicht der Transportkombination	160 t
Verformungsmodul untere Trag-schicht	$D_{Pr} \geq 100 \% / E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$
Verformungsmodul obere Trag-schicht	$D_{Pr} \geq 100 \% / E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$

Die geforderten Verformungsmodule werden vom ausführenden Unternehmen für die jeweils eingebaute Schicht geprüft und protokolliert. Bei Nichteinhaltung der geforderten Werte werden Maßnahmen zur Verbesserung vorgenommen. Generell empfiehlt sich ein statischer Plattendruckversuch auf den jeweils eingebauten Lagen.

Abhängig vom Geotechnischen Bericht ist ein statischer Plattendruckversuch alle 200 – 500 m auf der Zuwegung durchzuführen. An Übergängen von bestehenden Straßen zu Baustraßen, an Kreuzungen sowie an Abzweigungen sind ebenfalls statische Plattendruckversuche durchzuführen.

Folgende Punkte sind zu prüfen und die Ergebnisse zu protokollieren:

- Aufbau der Zuwegung (Material und Einbaustärke)
- Ausreichende Verdichtung des Baumaterials
- Tragfähigkeit der Zuwegung
- Tragfähigkeit von Brücken
- Tragfähigkeit von Durchlässen und Verrohrungen
- Abstände zu Gräben, Vertiefungen und Gewässern
- Abstände zu Kabeltrassen und Freileitungen
- Überfahrbarkeit von verlegten Leitungen (z. B. Pipelines)



Es kann sinnvoll sein (lange Verkehrswege, schlechter Baugrund), die Zuwegung nicht auf Grundlage der vorgegebenen Verformungsmodule, sondern aufgrund der Verkehrsbelastung unter Berücksichtigung der Achsübergänge zu bemessen.



Um die befahrbare Breite der Zuwegung von 4,0 m einzuhalten, muss die Zuwegung wegen des Lastabtrags auf 4,5 m oder breiter ausgebaut werden.

5.2.2.1 Untergrund und Erdreich

Ein tragfähiger Untergrund ist die Basis zur Aufnahme der hohen Flächenpressung durch GST und eingesetzte Krantechnik. Daher werden ggf. der Mutterboden und evtl. anstehende, nicht-tragfähige Böden bis zur ersten tragfähigen Schicht aus gewachsenem Boden ausgekoffert. Sind bindige und organische Böden nicht tragfähig, werden diese ausgetauscht und durch lagenweise verdichtetes, geeignetes Füllmaterial (z. B. Sand) ersetzt. Alternativ sind auch weitere technische Verfahren anwendbar (z. B. Vermörtelung, Geogitteraufbau).

Die Tragfähigkeit des Untergrunds muss nachgewiesen werden. Der benötigte Lastausbreitungswinkel der geplanten Zuwegung wird beim Auskoffern in der Breite miteinkalkuliert.

5.2.2.2 Untere Tragschicht

Die untere Tragschicht besteht bei Windpark-internem Zuwegungsbau aus ungebundenen Materialien wie Sand, Kies oder gebrochenem Naturstein. Über diese Tragschicht werden die Verkehrslasten in den Untergrund abgeleitet. Die Tragschicht muss den klimatischen und mechanischen Beanspruchungen standhalten. Das eingebaute Material muss für den Straßenbau zertifiziert sein. Die Sieblinien der eingebauten Materialien haben den länderspezifischen Verordnungen in der jeweils gültigen Fassung zu entsprechen. Die Eignung des Materials ist durch aktuelle Prüfzeugnisse vor dem Einbau nachzuweisen. Das Erreichen der notwendigen Tragfähigkeit wird über eine abgestufte Korngrößenverteilung sichergestellt und ist mit dem Baugrundgutachter abzustimmen.

Ziegelbruch wird als Schüttgut für die Tragschicht nicht genutzt. Das Material wird durch Feuchtigkeit zerrieben und verliert seine Festigkeit.

Die fachgerechte Verdichtung der Tragschicht ist lagenweise sicherzustellen.

5.2.2.3 Obere Tragschicht

Material Als Material für die obere Tragschicht wird zertifiziertes gebrochenes Schüttgut verwendet z. B. Schotter oder gebrochener Naturstein. Es wird eine Gesteinskörnung im Bereich von 0/32 – 0/45 mm verwendet. Der Feinanteil der Gesteinskörnung darf 5 % nicht überschreiten. Die Sieblinie der eingebauten Materialien hat den länderspezifischen Verordnungen in der jeweils gültigen Fassung zu entsprechen. Die Eignung des Materials ist durch aktuelle Prüfzeugnisse vor dem Ein-

bau nachzuweisen. Die obere Tragschicht wird gleichmäßig mit einer Überhöhung von min. 10 cm zum anliegenden Gelände eingebaut. Die Mindestschichtstärke beträgt 25 cm.

Um den Beanspruchungen der hohen Verkehrslasten gerecht zu werden, wird die obere Tragschicht lagenweise fachgerecht verdichtet.

Gebundene obere Tragschicht

Weist die Zuwegung eine Steigung von 7 % bis max. 12 % auf, wird die obere Tragschicht hydraulisch oder bituminös gebunden. Die obere Tragschicht ermöglicht einen kraftschlüssigen Verbund zum überfahrenden GST und verhindert das Durchdrehen der Räder.

Windparkeinfahrt

Bei Windparkeinfahrten von öffentlichen Straßen ist es empfehlenswert, die ersten 50 m der Einfahrt zu asphaltieren. Somit wird eine Reifenselbstreinigung des Baustellenverkehrs ermöglicht. Die Notwendigkeit ist je nach den örtlichen Begebenheiten in Absprache mit dem ENERCON GPM zu prüfen.

6 Baustellenflächen

6.1 Arbeitsbereich am WEA-Standort

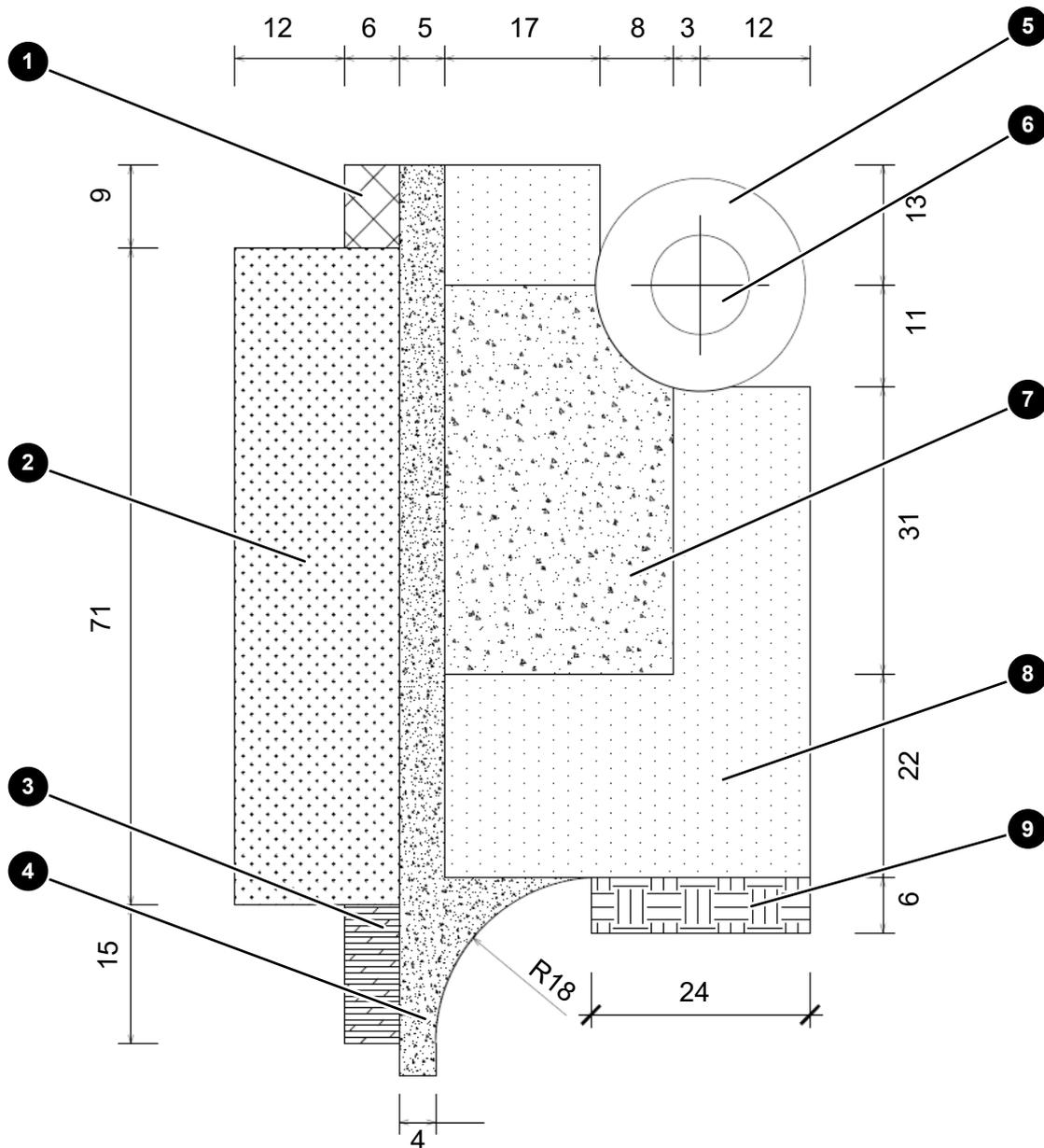


Abb. 7: Arbeitsbereich am WEA-Standort, Baumaß (alle Maßangaben in Meter)

1	Parkfläche	2	Lagerfläche
3	Müllsammelplatz	4	Zuwegung
5	Fundament	6	Turm
7	Kranstellfläche	8	Montagefläche
9	Containerzone		

Im Arbeitsbereich am Standort der zu errichtenden WEA werden unterschiedliche Tätigkeiten durchgeführt. Dies reicht vom Fundamentbau bis hin zum Aufsetzen der Gondel auf den Turm. Der Arbeitsbereich besteht aus verschiedenen Baustellenflächen zur Montage und Lagerung von WEA-Komponenten, für die unterschiedliche Anforderungen gelten. Ausreichend groß dimensionierte und tragfähige Baustellenflächen sind daher für einen sicheren und wirtschaftlichen Projektablauf zwingend notwendig.

Herstellablauf

Die Kranstellfläche und die Montagefläche werden in zwei Bauabschnitten erstellt. Im ersten Bauabschnitt wird der Unterbau der kompletten Fläche erstellt. Die obere Tragschicht aus Schotter wird bis auf einen Abstand von ca. 16,5 – 18 m zum Fundamentmittelpunkt aufgetragen. Sofern eine Arbeitsebene erforderlich ist, wird diese nach Rücksprache mit dem ENERCON GPM innerhalb des ersten Bauabschnitts fertiggestellt.

Nach Abschluss der Fundamentbauarbeiten wird im zweiten Bauabschnitt die obere Tragschicht der Kranstellfläche und der Montagefläche bis an die Fundamentkante bzw. an den Fundamentsockel vervollständigt. Der Bereich um das Fundament muss während des Turm- und WEA-Aufbaus eben und nutzbar sein. Die Kranstellfläche wird auf der kompletten Fläche gemäß den Mindestanforderungen überarbeitet und profiliert.



Wichtig: Eine unzureichende Bemessung oder Dimensionierung der Kranstellflächen kann die Logistik- und Aufbaukosten während des Projektverlaufs erheblich erhöhen. Außerdem steigt die Gefahr von Verzögerungen im Bauablauf.

Baustellenflächen über Geländeoberkante

Sofern Baustellenflächen mit einer Höhendifferenz > 0,30 m zum umliegenden Gelände angelegt werden, werden die Seitenbereiche mit 45 ° abgebösch. Abhängig von der Höhe der Böschung ergibt sich ein umlaufender Streifen, der nicht belastet werden darf. Gegebenenfalls ist die Fläche zu vergrößern, um die erforderliche Nutzfläche herzustellen.

Fundamente unter Geländeoberkante

Die Höhendifferenz zwischen Oberkante Kranstellfläche und Oberkante Fundament beträgt $\leq 0,20$ m. Eine Abweichung von diesem Standard kann den Einsatz größerer Krantechnik erforderlich machen. Dies erfordert Mehrkosten und eine längere Bauzeit. Ist ein größerer Höhenunterschied erforderlich, wird dies mit dem ENERCON GPM abgesprochen.

Fundamente auf Geländeoberkante

Die Höhendifferenz zwischen Oberkante Kranstellfläche und Oberkante Fundament beträgt $\leq 2,55$ m. Eine Abweichung von diesem Standard kann den Einsatz größerer Krantechnik erforderlich machen. Dies verursacht Mehrkosten und eine längere Bauzeit. Ist ein größerer Höhenunterschied erforderlich, wird dies mit dem ENERCON GPM abgesprochen. Nach dem Aufbau des Turms und der WEA wird abschließend das Fundament angebösch.

- Höhenversatz der Baustellenflächen** Die Kranstellfläche und die Montagefläche müssen sich auf gleichem Höhenniveau befinden. Sollte dies aus geländetechnischen Gründen nicht realisierbar sein, wird mit dem ENERCON GPM Rücksprache gehalten. Ein Höhenversatz hat einen größeren Aufwand in den Arbeitsabläufen der Turm- und WEA-Montage zur Folge. Dies verursacht Mehrkosten und eine längere Bauzeit.
- Lagerung von Erdaushub** Überschüssiger Erdaushub, der während der Bauphase angefallen ist und nicht zum Verfüllen der Fundamentbaugrube verwendet wird, wird ausschließlich außerhalb des Arbeitsbereichs in Mieten gelagert. Beim Anlegen der Erdmieten ist die geplante Kabeltrasse und Kabeleinführung von und zur WEA zu berücksichtigen. Der Mindestabstand der Erdmieten zum Arbeitsbereich beträgt 4 m. Um die Anlieferung der Turm- und WEA-Komponenten nicht zu behindern, darf kein Erdaushub im Überschwenkbereich der Transportfahrzeuge gelagert werden. Dasselbe gilt entlang der Kranauslegermontagefläche. Bei Nichtverwendung wird überschüssiger Erdaushub vollständig entfernt.

6.1.1 Anforderungen

- Erkundung** Der konstruktive Aufbau der Kranstellfläche und der Montagefläche kann sich abhängig von der Beschaffenheit des Baugrunds unterscheiden. Der Baugrund ist durch Baugrundaufschlussbohrungen und -sondierungen ausreichend zu erkunden. Alle setzungs- und grundbruchrelevanten Bodenschichten sind dabei zu erfassen. Anzahl und Tiefe der Untersuchungen sind vom Baugrundgutachter abhängig vom Untergrundaufbau festzulegen. Auf Grundlage der Baugrunduntersuchungsergebnisse wird der konstruktive Aufbau der Kranstellfläche und der Montagefläche festgelegt.

- Gebrauchstauglichkeit** Die Baustellenflächen werden für die auftretenden Belastungen ausreichend tragfähig und gebrauchstauglich über die gesamte Nutzungsdauer hergestellt. Die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit müssen auch bei starken Regenfällen gegeben sein. Die maximale Spurrillentiefe ist auf 7,5 cm zu begrenzen. Es wird ebenfalls konstruktiv eine Entwässerung der Flächen eingeplant. Bei Schneefällen und Vereisungen muss durch Schneeräum- und Streudienst die sichere Befahrbarkeit gewährleistet werden.



Schneeräum- und Streudienst sind Aufgabe des Windparkbetreibers.



Die Ausführungsplanung sowie alle Vorgaben zur Prüfung, Untersuchungen, Auswertungen und Nachweise sind dem ENERCON GPM unaufgefordert zur Prüfung vorzulegen.

6.1.1.1 Kranstellfläche

Auf der Kranstellfläche wird die Krantechnik platziert. Hier finden die Hauptbautätigkeiten statt. Auf diese Fläche wirkt die höchste Beanspruchung aus Verkehrs- und Flächenlasten. Eine unzureichend bemessene oder dimensionierte Kranstellfläche kann zu unvorhersehbaren Bewegungen bzw. zum Umsturz des Krans führen.

Material Als Material für die obere Tragschicht wird zertifiziertes gebrochenes Schüttgut verwendet z. B. Schotter, gebrochener Naturstein oder gleichwertiges Material, mit dem die Anforderungen erfüllt werden können. Die Mindestschichtstärke beträgt 25 cm. Es wird eine Gesteinskörnung im Bereich von 0/32 – 0/45 mm verwendet. Der Feinanteil der Gesteinskörnung darf 5 % nicht überschreiten. Die Sieblinie der eingebauten Materialien hat den länderspezifischen Verordnungen in der jeweils gültigen Fassung zu entsprechen. Die Eignung des Materials ist durch aktuelle Prüfzeugnisse vor dem Einbau nachzuweisen.

Tab. 4: Mindestanforderungen an die Kranstellfläche

Parameter	Anforderung
Oberflächenebenheit	≤ 0,25 %
Mindestbelastbarkeit	200 kN/m ²
Verformungsmodul untere Tragschicht	$D_{Pr} \geq 100 \%$ / $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$
Verformungsmodul obere Tragschicht	$D_{Pr} \geq 103 \%$ / $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$

Die Tragfähigkeit der Kranstellfläche ist durch Grundbruchberechnungen bzw. bei Hanglagen durch Böschungsbruchberechnungen nachzuweisen. Um ein Überschreiten der maximal zulässigen Schiefstellung des Krans zu vermeiden, sind Setzungsberechnungen durchzuführen. Die Kranlasten werden durch Lastverteilungsplatten unterhalb der Ketten bzw. Pratzen auf die angegebene zulässige Bodenpressung reduziert.

Die geforderten geotechnischen Nachweise der Lastverteilung sind jeweils für eine Fläche mit den folgenden Abmessungen zu erbringen:

- 2 m x 10 m
- 5 m x 10 m

Folgende Punkte sind zu prüfen und die Ergebnisse zu protokollieren:

- Aufbau der Baustellenfläche (Material und Einbaustärke)
- Ausreichende Verdichtung des Baumaterials
- Abstände zu Gräben, Vertiefungen und Gewässern
- Abstände zu Kabeltrassen und Freileitungen

6.1.1.2 Montagefläche

Die Montagefläche dient hauptsächlich zur Lagerung der Stahlsektionen, Sektionsbleche und Trägerkonstruktionen und als Arbeitsbereich für die Montage der Sektionen des modularen Stahlturms und der WEA-Komponenten. Diese Fläche wird nur während der Baumaßnahme benötigt und kann nach Abschluss der Arbeiten im Windpark zurückgebaut werden.

Material Als Material für die obere Tragschicht wird zertifiziertes gebrochenes Schüttgut verwendet z. B. Schotter, gebrochener Naturstein oder gleichwertiges Material, mit dem die Anforderungen erfüllt werden können. Die Mindestschichtstärke beträgt 25 cm. Es wird eine Gesteinskörnung im Bereich von 0/32 – 0/45 mm verwendet. Der Feinanteil der Gesteinskörnung darf 5 % nicht überschreiten. Die Sieblinie der eingebauten Materialien hat den länderspezifischen Verordnungen in der jeweils gültigen Fassung zu entsprechen. Die Eignung des Materials ist durch aktuelle Prüfzeugnisse vor dem Einbau nachzuweisen.

Tab. 5: Mindestanforderungen an die Montagefläche

Parameter	Anforderung
Oberflächenebenheit	≤ 1 %
Mindestbelastbarkeit	135 kN/m ²
Verformungsmodul untere Tragschicht	$D_{Pr} \geq 100 \%$ / $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$
Verformungsmodul obere Tragschicht	$D_{Pr} \geq 103 \%$ / $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$

Die Tragfähigkeit der Montagefläche ist durch Grundbruchberechnungen bzw. bei Hanglagen durch Böschungsbruchberechnungen nachzuweisen. Um ein Überschreiten der maximal zulässigen Schiefstellung des Krans zu vermeiden, sind Setzungsberechnungen durchzuführen. Die Kranlasten werden durch Lastverteilungsplatten unterhalb der Ketten bzw. Pratzen auf die angegebene zulässige Bodenpressung reduziert.

Die geforderten geotechnischen Nachweise der Lastverteilung sind jeweils für eine Fläche mit den folgenden Abmessungen zu erbringen:

- 1 m x 8 m
- 3 m x 8 m

Folgende Punkte sind zu prüfen und die Ergebnisse zu protokollieren:

- Aufbau der Baustellenfläche (Material und Einbaustärke)
- Ausreichende Verdichtung des Baumaterials
- Abstände zu Gräben, Vertiefungen und Gewässern
- Abstände zu Kabeltrassen und Freileitungen

6.1.1.3 Lagerfläche

Die Lagerfläche dient unter Anderem zur Lagerung von Rotorblättern und teilweise auch von Baustellenausrüstung wie Materialcontainer, Transportgestellen etc. Die Fläche wird seitlich der Kranstellfläche eingerichtet. Sie muss nicht befestigt, jedoch in ihrer Beschaffenheit eben, glattgezogen, trocken und frei von Wurzeln und Gehölz sein. Die Befahrbarkeit mit einem Hubstapler muss gewährleistet sein.



Bei Nichteinhaltung der o.g. Eigenschaften behält sich ENERCON vor, Mehrkosten durch Ertüchtigungsmaßnahmen beim Betreiber geltend zu machen

6.1.1.4 Arbeitsebene (falls erforderlich)

Auf der Arbeitsebene steht das Trägergerät zur Erstellung von Pfahlgründungen oder Baugrundverbesserungsmaßnahmen durch Rüttelstopfverdichtung oder Rütteldruckverdichtung.

Tab. 6: Mindestanforderungen an die Arbeitsebene

Parameter	Anforderung
Form: Kreis	Absprache mit dem ENERCON GPM
Oberflächenebenheit	≤ 1 %
Mindestbelastbarkeit	Absprache mit dem ENERCON GPM
Verformungsmodul untere Tragschicht	$D_{Pr} \geq 100 \% / E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3/$

Folgende Prüfungen sind durchzuführen und zu protokollieren:

- Verdichtung (statische Lastplattendruckversuche, Rammsondierung)
- Abstände zu Gräben, Vertiefungen und Gewässern
- Abstände zu Kabeltrassen und Freileitungen
- Gefälle der Oberflächen zur Entwässerung

6.1.2 WEA-Standorte in Waldgebieten

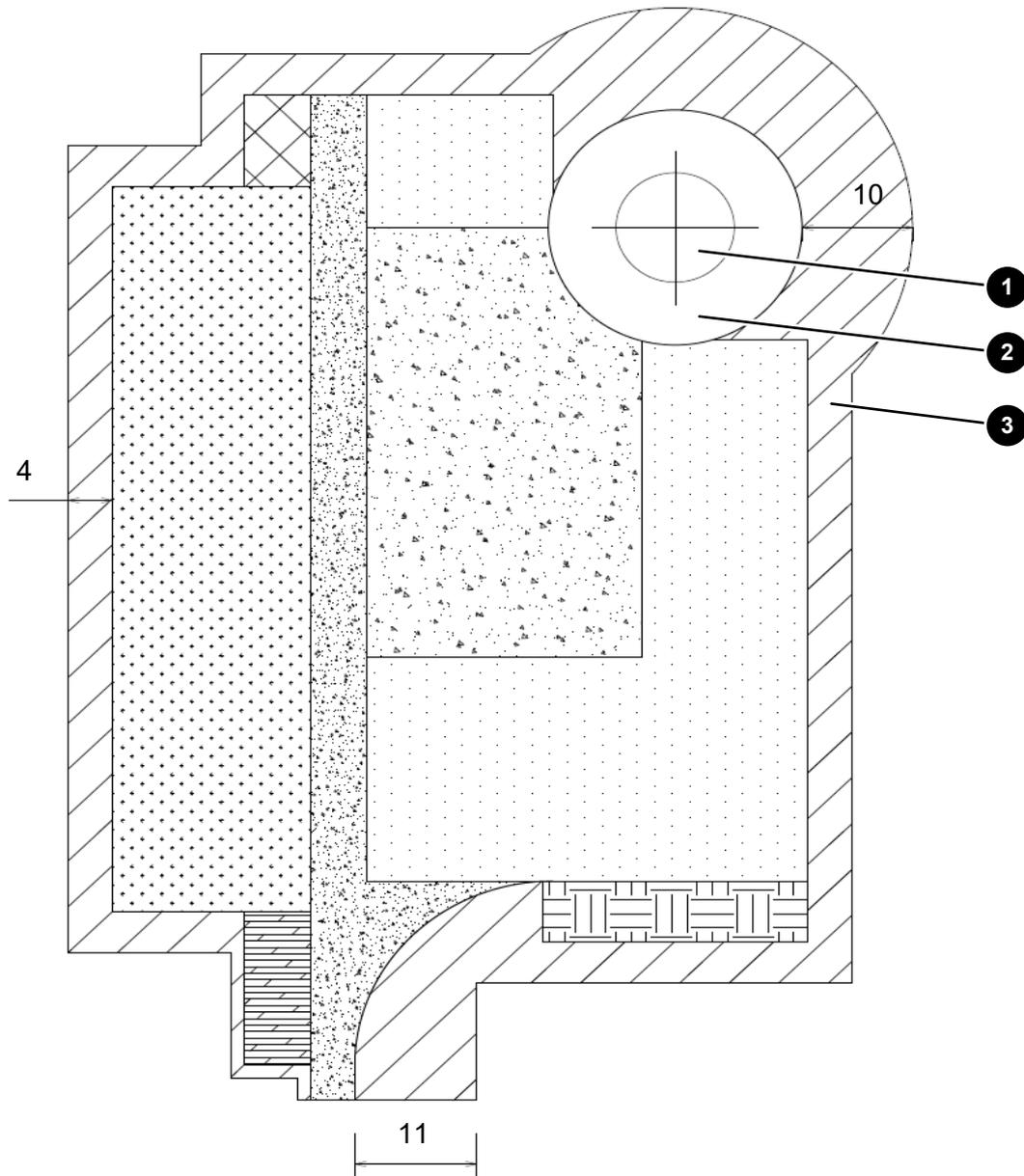


Abb. 8: Arbeitsbereich am WEA-Standort in Waldgebieten, Baumaß (alle Maßangaben in Meter)

1	Fundament	2	Turm
3	Rodungszone		

Bei der Errichtung von WEA in Waldgebieten wird rings um den Arbeitsbereich am WEA-Standort und um das Fundament eine Fläche freigehalten bzw. gerodet. Während der Bauarbeiten darf kein Erdaushub in der Rodungszone gelagert werden. Die Rodungszone kann zum Teil nach der Errichtung der WEA wieder aufgeforstet werden.

Um die Rotorblätter während des Hubvorgangs zu führen, werden sie mittels Seilen und Winden abgespannt und in Position gebracht. Die Fixierung der Winden erfolgt am Boden in einem Mindestabstand von

1x Turmhöhe in Metern zur Rotorblattspitze. Abhängig von der lokalen Beforstungsdichte können zusätzliche Rodungsschneisen zur Abspannung nötig sein. Dies wird mit dem ENERCON GPM abgestimmt.

6.2 Kranauslegermontagefläche

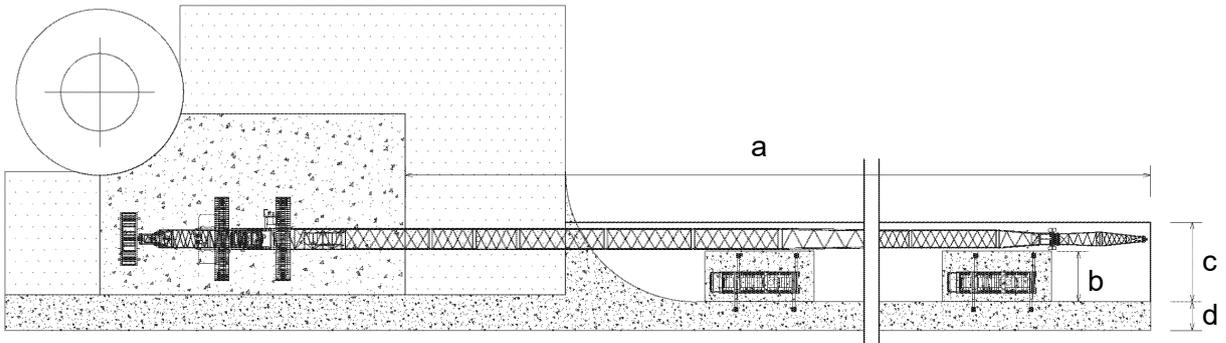


Abb. 9: Kranauslegermontagefläche

a	153 m	Länge Kranauslegermontagefläche ab Kranstellfläche	b	10 m	Breite Hilfskranstellfläche
c	15 m	Gesamtbreite Kranauslegermontagefläche	d	4 m	Befahrbare Breite der Fahrbahn

Der Gittermastausleger des Hauptkrans wird aus Einzelkomponenten auf einer Länge von bis zu 153 m montiert. Auch während der Aufbauarbeiten muss gewährleistet sein, dass bei steigenden Windgeschwindigkeiten der Gittermast des Großkrans abgelegt werden kann. Dies setzt eine lichte Schneise in Länge des Gittermastauslegers voraus. Gittermastausleger können nur bis zu einer bestimmten Steigung bzw. einem bestimmten Gefälle montiert werden. Bei Höhenunterschieden auf der Kranauslegermontagefläche wird Rücksprache mit dem ENERCON GPM gehalten. Dies gilt insbesondere bei Gefälle vom Grundgerät zur Gittermastspitze.

Hilfskranstellflächen

Der Gittermastausleger des Großkrans wird mit Unterstützung eines Hilfskrans montiert und aufgerichtet. Der Hilfskran wird seitlich des Gittermastauslegers positioniert. Um die Einzelteile des Auslegers nacheinander montieren zu können, ist für den Hilfskran eine befestigte Straße erforderlich. Ist die Zuwegung zur Kranstellfläche gradlinig, lang genug und die örtlichen Gegebenheiten machen die Gittermastmontage möglich, wird sie dafür genutzt. Trifft dies nicht zu, wird eine provisorische Behelfsstraße errichtet. Zur Abstützung und Lastverteilung des Hilfskrans werden in bestimmten Abständen ca. 10 m breit Hilfskranstellflächen unmittelbar neben die Zuwegung bzw. die Behelfsstraße gebaut. Anzahl und Lage der Hilfskranstellflächen werden mit dem ENERCON GPM und dem Krandienstleister abgestimmt.

Tab. 7: Anforderungen an die Kranauslegermontagefläche

Parameter	Anforderung
Tragfähigkeit der Zuwegung bzw. Behelfsstraße	12 t Achslast
Flächenpressung der Hilfskranstellflächen	min. 135 kN/m ²



Der Bau einer temporären und provisorischen Behelfsstraße zur Gittermastmontage kann eine behördliche Genehmigung voraussetzen. Dies muss vom **Betreiber** vorab geprüft werden.

6.3 Zentrale Anlaufstelle

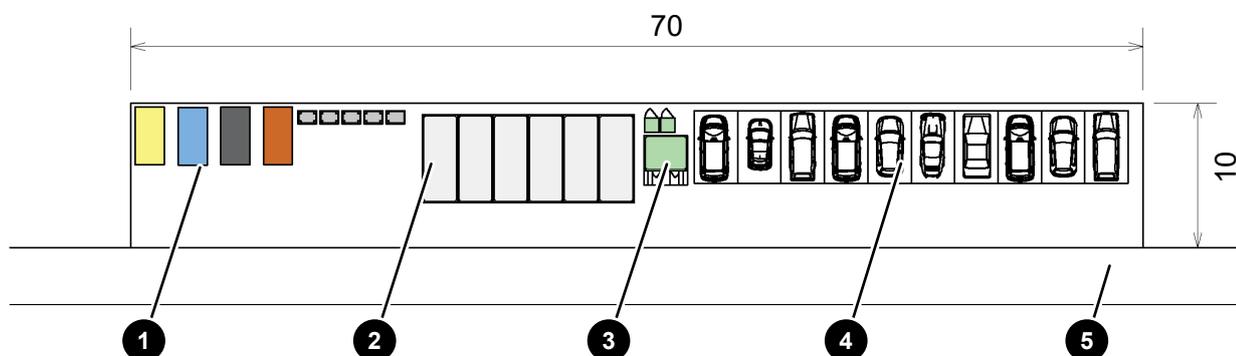


Abb. 10: Zentrale Anlaufstelle (alle Maßangaben in Meter)

1 Müllsammelbehälter	2 Baustellencontainer
3 Sanitäreinrichtungen	4 PKW-Parkplätze
5 Zuwegung	

In jedem Windpark wird zentrale Infrastruktur benötigt. Zur zentralen Infrastruktur zählen unter anderem das Containerbüro des ENERCON CM, PKW-Parkplätze, Müllsammelbehälter und Sanitäreinrichtungen. Dafür kann eine eigene Fläche als zentrale Anlaufstelle geschaffen werden oder es werden bestehende Flächen genutzt oder erweitert, z. B. die Logistikfläche. Die Containerbüros und die Müllsammelbehälter müssen nicht auf derselben Fläche stehen. Die Müllsammelbehälter müssen zum Be- und Entladen von LKW erreichbar sein.

Die Fläche der zentralen Anlaufstelle ist geschottert oder mit Stahl- oder Verbundplatten ausgelegt. Die Tragfähigkeit der Fläche wird für Fahrzeuge mit einer Achslast ≤ 12 t dimensioniert.

Die Baustellenausstattung, die Lage im Windpark sowie Abmessungen und Abstände auf der Fläche werden projektspezifisch mit dem ENERCON GPM abgestimmt. Gegebenenfalls sind lokale Gegebenheiten und länderspezifische Regularien zu berücksichtigen.

16.1.7 Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen

Anlagen:

- 16.1.7_D0248364-11- TB Befeuerung und farbliche Kennzeichnung.pdf
- 16.1.7_D0293153-1_TB_Regulierung der Tages- und Nachtbefeuerung durch Sichtweitenmessgeräte.pdf
- 16.1.7_D0666851-2_Bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung_de.pdf
- 16.1.7 Datenblatt Antrag Stellungnahme-Zustimmung bis 20 WKA_NeueAVV.PDF
- 16.1.7 Notstromversorgung der Befeuerung.pdf

Technische Beschreibung

Befeuierung und farbliche Kennzeichnung

ENERCON Windenergieanlagen

Herausgeber ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Jost Backhaus, Dr. Thomas Cobet, Momme Janssen, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0248364-11
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2020-05-25	de	DB	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	5
2	Befeuerungsleuchten	6
2.1	Befeuerungsleuchten Gondel	6
2.2	Befeuerungsleuchten Turm	7
3	Befeuerungsmanagement	8
4	Farbliche Kennzeichnung	9

Abkürzungsverzeichnis

AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
EPK	ENERCON PartnerKonzept
ICAO	International Civil Aviation Organization (Internationale Zivillufffahrtorganisation)
MOD	Ministry of Defence (Verteidigungsministerium des Vereinigten Königreichs)
STAC	Service technique de l'Aviation civile (technisches Zentrum der französischen Behörde für Zivillufffahrt)

1 Allgemeines

Windenergieanlagen müssen abhängig von ihrer Höhe, ihrer exponierten Lage und den jeweils gültigen nationalen Vorschriften gegebenenfalls als Luftfahrthindernis gekennzeichnet werden.

Die Ausführung der Kennzeichnung richtet sich nach den vor Ort geltenden behördlichen Bestimmungen und kann durch Befuerung und/oder farbliche Kennzeichnung realisiert werden.

ENERCON bietet Befuerung an, die den Anforderungen der ICAO entspricht. Auch länderspezifische Vorschriften, wie die deutsche AVV zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen, die britischen Spezifikationen des MOD, die Spezifikationen der finnischen Behörde Trafi oder des französischen STAC werden berücksichtigt.

2 Befuerungsleuchten

ENERCON bezieht zertifizierte Befuerungsleuchten von Zulieferern. Eingesetzt werden ausschliesslich Leuchten, bei denen die Abstrahlung nach unten mittels hochwertiger Optiken sehr stark reduziert ist und nur minimal über den geforderten Lichtstärken liegt. Als Leuchtmittel werden Leuchtdioden verwendet.

Die Befuerungsleuchten sind an einem zentralen Steuerschrank, dem Steuerschrank Befuerung, angeschlossen. Der Steuerschrank Befuerung befindet sich in der Gondel der Windenergieanlage. Akkumulatoren übernehmen die Stromversorgung bei Netzausfall.

Je nach konfigurierter Befuerung ist eine Notstromversorgung bis zu 24 h möglich; die jeweils geltenden nationalen Vorschriften zur Notstromversorgung werden erfüllt.

2.1 Befuerungsleuchten Gondel

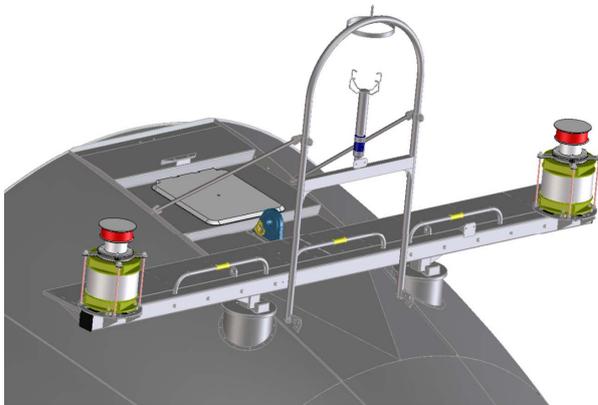


Abb. 1: Befuerung auf der Gondel EP1, EP2 und EP4

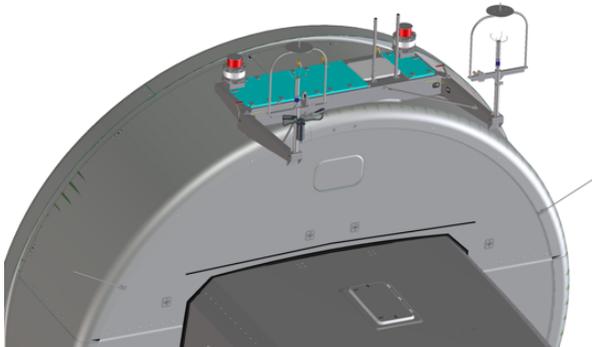


Abb. 2: Befuerung auf der Gondel EP3

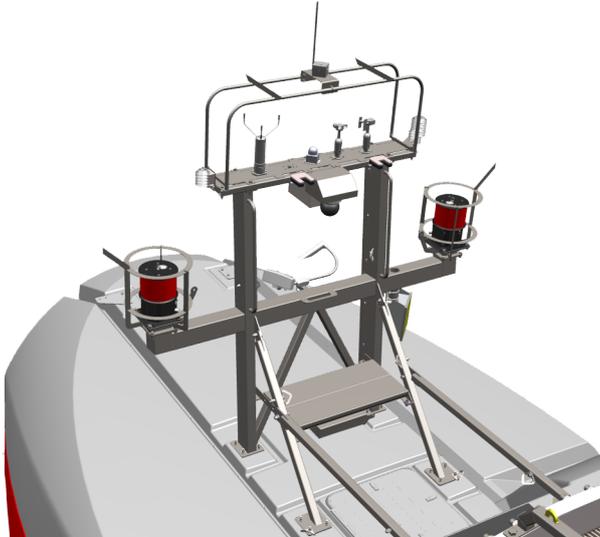


Abb. 3: Befuerung auf der Gondel EP5

Die Befuerungsleuchten sind auf der Gondel der Windenergieanlage angebracht. Die Befuerungsleuchten sind in der Regel doppelt ausgefuehrt, um aus keiner Richtung von einem Hindernis verdeckt werden zu koennen.

Die Befuerungsleuchten auf der Gondel koennen als Hindernisfeuer oder Gefahrenfeuer ausgefuehrt sein.

Hindernisfeuer sind bei Nacht rot leuchtende Rundstrahl-Festfeuer mit einer mittleren Lichtstaerke von mindestens 10 cd im horizontalen Strahlbereich (-2° bis +8°).

Gefahrenfeuer sind bei Nacht rot blinkende und bei Tag weiß blinkende Rundstrahler. Bei einer moeglichen Gefaehrung des Luftverkehrs muessen Gefahrenfeuer installiert werden.

2.2 Befuerungsleuchten Turm

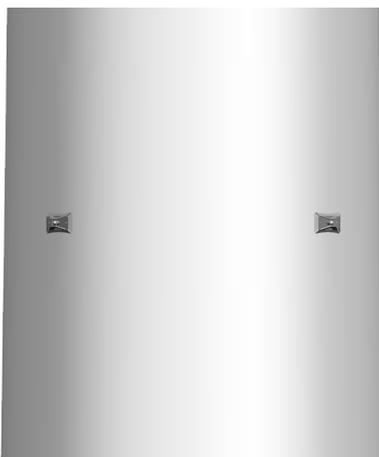


Abb. 4: Befuerungsleuchte am Turm

Durch behoerdlliche Vorschriften kann eine Befuerung des Turms gefordert werden. Dazu wird der Turm mit einer, seltener mit zwei Befuerungsebenen mit jeweils 4 Stableuchten ausgeruestet. Eine Nachruestung von Leuchten am Turm ist nur mit sehr hohem Aufwand moeglich.

3 Befuerungsmanagement

Die nachfolgenden Erläuterungen beziehen sich auf Windenergieanlagen der Plattformen EP1 bis EP4. Bei Windenergieanlagen der Plattform EP5 kann die technische Umsetzung abweichen.

Bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung

Eine bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung beschränkt die Lichtemissionen von Windenergieanlagen auf jenen Zeitraum, in dem Luftfahrzeuge den sicherheitsrelevanten Bereich der Windenergieanlagen durchqueren. In Genehmigungsbescheiden zum Betrieb von Windenergieanlagen können entsprechende Maßnahmen zur bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung gefordert werden.

Parksynchronisation

Blinkende Gondelbefuerungen von Windenergieanlagen können innerhalb eines Windparks zentral über einen Parkrechner synchronisiert werden. Mehrere Windparks können über ein GPS-System der einzelnen Parkrechner synchronisiert werden.

Mit der Parksynchronisation erfüllt ENERCON den Punkt 4 der Handlungsempfehlung des „Arbeitskreises Kennzeichnung des Bundesverbands WindEnergie e.V.“. Die Parksynchronisation der Befuerung von ENERCON Windenergieanlagen und die Systeme anderer Windenergieanlagen-Hersteller sind kompatibel.

Sichtweitenmessung

Die Befuerung einer Windenergieanlage kann mit einem Sichtweitenmessgerät und einer Lichtstärkenregelung ausgerüstet werden. Bei klarer Luft wird die Lichtstärke der Befuerung reduziert. Dadurch wird Energie eingespart und eventuelle Beeinträchtigungen der Umgebung durch die Befuerung werden verringert. Eine Vernetzung der Sichtweitenmessgeräte an Windenergieanlagen in verschiedenen Windparks ist nicht möglich.

Fernüberwachung

Warn- und Störmeldungen der Befuerung werden automatisch über die Fernüberwachung ENERCON SCADA System erfasst. Überwacht werden der Ausfall der Versorgungsspannung, der Ausfall der Befuerungsleuchten, der Ausfall der Akkumulatoren der Notstromversorgung sowie Störungen am Sichtweitenmessgerät oder am Ladegerät für die Akkumulatoren.

Meldung von Ausfällen der Befuerung

Totalausfälle der Befuerung, die nicht sofort behoben werden können, und deren Aufhebung müssen der zuständigen Luftfahrtstelle, in Deutschland der NOTAM-Zentrale der Deutschen Flugsicherung in Frankfurt/Main, bekannt gegeben werden.

Bei abgeschlossenem ENERCON PartnerKonzept (EPK) benachrichtigt der technische Innendienst des ENERCON Service die zuständige Luftfahrtstelle über solche Störungen und deren Aufhebung.

4 Farbliche Kennzeichnung

Behördliche Vorschriften am jeweiligen Standort machen gegebenenfalls eine farbliche Kennzeichnung der Windenergieanlage erforderlich. Die farbliche Kennzeichnung dient der Kennzeichnung der Windenergieanlage am Tag. Sie kann mit Befuerung kombiniert werden.

Die Ausführung der farblichen Kennzeichnung richtet sich nach den im Land oder in der Region geltenden Regelungen. In Deutschland kann die farbliche Kennzeichnung bei Windenergieanlagen in den Farben Achatgrau (RAL 7038) oder Lichtgrau (RAL 7035) mit einer verkehrsroten Kennzeichnung (RAL 3020) wie folgt realisiert werden.

Rotorblatt



Abb. 5: Farbliche Kennzeichnung am Rotorblatt

Zur farblichen Kennzeichnung werden 6 m breite Streifen an den Rotorblättern angebracht.

Gondel

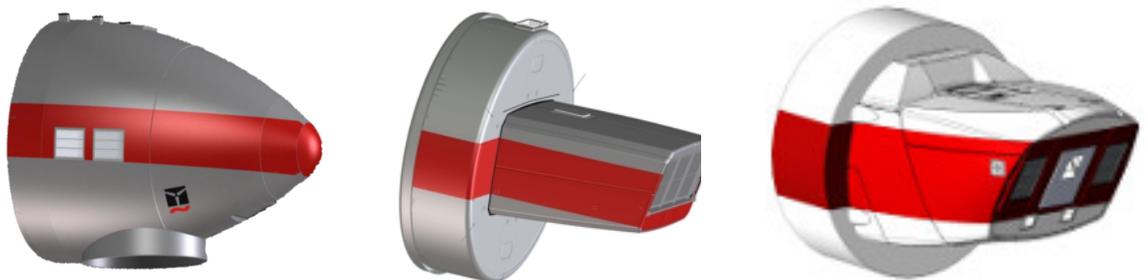


Abb. 6: Farbliche Kennzeichnung an der Gondel, beispielhafte Darstellung

Zur farblichen Kennzeichnung wird ein 2 m hoher, umlaufender Farbstreifen an der Gondel angebracht.

Turm



Abb. 7: Farbliche Kennzeichnung am Turm, beispielhafte Darstellung

Zur farblichen Kennzeichnung wird ein 3 m hoher Farbstreifen in 40 m \pm 5 m Höhe am Turm angebracht.

In anderen Ländern und Regionen werden gegebenenfalls andere farbliche Kennzeichnungen der Windenergieanlage gefordert. Informationen dazu sind auf Anfrage verfügbar.

Technische Beschreibung

ENERCON Windenergieanlagen

**Regulierung der Tages- und Nachtbefeu-
erung durch Sicht-
weitenmessgeräte**

Herausgeber ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
 Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
 E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
 Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Nicole Fritsch-Nehring
 Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0293153-1		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2016-04-06	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	1
2	Sichtweitenregulierung nach AVV	2
3	Sichtweitenmessung.....	3

1 Allgemeines

Windenergieanlagen müssen abhängig von ihrer Höhe, ihrer exponierten Lage und den jeweils gültigen nationalen Vorschriften durch eine Hindernis- oder Gefahrenbefeuerung als Luftfahrthindernisse gekennzeichnet werden. Seit 2004 wird in Deutschland die Befeuerung von Windenergieanlagen durch die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen“ (AVV, aktuelle Version vom 26. August 2015) geregelt. ENERCON setzt Befeuerungsleuchten ein, die u. a. gemäß der AVV ausgeführt sind.

Um eine Energieersparnis und eine höhere Akzeptanz im Hinblick auf mögliche Belästigungen durch die Tages- und Nachtbefeuerung zu erreichen, besteht nach der aktuellen Version der AVV die Möglichkeit, die Intensität der Befeuerung von Windenergieanlagen abhängig von der meteorologischen Sichtweite zu regulieren. Die meteorologische Sichtweite wird in diesem Fall mit anerkannten Sichtweitenmessgeräten (Zertifizierung durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) gemäß AVV) ermittelt. Bei ausreichender Sichtweite kann die Lichtstärke der Tages- oder Nachtbefeuerung der Windenergieanlagen entsprechend reduziert werden.

2 Sichtweitenregulierung nach AVV

Die Vorgaben zur Sichtweitenregulierung sind in Teil 3 "Windenergieanlagen" der "Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen" unter folgenden Abschnitten zu finden:

Abschnitt 2 Tageskennzeichnung, Abs. 16.2:

"Bei Sichtweiten über 5000 m darf die Nennlichtstärke auf 30 % und bei Sichtweiten über 10 km auf 10 % reduziert werden. Die Sichtweitenmessung erfolgt nach Anhang 4. Die Einhaltung der geforderten Nennlichtstärken ist nachzuweisen."

(AVV 2015)

Abschnitt 3 Nachtkennzeichnung, Abs. 21: Reduktion der Nennlichtstärke

"Die Nennlichtstärke der Gefahrenfeuer, der Feuer W, rot und der Feuer W, rot ES sollte bei Windenergieanlagen sichtweitenabhängig reduziert werden. Es gilt Nummer 16.2."

(AVV 2015)

Anhang 4:

"Die Sichtweite ist als meteorologische Sichtweite (Meteorological Optical Range) nach DIN 5037 Blatt 2 mittels eines vom Deutschen Wetterdienst anerkannten Gerätes zu bestimmen. Bei Windenergieanlagen-Blöcken darf der Abstand zwischen einer Windenergieanlage mit Sichtweitenmessgerät und Windenergieanlagen ohne Sichtweitenmessgerät maximal 1500 m betragen. Die Sichtweitenmessgeräte sind in der Nähe des Maschinenhauses anzubringen. Der jeweils ungünstigste Wert aller Messgeräte ist für den ganzen Block zu verwenden. Bei Ausfall eines der Messgeräte müssen die Feuer auf 100 % Leistung geschaltet werden. Daten über die Funktion und die Messergebnisse der Sichtweitenmessgeräte sind fortlaufend aufzuzeichnen. Die Aufzeichnungen sind mindestens vier Wochen vorzuhalten. Vor Inbetriebnahme ist die Funktion der Schaltung der Befuerung durch eine unabhängige Institution zu prüfen. Das Prüfprotokoll ist bei der Genehmigungsbehörde zu hinterlegen."

(AVV 2015)

In Abhängigkeit von der Windparkgröße und den Abständen der Windenergieanlagen zueinander ist somit die Verwendung von mindestens einem Sichtweitenmessgerät für die Sichtweitenregulierung vorgeschrieben.

3 Sichtweitenmessung

Nach Berücksichtigung und Auswertung unterschiedlicher Einflussfaktoren wird die Sichtweitenmessung bei ENERCON Windenergieanlagen mit einem sog. vorwärtsstreuenden Messsystem der Firma Biral® durchgeführt.

Funktionsprinzip Sichtweitemessgerät

Die meteorologische Sichtweite (Meteorological Optical Range, kurz: MOR) ist definiert als die größte horizontale Entfernung, in welcher dunkle Objekte in Erdbodennähe (Sichtziele/Sichtmarken) mit einer scheinbaren Sichtwinkelgröße von 0,5 bis 5 Grad, vor hellem Horizont Himmel (auch Nebel als Hintergrund) gerade noch erkannt werden können. Das Objekt muss dabei zweifelsfrei identifiziert werden können. Ein theoretischer Ansatz zur Messung der meteorologischen Sichtweite (MOR) beinhaltet die Anwendung folgender Formel:

$$MOR = \frac{3}{EXKO}$$

Der Extinktionskoeffizient (kurz: EXKO) ist das Maß für das Lichtabsorptionsvermögen eines Körpers.

Bei der Sichtweitenmessung wird ein bestimmter Teil der Lichtstreuung (innerhalb des Messbereichs Sample Volume) gemessen und daraus eine Abschätzung der gesamten Streulichtmenge hergeleitet. Die Streulichtmenge ist proportional zum Extinktionskoeffizienten.

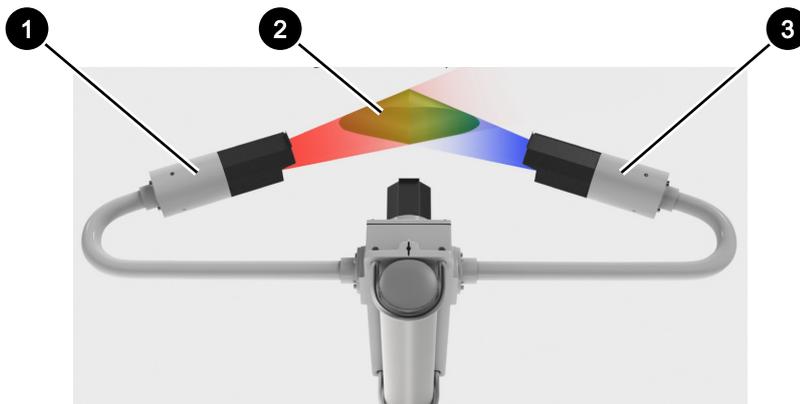


Abb. 1: Messbereich Sample Volume

1	Transmitter (mit Sensor)	2	Messbereich Sample Volume
3	Receiver (mit Sensor)		

Der Messbereich Sample Volume definiert sich aus der Schnittfläche des Transmitter- und des Receiverpfads (Infrarotlicht). Für Sichtweitenmessungen oder Niederschlagsberechnungen werden nur die in diesen Bereich eintretenden Partikel ausgewertet.

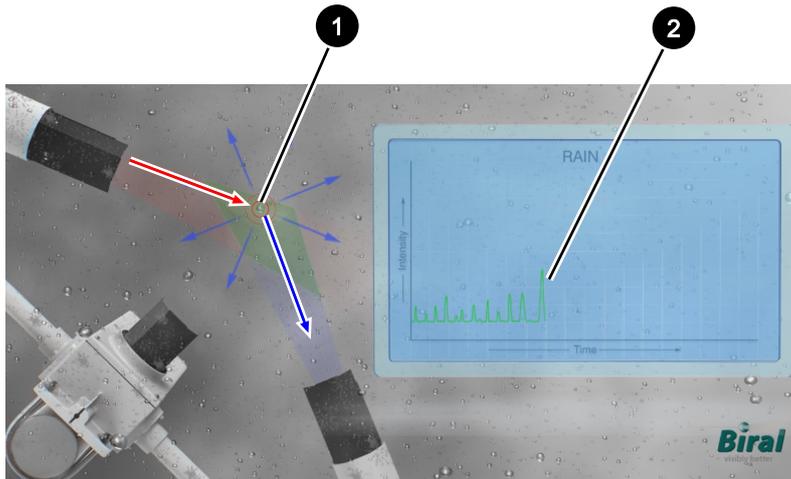


Abb. 2: Messbeispiel Regen

1	Partikel (Regentropfen)	2	Signalkurve
	Infrarotlicht		Streuung/Lichtreflexionen

Der Transmitter überträgt Infrarotlicht. Durchqueren Partikel den Messbereich Sample Volume, streuen bzw. reflektieren sie dieses Licht zum Receiver. Je mehr Partikel den Messbereich durchqueren, desto stärker wird die Lichtstreuung und daraus resultierend auch das Signal. Gleichzeitig erhöht sich bei steigender Anzahl der Partikel auch der Extinktionskoeffizient, was nach obiger Formel eine geringere meteorologische Sichtweite bedeutet.

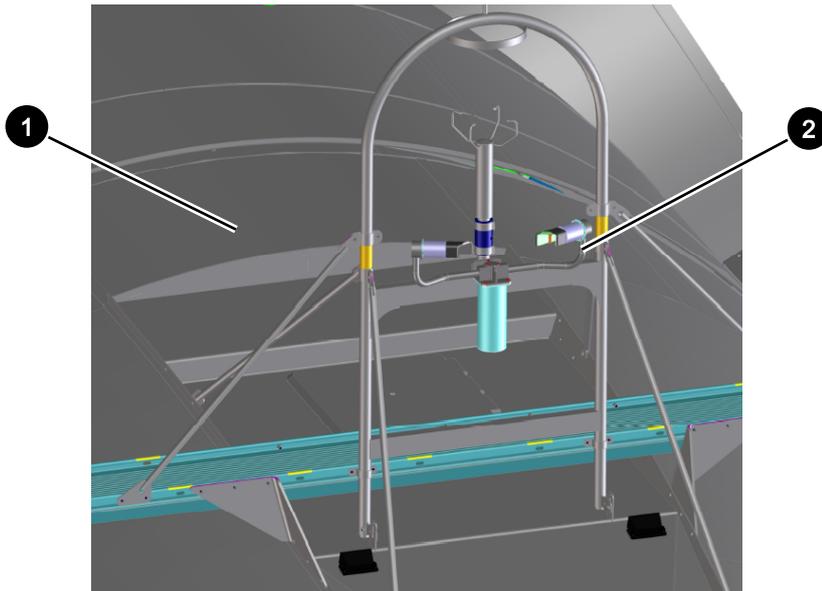


Abb. 3: Sichtweitenmessgerät montiert

1	Gondeldach	2	Sichtweitenmessgerät
---	------------	---	----------------------

Das Sichtweitenmessgerät ist mit dem Steuerschrank der Befuerung verbunden. Über diesen Steuerschrank erfolgt die Datenübertragung an das ENERCON SCADA Fernüberwachungssystem. Hier werden die Daten über die Sichtweiten ausgewertet und archiviert. Weitere Informationen zum Befuerungssystem für ENERCON Windenergieanlagen sind auf Anfrage verfügbar.

Technische Beschreibung

Bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung

Herausgeber ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Jost Backhaus, Dr. Thomas Cobet, Momme Janssen, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0666851-2		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2020-04-07	de	DB	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in Klammern. Die Titel von übergeordneten Normen und Richtlinien werden im Sprachoriginal oder in der englischen Übersetzung angegeben. Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Dokument-ID	Dokument
D0611773	Spezifikation ENERCON BNK – Anforderungen an Systemhersteller

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Voraussetzungen	7
3	Schnittstellendefinition	8
4	Lieferumfang	11
5	Wartung	12
5.1	Wartungsbedarf	12
5.2	ENERCON PartnerKonzept	12

Abkürzungsverzeichnis

ASCII	American Standard Code for Information Interchange (amerikanischer Standard-Code für Informationsaustausch)
BNK	Bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung
CRC	Cyclic redundancy check (zyklische Redundanzprüfung)
TCP	Transmission Control Protocol (Übertragungsprotokoll)
TLS	Transport Layer Security (Netzwerkprotokoll zur sicheren Datenübertragung)

1 Einleitung

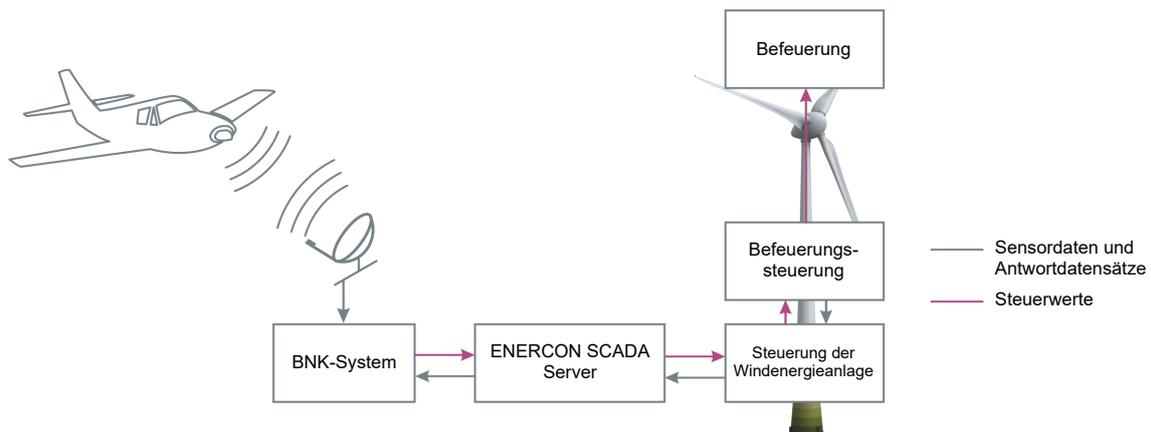


Abb. 1: Übersicht BNK-Schnittstelle, schematisch

Eine bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung beschränkt die Lichtemissionen von Windenergieanlagen auf jenen Zeitraum, in dem Luftfahrzeuge den sicherheitsrelevanten Bereich der Windenergieanlagen durchqueren. In Genehmigungsbescheiden zum Betrieb von Windenergieanlagen können entsprechende Maßnahmen zur bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung gefordert werden.

ENERCON bietet für die Integration von BNK-Systemen in die Windpark-Infrastruktur eine BNK-Schnittstelle an.

Die BNK-Schnittstelle wird als Softwarelösung auf dem ENERCON SCADA Server realisiert. Die Kommunikation der BNK-Systeme mit den Windenergieanlagen erfolgt zentral über die BNK-Schnittstelle des ENERCON SCADA Servers.

2 Voraussetzungen

Allgemein

Folgende Voraussetzungen müssen für einen ordnungsgemäßen Betrieb erfüllt sein:

- Die Kommunikationsgeschwindigkeit im Windpark-Bus muss mindestens 28 800 Bd betragen.
- Es dürfen maximal 10 Windenergieanlagen je physikalischem Bussystem angebunden sein.
- Die ENERCON Windenergieanlagen¹ müssen vom Typ E-44, E-48, E-53, E-70 E4 (Achtung: nur mit Steuerungstyp CS82), E-82, E-82 E2, E-82 E3, E-82 E4, E-92, E-101, E-101 E2, E-103 EP2, E-112 (Achtung: nur mit Steuerungstyp CS126), E-115, E-115 E2, E-115 EP3 E3, E-126, E-126 EP3, E-138 EP3, E-138 EP3 E2, E-126 EP4 oder E-141 EP4 sein.
- Der Datenbus im Windpark muss in Form von Lichtwellenleitern ausgeführt sein.
- Die Befehlsübertragung der Windenergieanlagen muss entsprechend den behördlichen Bestimmungen ausgeführt sein.

¹Die Unterstützung der Windenergieanlagen der EP5-Plattform wird zurzeit entwickelt.

BNK-System

Folgende Voraussetzungen muss ein BNK-System für die Anbindung an die Schnittstelle erfüllen:

- Das BNK-System muss die Anforderungen der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen erfüllen.
- Das BNK-System muss mit dem ENERCON SCADA Server kommunizieren können, siehe Kap. 3, S. 8.
- Das BNK-System muss die Anforderungen von ENERCON an ein BNK-System erfüllen, siehe D0611773 „Anforderungen an Systemhersteller“.

3 Schnittstellendefinition

Die Schnittstelle zwischen dem BNK-System und dem ENERCON SCADA System wird bidirektional ausgeführt. Basis ist hierbei eine TCP-Socket-Verbindung, die mit TLS ausgeführt wird. Die Authentifizierung und Autorisierung erfolgt zertifikatbasiert.

Daten vom BNK-System an ENERCON SCADA

Zur Steuerung der bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung wird der folgende Steuerdatensatz vom BNK-System an den ENERCON SCADA Server übertragen:

Tab. 1: Steuerdatensatz

Byte-Nr.	Bit-Nr.	Information	Gültige Werte			Ungültige Werte
0	0-7	Versionsnummer (SCADA-Schnittstelle)	1			Sonstige
1	8-15	eindeutiger Paket-Identifizier	0x42 (ASCII-Code für "B")			Sonstige
2	16-23	lfd. Paketnummer	0-255			-
3	24	Befuerung unterdrücken	0: Befuerung nicht unterdrücken 1: Befuerung unterdrücken			-
3	25	aktiver BNK-Betrieb	0: passiver BNK-Betrieb; Befuerung soll nicht bedarfsgerecht gesteuert werden (z. B. außerhalb des zulässigen Zeitfensters) 1: aktiver BNK-Betrieb; Befuerung soll bedarfsgerecht gesteuert werden (z. B. innerhalb des zulässigen Zeitfensters)			-
3	26	Fehler des BNK-Systems (z. B. keine verlässliche Detektion möglich)	0: kein Fehler 1: Fehler			-
3	27-28	Startsequenz der Befuerung	Bit 28	Bit 27	Variante	11
			0	0	A	
			0	1	B	
			1	0	C	
3	29-31	nicht verwendet	000			Sonstige
4-6	32-55	CRC-Prüfsumme (über die Bytes 1-3; ohne Versionsnummer in Byte 0)	-			-

Daten von ENERCON SCADA an das BNK-System

Der ENERCON SCADA Server antwortet mit dem folgenden Antwortdatensatz umgehend auf den Steuerdatensatz des BNK-Systems:

Tab. 2: Antwortdatensatz

Byte-Nr.	Information	Gültige Werte	Ungültige Werte
0	Versionsnummer	1	Sonstige
1-6	gespiegelte Daten vom BNK-System	siehe Steuerdatensatz des BNK-Systems (Byte 1-6)	
7-8	aktuelles Jahr vom SCADA System	0-65535	-
9	aktueller Monat vom SCADA System	1-12	Sonstige
10	aktueller Tag vom SCADA System	1-31	Sonstige
11	aktuelle Stunde vom SCADA System	0-23	Sonstige
12	aktuelle Minute vom SCADA System	0-59	Sonstige
13	aktuelle Sekunde vom SCADA System	0-59	Sonstige
14	Anzahl vorhandener Windenergieanlagen im Windpark	0-255	-
15	Anzahl der Windenergieanlagen mit Kommunikationsstörungen	0-255	-
16	Anzahl der Windenergieanlagen mit gestörter Befuerung	0-255	-

Daten von ENERCON SCADA an die Windenergieanlagen

Der ENERCON SCADA Server sendet folgenden Datensatz zyklisch an die Windenergieanlagen:

Tab. 3: Datensatz

Byte-Nr.	Bit-Nr.	Information	Gültige Werte	Ungültige Werte
0	0-7	Anzahl Bytes des folgenden Byte-Arrays	0-8	Sonstige
1	8-15	eindeutiger Paket-Identifizier	0x42 (ASCII-Code für „B“)	Sonstige
2	16-23	lfd. Paketnummer	0-255	-
3	24	Befuerung unterdrücken	0: Befuerung nicht unterdrücken 1: Befuerung unterdrücken	-

Byte-Nr.	Bit-Nr.	Information	Gültige Werte			Ungültige Werte
3	25	aktiver BNK-Betrieb	0: Passiver BNK-Betrieb (Befuerung soll nicht bedarfsgerecht gesteuert werden, z. B. da außerhalb des zulässigen Zeitfensters) 1: Aktiver BNK-Betrieb (Befuerung soll bedarfsgerecht gesteuert werden, z. B. da innerhalb des zulässigen Zeitfensters)			-
3	26	Fehler BNK (keine verlässliche Detektion möglich)	0: Kein Fehler 1: Fehler			-
3	27-28	Taktfolge der Befuerung	Bit 28	Bit 27	Variante	11
			0	0	A	
			0	1	B	
			1	0	C	
3	29-31	nicht verwendet	000			Sonstige
4-6	32-55	CRC-Prüfsumme	-			-

4 Lieferumfang

Der Lieferumfang umfasst die folgenden Software-Updates:

- ENERCON SCADA Server Software
- Steuerungssoftware der Windenergieanlagen
- Software der Befeuerungssteuerungen

Durch das Update des ENERCON SCADA Servers wird die zur Anbindung eines BNK-Systems an den ENERCON SCADA Server benötigte Schnittstelle aufgespielt. Die Installation und Konfiguration erfolgt durch ENERCON.

5 **Wartung**

5.1 **Wartungsbedarf**

Solange die BNK-Schnittstelle störungsfrei arbeitet, ist keine Wartung erforderlich.

5.2 **ENERCON PartnerKonzept**

Ob und wie die Schnittstelle zur bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung von ENERCON durch das ENERCON PartnerKonzept (EPK) abgedeckt wird, muss projektspezifisch festgelegt werden.

- Antrag auf Stellungnahme/Zustimmung -

Hindernis: Windkraftanlage Typ Enercon E-138

Standort PLZ, Ort 16348 Klosterfelde
Landkreis Barnim Gemarkung Klosterfelde
Straße Außenbereich: Flur 8, Flurstück 8
zuständige Behörde Landesamt für Umwelt Reg.-Nr. / Az. _____

Adresse des Antragstellers Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG
An der Plansche 4, 16321 Bernau bei Berlin
03338 703322
Tel. / E-Mail nb@umweltplan.com

Adresse des Kostenschuldners up umweltplan GmbH
An der Plansche 4, 16321 Bernau bei Berlin
03338 703322
Tel: _____

geplanter Windkraft-
anlagentyp Enercon E-138

geplante Kennzeichnung:

Tageskennzeichnung	<input checked="" type="checkbox"/>	Farbanstrich der Rotorblätter	<input type="checkbox"/>	weißblitzende Feuer i.V.m. Farbring am Mast
WKA>150mGND	<input checked="" type="checkbox"/>	+ Maschinenhaus + Mastring	<input checked="" type="checkbox"/>	+ Farbanstrich Rotorblätter (1Feld)
Nachtkennzeichnung	<input type="checkbox"/>	Feuer "W-rot" / "W-rotES"	<input type="checkbox"/>	Infrarotfeuer*
	<input type="checkbox"/>	Anzahl der Feuer der Kennzeichnungsebene bei Anlagen > 150 m über Grund		
Sichtweitenmessung	<input checked="" type="checkbox"/>			
Dämmerungsschalter	<input checked="" type="checkbox"/>			
bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung*	<input checked="" type="checkbox"/>	Bezug: AVV LFH Nr. 5.4 i.V.m. Anhang 6		

Wir bestätigen die Kenntnisnahme der Hinweise über die Gebührenpflichtigkeit.

Ort, Datum: Bernau, 05.05.2022

Unterschrift: *Beck*

Windpark Klosterfelde
GmbH & Co. KG
An der Plansche 4
16321 Bernau

Datenblatt zum Luftfahrthindernis¹⁾
¹⁾ ggf. in entsprechender Anzahl kopieren
- Antrag auf Stellungnahme/Zustimmung -

Hindernis:

Windkraftanlage Typ ENERCON E-138

Standort	PLZ, Ort	zuständige Behörde	Reg-Nr. / Az.
	16348 Klosterfelde		

Achtung! Bitte topographische Karte - Maßstab 1 : 25.000 - mit eingezeichnetem Standort - bitte farblich kennzeichnen - beifügen

Nr.	Geografische Koordinaten im Bezugssystem WGS 84												WKA mGND	Anlagentyp			*zu- sätzl	*Geländehöhe mNHN im Bezugssystem	Ge- samt mNHN	Gem. Kloster- felde	Flur 8	Flur- stück 8	
	KEINE Rechts- und Hochwerte													NH	RD	RB							
	N			E																			
1	52	°	47	'	20.5	"	13	°	27	'	25.2	"	199,9	130,8	138	69		51	250,9				
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											
		°		'		"		°		'		"											

***Erläuterungen:**
zusätzl - zusätzlich notwendige Baumaßnahmen, wie Fundamente oder ähnliche Bauwerke oberhalb der natürlichen Geländeoberkante, die nicht zur Anlagentyp /-höhe gerechnet wird
WKA - Höhe der Windkraftanlage (Nabenhöhe + Rotorradius) in m
NH - Nabenhöhe des Anlagentyps
RD - Rotordurchmesser des Anlagentyps
RB - Rotorblattlänge
Gesamt - max. Höhe aus Höhe üGND + Geländehöhe in m

Anlage zum Antrag auf Stellungnahme / Zustimmung für Luftfahrthindernisse im Land Brandenburg

Folgende Unterlagen sind dem Antrag auf Stellungnahme / Zustimmung zur Errichtung und den Betrieb von Luftfahrthindernisse, speziell bei Windkraftanlagen, zum Verbleib bei der LuBB beizufügen:

- Kurzbeschreibung des Vorhabens
- Topografische Karte (farbige Ausschnittkopie) mit eingezeichneten Standorten
- Bemasste Ansichtsskizze des Windkraftanlagentyps mit geplanter Kennzeichnungsausführung, ggf. Auszüge aus der Anlagendokumentation bzgl. Nabhöhe, Rotorblatt, Turmbeschaffenheit, Fundamentausführung; Kennzeichnungsvarianten
- Allgemeine Dokumentationen des Anlagentyps, des Sichtweitenmessgerätes (wenn geplant) und des Dämmerungsschalters.
- Nachweise der Eignung der zum Einsatz kommenden Feuer lt. Planung des Antragstellers gem. der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen (AVV LFH)
Hinweis zum Nachweis der Eignung: Prüfen Sie diese bitte in regelmäßigen Abständen, da der Wegfall der Eignung zur Rücknahme der Zustimmung, ggf. Rücknahme der Genehmigung aufgrund fehlender Voraussetzungen führen kann!
- Ersatzstromversorgungskonzept gem. 3.10 der AVV LFH
Die Ersatzstromversorgung muss bei Ausfall der primären elektrischen Spannungsversorgung eine Versorgungsdauer von mindestens 16 Stunden gewährleisten. Die Zeitdauer der Unterbrechung zwischen Ausfall der Netzversorgung und Umschaltung auf Ersatzstromversorgung darf 2 Minuten nicht überschreiten.
Im Fall der geplanten Abschaltung der Spannungsversorgung ist der Betrieb der Feuer grundsätzlich bis zur Wiederherstellung der Spannungsversorgung sicherzustellen.
Diese Vorgabe gilt nicht für die Infrarotkennzeichnung.
- Darstellung der Versorgung und Inbetriebnahme der Kennzeichnungsmaßnahmen während Bauphase bei Erreichen der entsprechenden Hindernishöhe
- Bezüglich einer Planung des Einsatzes einer bedarfsgesteuerten Nachtkennzeichnung - BNK - an Windkraftanlagen ist Nr. 5.4 i.V.m. Anhang 6 AVV LFH zu beachten

Hinweis zur Kostenpflichtigkeit bei Bearbeitung von Anträgen auf Errichtung und Betrieb von Hindernissen mit einer geplanten Bauhöhe von mehr als 100 m über Grund bzw. die den §§ 12 und 17 Luftverkehrsgesetz (LuftVG) unterliegen

Die von Ihnen geplante Ausführung eines Bauvorhabens bedarf bei einer max. Höhe größer 100 m über Grund gem. § 14 LuftVG sowie § 12 LuftVG, wenn relevante Sicherheitsflächen an Landeplätzen durchdrungen werden, der Zustimmung der zivilen Landesluftfahrtbehörde.

Die Bearbeitung des Antrages auf Zustimmung zum Bauvorhaben ist nach §§ 1 und 2 der Kostenverordnung der Luftfahrtverwaltung (LuftKostV) in der jeweils gültigen Fassung kostenpflichtig. Gemäß Abschnitt V Ziffer 13 des Gebührenverzeichnisses zur LuftKostV beträgt der Gebührenrahmen 70 bis 5000 Euro.

Wird eine Zustimmung erneuert, geändert, erweitert oder die Gültigkeit verlängert, ist gemäß § 2 Abs. 2 LuftKostV eine Gebühr in Höhe von einem Zehntel bis zu fünf Zehntel der Gebühr zu erheben, die für ihre Erteilung erhoben werden müsste.

Die Zustimmung wird auf Grundlage einer gutachtlichen Stellungnahme der Flugsicherungsorganisation erarbeitet, die gleichfalls kostenpflichtig (gem. Abschnitt VII Ziffer 11 Punkt c des Gebührenverzeichnisses LuftKostV - Gebührenrahmen 60 bis 1250 EUR) ist.

Die entsprechenden Gebühren werden durch die zuständige Luftfahrtbehörde sowie die DFS getrennt erhoben und gehen zu Lasten des Vorhabenträgers / Bauherren. Wir bitten um Bestätigung der v. g. Hinweise (siehe anliegendes Datenblatt).

Um Kosten und Verwaltungsaufwand zu minimieren, bitten wir bei Änderungen im Antragsverfahren (z. B. Rücknahme, Ablehnung etc.) **kurzfristig** darüber in Kenntnis gesetzt zu werden.

Sollten Sie Fragen haben, stehen wir Ihnen unter Tel. 03342/4266-4114 - Frau Lehniger oder per E-Mail marion.lehniger@lbv.brandenburg.de gern zur Verfügung.

Datenblatt

Notstromversorgung der Befeuerung ENERCON Windenergieanlagen

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Simon-Hermann Wobben
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0210416-3		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2019-07-12	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Übersicht Befeuerung Gondel – Tropfenform	4
2	Notstromzeiten Gondel – Tropfenform.....	7
2.1	Befeuerung Gondel – Tropfenform ohne Befeuerung Turm	7
2.2	Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 4x 10 cd	8
2.3	Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 4x 32 cd	9
2.4	Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 4x 50 cd	10
2.5	Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 8x 10 cd	11
2.6	Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 8x 32 cd	12
2.7	Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 8x 50 cd	13
2.8	Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 4x 10 cd/IR.....	14
2.9	Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 8x 10 cd/IR.....	15
2.10	Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 4x 50 cd/IR.....	16
2.11	Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 8x 50 cd/IR.....	17
3	Übersicht Befeuerung Gondel – Kompaktform	18
4	Notstromzeiten Gondel – Kompaktform.....	21
4.1	Befeuerung Gondel – Kompaktform ohne Befeuerung Turm	21
4.2	Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 4x 10 cd	22
4.3	Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 4x 10 cd/IR.....	23
4.4	Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 4x 32 cd	24
4.5	Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 4x 32 cd/IR.....	25
4.6	Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 4x 50 cd	26
4.7	Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 4x 50 cd/IR.....	27
4.8	Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 8x 10 cd	28
4.9	Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 8x 10 cd/IR.....	29
4.10	Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 8x 32 cd	30
4.11	Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 8x 32 cd/IR.....	31
4.12	Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 8x 50 cd	32
4.13	Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 8x 50 cd/IR.....	33

1 Übersicht Befeuerung Gondel – Tropfenform

Die Auslegung der Notstromversorgung richtet sich nach den örtlichen Bestimmungen. Die folgenden Tabellen enthalten Angaben zu den verfügbaren Befeuerungsleuchten und den entsprechenden Notstromzeiten.

Die Notstromzeiten werden jeweils in Stunden angegeben. Bei Leuchtenkombinationen werden immer die Leuchten mit dem höchsten Stromverbrauch berücksichtigt.

Nummer der Befeuerungsleuchte	Typ der Befeuerungsleuchte		Leuchtenbezeichnung lt. Datenblatt	
			Leuchte A	Leuchte B
1	Gefahrenfeuer Nacht	100 cd (Spezifikation W-rot), blinkend	2x MB20	-
2		2 000 cd, blinkend	2x MB80/ MB70/MB75	-
3	Gefahrenfeuer Nacht mit Infrarot	2 000 cd/850 nm, blinkend	2x MB80/17IR	-
4		850 nm/100 cd, IR/rot, blinkend	2x MB2017	-
5	Gefahrenfeuer Nacht, 1 Leuchte	2 000 cd, blinkend	1x MB80	-
6	Gefahrenfeuer Nacht, 1 Leuchte	2 000 cd, konstant	1x MB80	-
7	Gefahrenfeuer Tag	20 000 cd, blinkend	2x MB300	-
8		50 000 cd, blinkend	2x MB500	-
9		100 000 cd, blinkend	2x MB800	-
10	Gefahrenfeuer Tag und Nacht	100 cd (W-rot)/20 000 cd, rot/weiß, blinkend	2x MB20	2x MB300
11		200 cd/2 000 cd, rot/rot, konstant	2x MB80	-
12		2 000 cd/20 000 cd, rot/weiß, blinkend	2x MB80	2x MB300
13		2 000 cd/20 000 cd, weiß/weiß, blinkend	2x MB300	-
14	Gefahrenfeuer Tag und Nacht (Frankreich)	2 000 cd/20 000 cd, rot/weiß, blinkend	2x MB80/ MB70	2x MB300

Nummer der Befeu- erungsleuchte	Typ der Befeu- erungsleuchte		Leuchtenbezeichnung lt. Da- tenblatt	
			Leuchte A	Leuchte B
15		2 000 cd/20 000 cd, rot/weiß, kon- stant/blinkend	2x MB80/ MB70	2x MB300
16		200 cd/20 000 cd, rot/IR/weiß, blin- kend	2x MB80/ MB70	2x MB300
17	Gefahrenfeuer Tag und Nacht mit Infrarot	100 cd (W-rot)/850 nm/20 000 cd, rot/weiß, blinkend	2x MB2017	2x MB300
18		2 000 cd/850 nm/50 000 cd, rot/IR/ weiß, blinkend	2x MB80/17IR	2x MB500
19		2 000 cd/850 nm/20 000 cd, rot/IR/ weiß, blinkend	2x MB80/17IR	2x MB300
20		850 nm/50 000 cd, IR/weiß, konstant/ blinkend	2x MB17E- IR	2x MB500
21		2 000 cd/850 nm /100 000 cd, rot/IR/ weiß, blinkend	1x MB800	2x MB8017
22	Gefahrenfeuer Tag und Nacht, 1 Leuchte	2 000 cd/20 000 cd, rot/weiß, blin- kend	2x MB80	2x MB300
23	Hindernisleuchte	10 cd Öffnungswinkel -2° bis +10°, konstant	2x MB15	-
24		32 cd Öffnungswinkel -2° bis +10°, konstant	2x MB15	-
25		32 cd Öffn.-winkel -2° bis +10° + IR, konstant	2x MB15	2x MB17/E-IR
26		70 cd Öffnungswinkel -2° bis +10°, konstant	2x MB15	-
27		20 cd Öffnungswinkel 0° bis +10°, konstant	2x MB15 UK	-

Nummer der Befeuerungsleuchte	Typ der Befeuerungsleuchte		Leuchtenbezeichnung lt. Datenblatt	
			Leuchte A	Leuchte B
28		200 cd Öffnungswinkel 0° bis +10°, konstant	2x MB15 UK	-
29	Infrarot	900 mW/sr 850 nm -15° bis +30°, blinkend	2x MB17/E-IR	-

2 Notstromzeiten Gondel – Tropfenform

2.1 Befeuerung Gondel – Tropfenform ohne Befeuerung Turm

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	7,9	32,2	64,4	96,6
2	6,3	25,4	50,8	76,3
3	6,1	24,7	49,4	74,1
4	5,4	21,8	43,6	65,5
5	7,2	29,4	58,7	88,1
6	6,3	25,5	51,0	76,5
7	4,4	17,7	35,4	53,1
8	2,8	11,4	22,8	34,2
9	2,1	8,6	17,2	25,7
10	4,3	17,5	34,9	52,4
11	4,9	20,0	39,9	59,9
12	4,1	16,7	33,3	50,0
13	4,1	16,8	33,5	50,3
14	3,8	15,6	31,1	46,7
15	3,6	14,5	29,0	43,5
16	3,9	16,0	32,0	48,0
17	4,1	16,7	33,5	50,2
18	2,8	9,3	18,6	27,9
19	3,9	16,0	32,1	48,1
20	2,7	11,1	22,1	33,2
21	3,4	13,6	27,2	40,9
22	5,5	22,5	45,1	67,6
23	8,2	33,2	66,3	99,5
24	7,8	31,8	63,6	95,5
25	6,1	24,6	49,2	73,8
26	7,1	28,9	57,8	86,7
27	7,8	31,8	63,7	95,5
28	6,1	25,0	49,9	74,9
29	6,9	28,0	56,0	84,1

2.2 Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 4x 10 cd

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	6,7	27,3	54,6	82,0
2	5,5	22,3	44,6	66,9
3	5,3	21,6	43,2	64,8
4	4,8	19,4	38,8	58,1
5	6,2	25,3	50,5	75,8
6	5,5	22,3	44,7	67,0
7	4,2	17,2	34,3	51,5
8	2,7	11,2	22,3	33,5
9	2,1	8,4	16,9	25,3
10	4,2	16,9	33,9	50,8
11	4,7	19,2	38,5	57,7
12	4,0	16,2	32,3	48,5
13	4,0	16,2	32,5	48,7
14	3,7	15,1	30,2	45,3
15	3,5	14,1	28,2	42,4
16	3,8	15,6	31,1	46,7
17	4,0	16,2	32,5	48,7
18	2,7	11,1	22,3	33,4
19	3,8	15,6	31,1	46,7
20	2,7	10,8	21,7	32,5
21	3,3	13,3	26,5	39,8
22	5,3	21,6	43,3	64,9
23	6,9	28,0	56,0	84,1
24	6,7	27,1	54,1	81,2
25	5,3	21,5	43,1	64,6
26	6,1	24,9	49,8	74,8
27	6,6	26,9	53,8	80,7
28	5,4	21,8	43,6	65,5
29	6,0	24,3	48,5	72,8

2.3 Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 4x 32 cd

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	6,3	25,4	50,8	76,2
2	5,2	21,0	42,0	63,0
3	5,0	20,3	40,7	61,0
4	4,5	18,4	36,7	55,1
5	5,8	23,6	47,2	70,8
6	5,2	21,0	42,1	63,1
7	4,2	16,9	33,8	50,6
8	2,7	11,0	22,1	33,1
9	2,1	8,4	16,8	25,1
10	4,1	16,7	33,3	50,0
11	4,7	18,9	37,8	56,7
12	3,9	15,9	31,9	47,8
13	3,9	16,0	32,0	48,0
14	3,7	14,9	29,8	44,7
15	3,4	13,9	27,9	41,8
16	3,8	15,3	30,7	46,0
17	3,9	16,0	32,0	48,0
18	2,7	11,0	22,0	33,1
19	3,8	15,3	30,7	46,0
20	2,6	10,7	21,5	32,2
21	3,2	13,1	26,2	39,3
22	5,2	21,2	42,4	63,6
23	6,4	26,0	52,0	78,0
24	6,2	25,2	50,3	75,5
25	5,0	20,3	40,5	60,8
26	5,7	23,3	46,6	69,9
27	6,1	25,0	49,9	74,9
28	5,1	20,5	41,1	61,6
29	5,6	22,7	45,5	68,2

2.4 Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 4x 50 cd

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	5,8	23,7	47,5	71,2
2	4,9	19,8	39,7	59,5
3	4,7	19,2	38,4	57,7
4	4,3	17,4	34,9	52,3
5	5,5	22,2	44,3	66,5
6	4,9	19,9	39,8	59,7
7	4,1	16,6	33,2	49,9
8	2,7	10,9	21,9	32,8
9	2,0	8,3	16,6	24,9
10	4,0	16,4	32,8	49,2
11	4,6	18,6	37,2	55,7
12	3,9	15,7	31,4	47,1
13	3,9	15,8	31,6	47,3
14	3,6	14,7	29,4	44,1
15	3,4	13,8	27,5	41,3
16	3,7	15,1	30,2	45,3
17	3,9	15,8	31,5	47,3
18	2,7	10,9	21,8	32,7
19	3,7	15,1	30,2	45,3
20	2,6	10,6	21,2	31,9
21	3,2	12,9	25,9	38,8
22	5,1	20,8	41,6	62,4
23	6,0	24,3	48,5	72,8
24	5,8	23,5	47,1	70,6
25	4,7	19,2	38,3	57,5
26	5,4	21,9	43,8	65,7
27	5,7	23,3	46,6	69,9
28	4,8	19,4	38,8	58,1
29	5,3	21,4	42,8	64,1

2.5 Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 8x 10 cd

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	5,8	23,7	47,5	71,2
2	4,9	19,8	39,7	59,5
3	4,7	19,2	38,4	57,7
4	4,3	17,4	34,9	52,3
5	5,5	22,2	44,3	66,5
6	4,9	19,9	39,8	59,7
7	4,1	16,6	33,2	49,9
8	2,7	10,9	21,9	32,8
9	2,0	8,3	16,6	24,9
10	4,0	16,4	32,8	49,2
11	4,6	18,6	37,2	55,7
12	3,9	15,7	31,4	47,1
13	3,9	15,8	31,6	47,3
14	3,6	14,7	29,4	44,1
15	3,4	13,8	27,5	41,3
16	3,7	15,1	30,2	45,3
17	3,9	15,8	31,5	47,3
18	2,7	10,9	21,8	32,7
19	3,7	15,1	30,2	45,3
20	2,6	10,6	21,2	31,9
21	3,2	12,9	25,9	38,8
22	5,1	20,8	41,6	62,4
23	6,0	24,3	48,5	72,8
24	5,8	23,5	47,1	70,6
25	4,7	19,2	38,3	57,5
26	5,4	21,9	43,8	65,7
27	5,7	23,3	46,6	69,9
28	4,8	19,4	38,8	58,1
29	5,3	21,4	42,8	64,1

2.6 Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 8x 32 cd

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	5,16	20,97	41,95	62,92
2	4,40	17,87	35,75	53,62
3	4,26	17,30	34,60	51,90
4	3,90	15,84	31,68	47,51
5	4,86	19,74	39,47	59,21
6	4,41	17,91	35,82	53,73
7	3,97	16,13	32,26	48,39
8	2,63	10,70	21,41	32,11
9	2,01	8,18	16,36	24,53
10	3,92	15,93	31,87	47,80
11	4,42	17,97	35,93	53,90
12	3,76	15,26	30,52	45,79
13	3,77	15,33	30,66	45,99
14	3,52	14,32	28,63	42,95
15	3,30	13,42	26,84	40,27
16	3,62	14,71	29,41	44,12
17	3,77	15,31	30,63	45,94
18	2,63	10,68	21,36	32,04
19	3,61	14,69	29,37	44,06
20	2,56	10,41	20,82	31,23
21	3,11	12,63	25,25	37,88
22	4,93	20,03	40,07	60,10
23	5,26	21,38	42,76	64,14
24	5,12	20,81	41,63	62,44
25	4,25	17,25	34,50	51,74
26	4,81	19,53	39,06	58,59
27	5,05	20,53	41,05	61,58
28	4,29	17,43	34,86	52,29
29	4,70	19,10	38,20	57,40

2.7 Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 8x 50 cd

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	4,63	18,79	37,58	56,37
2	4,00	16,26	32,53	48,79
3	3,87	15,73	31,46	47,19
4	3,57	14,51	29,02	43,53
5	4,38	17,79	35,58	53,37
6	4,01	16,30	32,59	48,89
7	3,86	15,66	31,33	46,99
8	2,58	10,49	20,97	31,46
9	1,98	8,05	16,10	24,15
10	3,81	15,48	30,95	46,43
11	4,28	17,39	34,78	52,17
12	3,65	14,84	29,69	44,53
13	3,67	14,91	29,82	44,72
14	3,43	13,95	27,90	41,85
15	3,22	13,10	26,20	39,29
16	3,52	14,32	28,63	42,95
17	3,67	14,89	29,78	44,68
18	2,58	10,47	20,93	31,40
19	3,52	14,28	28,56	42,85
20	2,51	10,20	20,41	30,61
21	3,03	12,33	24,65	36,98
22	4,76	19,32	38,64	57,96
23	4,71	19,12	38,24	57,35
24	4,59	18,66	37,33	55,99
25	3,86	15,69	31,37	47,06
26	4,34	17,62	35,25	52,87
27	4,52	18,35	36,71	55,06
28	3,90	15,84	31,68	47,51
29	4,30	17,30	34,60	51,90

2.8 Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 4x 10 cd/IR

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	6,25	25,40	50,80	76,20
2	5,17	20,99	41,98	62,97
3	5,01	20,35	40,69	61,04
4	4,52	18,35	36,71	55,06
5	5,81	23,61	47,21	70,82
6	5,18	21,04	42,09	63,13
7	4,16	16,88	33,77	50,65
8	2,72	11,04	22,09	33,13
9	2,06	8,38	16,75	25,13
10	4,10	16,67	33,34	50,00
11	4,65	18,91	37,81	56,72
12	3,92	15,94	31,87	47,81
13	3,94	16,01	32,02	48,03
14	3,67	14,91	29,82	44,72
15	3,43	13,94	27,88	41,82
16	3,77	15,33	30,66	45,99
17	3,94	15,99	31,98	47,97
18	2,71	11,02	22,04	33,06
19	3,77	15,34	30,67	46,01
20	2,64	10,73	21,46	32,19
21	3,23	13,10	26,21	39,31
22	5,22	21,21	42,42	63,63
23	6,40	26,00	52,00	78,00
24	6,19	25,17	50,33	75,50
25	4,99	20,27	40,55	60,82
26	5,74	23,31	46,63	69,94
27	6,14	24,96	49,92	74,88
28	5,05	20,53	41,05	61,58
29	5,60	22,70	45,50	68,20

2.9 Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 8x 10 cd/IR

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	5,16	20,97	41,95	62,92
2	4,40	17,87	35,75	53,62
3	4,26	17,30	34,60	51,90
4	3,90	15,84	31,68	47,51
5	4,86	19,74	39,47	59,21
6	4,41	17,91	35,82	53,73
7	3,97	16,13	32,26	48,39
8	2,63	10,70	21,41	32,11
9	2,01	8,18	16,36	24,53
10	3,92	15,93	31,87	47,80
11	4,42	17,97	35,93	53,90
12	3,76	15,26	30,52	45,79
13	3,77	15,33	30,66	45,99
14	3,52	14,32	28,63	42,95
15	3,30	13,42	26,84	40,27
16	3,62	14,71	29,41	44,12
17	3,77	15,31	30,63	45,94
18	2,63	10,68	21,36	32,04
19	3,61	14,69	29,37	44,06
20	2,56	10,41	20,82	31,23
21	3,11	12,63	25,25	37,88
22	4,93	20,03	40,07	60,10
23	5,26	21,38	42,76	64,14
24	5,12	20,81	41,63	62,44
25	4,25	17,25	34,50	51,74
26	4,81	19,53	39,06	58,59
27	5,05	20,53	41,05	61,58
28	4,29	17,43	34,86	52,29
29	4,70	19,10	38,20	57,40

2.10 Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 4x 50 cd/IR

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	5,84	23,73	47,46	71,19
2	4,88	19,84	39,67	59,51
3	4,73	19,22	38,44	57,65
4	4,29	17,43	34,86	52,29
5	5,45	22,16	44,32	66,48
6	4,89	19,88	39,77	59,65
7	4,09	16,62	33,25	49,87
8	2,69	10,93	21,86	32,78
9	2,05	8,31	16,62	24,93
10	4,04	16,42	32,83	49,25
11	4,57	18,58	37,17	55,75
12	3,87	15,70	31,41	47,11
13	3,88	15,78	31,55	47,33
14	3,62	14,71	29,41	44,12
15	3,39	13,76	27,53	41,29
16	3,72	15,12	30,23	45,35
17	3,88	15,76	31,52	47,28
18	2,68	10,91	21,81	32,72
19	3,72	15,11	30,23	45,34
20	2,61	10,62	21,24	31,86
21	3,19	12,94	25,88	38,82
22	5,12	20,80	41,61	62,41
23	5,97	24,25	48,51	72,76
24	5,79	23,53	47,05	70,58
25	4,71	19,15	38,31	57,46
26	5,39	21,90	43,80	65,70
27	5,73	23,28	46,57	69,85
28	4,77	19,38	38,76	58,14
29	5,30	21,40	42,80	64,10

2.11 Befeuerung Gondel – Tropfenform mit Befeuerung Turm 8x 50 cd/IR

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	4,63	18,79	37,58	56,37
2	4,00	16,26	32,53	48,79
3	3,87	15,73	31,46	47,19
4	3,57	14,51	29,02	43,53
5	4,38	17,79	35,58	53,37
6	4,01	16,30	32,59	48,89
7	3,86	15,66	31,33	46,99
8	2,58	10,49	20,97	31,46
9	1,98	8,05	16,10	24,15
10	3,81	15,48	30,95	46,43
11	4,28	17,39	34,78	52,17
12	3,65	14,84	29,69	44,53
13	3,67	14,91	29,82	44,72
14	3,43	13,95	27,90	41,85
15	3,22	13,10	26,20	39,29
16	3,52	14,32	28,63	42,95
17	3,67	14,89	29,78	44,68
18	2,58	10,47	20,93	31,40
19	3,52	14,28	28,56	42,85
20	2,51	10,20	20,41	30,61
21	3,03	12,33	24,65	36,98
22	4,76	19,32	38,64	57,96
23	4,71	19,12	38,24	57,35
24	4,59	18,66	37,33	55,99
25	3,86	15,69	31,37	47,06
26	4,34	17,62	35,25	52,87
27	4,52	18,35	36,71	55,06
28	3,90	15,84	31,68	47,51
29	4,30	17,30	34,60	51,90

3 Übersicht Befeuerung Gondel – Kompaktform

Die Auslegung der Notstromversorgung richtet sich nach den örtlichen Bestimmungen. Die folgenden Tabellen enthalten Angaben zu den verfügbaren Befeuerungsleuchten und den entsprechenden Notstromzeiten.

Die Notstromzeiten werden jeweils in Stunden angegeben. Bei Leuchtenkombinationen werden immer die Leuchten mit dem höchsten Stromverbrauch berücksichtigt.

Nummer der Befeuerungsleuchte	Typ der Befeuerungsleuchte	Leuchtenbezeichnung lt. Datenblatt		
		Leuchte A	Leuchte B	
1	Gefahrenfeuer Nacht	100 cd (Spezifikation W-rot), blinkend	2x G4-20	-
2		2 000 cd, blinkend	2x G4-80	-
3	Gefahrenfeuer Nacht mit Infrarot	100 cd/850 nm, blinkend	2x G4-20	2x G4-17
4		2 000 cd/850 nm, blinkend	2x G4-80	2x G4-17
5	Gefahrenfeuer Nacht, 1 Leuchte	2 000 cd, blinkend	1x G4-80	-
6	Gefahrenfeuer Nacht, 1 Leuchte	2 000 cd, konstant	1x G4-80	-
7	Gefahrenfeuer Tag	20 000 cd, blinkend	2x G4-200	-
8		50 000 cd, blinkend	2x G4-200	-
9		100 000 cd, blinkend	4x G4-200	-
10	Gefahrenfeuer Tag und Nacht	100 cd (W-rot)/20 000 cd, rot/weiß, blinkend	2x G4-20	2x G4-200
11		200 cd/2 000 cd, rot/rot, konstant	2x G4-80	-
12		2 000 cd/20 000 cd, rot/weiß, blinkend	2x G4-80	2x G4-200
13		2 000 cd/20 000 cd, weiß/weiß, blinkend	2x G4-200	-
14	Gefahrenfeuer Tag und Nacht (Frankreich)	2 000 cd/20 000 cd, rot/weiß, blinkend	2x G4-80	2x G4-200
15		2 000 cd/20 000 cd, rot/weiß, konstant/blinkend	2x G4-80	2x G4-200

Nummer der Befeu- erungsleuchte	Typ der Befeu- erungsleuchte		Leuchtenbezeichnung lt. Da- tenblatt	
			Leuchte A	Leuchte B
16		200 cd/20 000 cd, rot/weiß, blinkend	2x G4-80	2x G4-200
17	Gefahrenfeuer Tag und Nacht mit Infrarot	100 cd (W-rot)/850 nm/20 000 cd, rot/weiß, blinkend	2x G4-20/2x G4-17	G4-200
18		2 000 cd/850 nm/20 000 cd, rot/IR/ weiß, blinkend	G4-80/G4-17	G4-200
19		850 nm/50 000 cd, rot/IR/weiß, blin- kend	G4-17	2x 2x G4-200
20		2 000 cd/850 nm/50 000 cd, rot/IR/ weiß, blinkend	G4-80/G4-17	2x 2x G4-200
21		2 000 cd/850 nm /100 000 cd, rot/IR/ weiß, blinkend	G4-80/G4-17	1x 4x G4-200
22		Gefahrenfeuer Tag und Nacht, 1 Leuchte	2 000 cd/20 000 cd, rot/weiß, blin- kend	1x G4-80
23	Hindernisfeuer	10 cd Öffnungswinkel -2° bis +10° , konstant	2x G4-20	-
24		32 cd Öffnungswinkel -2° bis +10° , konstant	2x G4-20	-
25		32 cd Öffnungswinkel -2° bis +10° + IR, konstant	2x G4-20	2x G4-17
26		70 cd Öffnungswinkel -2° bis +10° , konstant	2x G4-20	-
27		25 cd Öffnungswinkel 0° bis +10° , konstant	2x G4-66	-
28		200 cd Öffnungswinkel 0° bis +10° , konstant	2x G4-66	-

Nummer der Befeu- erungsleuchte	Typ der Befeu- erungsleuchte		Leuchtenbezeichnung lt. Da- tenblatt	
			Leuchte A	Leuchte B
29	Infrarot	900 mW/sr 850 nm -15° bis +30°, blinkend	2x G4-17	-

4 Notstromzeiten Gondel – Kompaktform

4.1 Befeuerung Gondel – Kompaktform ohne Befeuerung Turm

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	10,37	42,13	84,27	126,40
2	9,24	37,52	75,04	112,55
3	7,21	29,29	58,58	87,87
4	6,64	26,98	53,96	80,95
5	10,48	42,59	85,18	127,76
6	9,70	39,39	78,79	118,18
7	-	21,89	43,77	65,66
8	-	11,94	23,88	35,81
9	-	6,79	13,58	20,38
10	-	21,35	42,70	64,06
11	7,86	31,94	63,88	95,82
12	-	20,92	41,83	62,75
13	-	21,10	42,21	63,31
14	-	18,92	37,85	56,77
15	-	18,34	36,67	55,01
16	-	19,23	38,46	57,70
17	-	20,34	40,68	61,02
18	-	19,95	39,89	59,84
19	-	13,62	27,25	40,87
20	-	13,04	26,09	39,13
21	-	13,04	26,09	39,13
22	-	29,92	59,84	89,76
23	11,41	46,35	92,69	139,04
24	10,37	42,13	84,27	126,40
25	8,01	32,56	65,11	97,67
26	10,21	41,47	82,93	124,40
27	10,71	43,53	87,06	130,59
28	6,69	27,17	54,34	81,50
29	8,01	32,56	65,11	97,67

Wenn kein Wert angegeben ist, gilt die Mindestüberbrückung von Akku+.

4.2 Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 4x 10 cd

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	8,07	32,78	65,57	98,35
2	7,36	29,92	59,84	89,76
3	6,02	24,44	48,89	73,33
4	5,62	22,82	45,63	68,45
5	8,14	33,06	66,12	99,17
6	7,66	31,10	62,20	93,30
7	-	20,38	40,75	61,13
8	-	11,47	22,95	34,42
9	-	6,64	13,28	19,92
10	-	19,91	39,83	59,74
11	7,10	28,82	57,65	86,47
12	-	19,53	39,07	58,60
13	-	19,70	39,39	59,09
14	-	17,79	35,57	53,36
15	-	17,27	34,53	51,80
16	-	18,06	36,11	193,07
17	-	19,03	38,06	57,09
18	-	18,68	37,37	56,05
19	-	13,02	26,05	39,07
20	-	12,49	24,99	37,48
21	-	12,49	24,99	37,48
22	-	27,17	54,34	81,50
23	8,68	35,28	70,56	105,83
24	8,07	32,78	65,57	98,35
25	6,57	26,68	53,36	80,03
26	7,97	32,38	64,76	97,14
27	8,28	33,62	67,24	100,87
28	5,65	22,95	45,90	68,84
29	6,57	26,68	53,36	80,03

Wenn kein Wert angegeben ist, gilt die Mindestüberbrückung von Akku+.

4.3 Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 4x 10 cd/IR

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	7,17	29,14	58,29	87,43
2	6,61	26,86	53,72	80,58
3	5,50	22,36	44,72	67,09
4	5,17	20,99	41,98	62,97
5	7,23	29,36	58,72	88,09
6	6,84	27,81	55,61	83,42
7	-	19,86	39,72	59,59
8	-	11,31	22,62	33,93
9	-	6,58	13,17	19,75
10	-	19,42	38,84	58,27
11	6,84	27,81	55,61	83,42
12	-	19,06	38,12	57,18
13	-	19,22	38,43	57,65
14	-	17,39	34,78	52,18
15	-	16,90	33,79	50,69
16	-	17,65	35,30	52,96
17	-	18,58	37,16	55,75
18	-	18,25	36,50	54,76
19	-	12,81	25,62	38,43
20	-	12,30	24,60	36,89
21	-	12,30	24,60	36,89
22	-	26,26	52,53	78,79
23	7,66	31,10	62,20	93,30
24	7,17	29,14	58,29	87,43
25	5,96	24,22	48,44	72,65
26	7,10	28,82	57,65	86,47
27	7,34	29,81	59,61	89,42
28	5,19	21,10	42,21	63,31
29	5,96	24,22	48,44	72,65

Wenn kein Wert angegeben ist, gilt die Mindestüberbrückung von Akku+.

4.4 Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 4x 32 cd

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	7,45	30,26	60,53	90,79
2	6,84	27,81	55,61	83,42
3	5,67	23,01	46,03	69,04
4	5,31	21,57	43,13	64,70
5	7,51	30,50	61,00	91,50
6	7,10	28,82	57,65	86,47
7	-	20,03	40,06	60,09
8	-	11,36	22,73	34,09
9	-	6,60	13,20	19,81
10	-	19,58	39,17	58,75
11	6,93	28,14	56,28	84,42
12	-	19,22	38,43	57,65
13	-	19,37	38,75	58,12
14	-	17,52	35,04	52,56
15	-	17,02	34,03	51,05
16	-	17,79	35,57	53,36
17	-	18,73	37,46	56,19
18	-	18,39	36,79	55,18
19	-	12,88	25,76	38,64
20	-	12,36	24,72	37,09
21	-	12,36	24,72	37,09
22	-	26,56	53,12	79,67
23	7,97	32,38	64,76	97,14
24	7,45	30,26	60,53	90,79
25	6,15	24,99	49,97	74,96
26	7,36	29,92	59,84	89,76
27	7,63	30,98	61,96	92,93
28	5,34	21,68	43,37	65,05
29	6,15	24,99	49,97	74,96

Wenn kein Wert angegeben ist, gilt die Mindestüberbrückung von Akku+.

4.5 Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 4x 32 cd/IR

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	6,92	28,11	56,21	84,32
2	6,39	25,97	51,95	77,92
3	5,35	21,74	43,49	65,23
4	5,03	20,45	40,89	61,34
5	6,97	28,31	56,61	84,92
6	6,61	26,86	53,72	80,58
7	-	19,70	39,39	59,09
8	-	11,26	22,51	33,77
9	-	6,57	13,13	6,57
10	-	19,26	38,53	57,79
11	6,77	27,48	54,97	82,45
12	-	18,91	37,82	56,73
13	-	19,06	38,12	57,18
14	-	17,27	34,53	51,80
15	-	16,78	33,55	50,33
16	-	17,52	35,04	52,56
17	-	18,44	36,87	55,31
18	-	18,11	36,22	54,34
19	-	12,74	25,48	38,23
20	-	12,23	24,47	36,70
21	-	12,23	24,47	36,70
22	-	25,97	51,95	77,92
23	7,36	29,92	59,84	89,76
24	6,92	28,11	56,21	84,32
25	5,78	23,50	46,99	70,49
26	6,84	27,81	55,61	83,42
27	7,07	28,72	57,44	86,16
28	5,06	20,55	41,11	61,66
29	5,78	23,50	46,99	70,49

Wenn kein Wert angegeben ist, gilt die Mindestüberbrückung von Akku+.

4.6 Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 4x 50 cd

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	7,17	29,14	58,29	87,43
2	6,61	26,86	53,72	80,58
3	5,50	22,36	44,72	67,09
4	5,17	20,99	41,98	62,97
5	7,23	29,36	58,72	88,09
6	6,84	27,81	55,61	83,42
7	-	19,86	39,72	59,59
8	-	11,31	22,62	33,93
9	-	6,58	13,17	19,75
10	-	19,42	38,84	58,27
11	6,84	27,81	55,61	83,42
12	-	19,06	38,12	57,18
13	-	19,22	38,43	57,65
14	-	17,39	34,78	52,18
15	-	16,90	33,79	180,65
16	-	17,65	35,30	52,96
17	-	18,58	37,16	55,75
18	-	18,25	36,50	54,76
19	-	12,81	25,62	38,43
20	-	12,30	24,60	36,89
21	-	12,30	24,60	36,89
22	-	26,26	52,53	78,79
23	7,66	31,10	62,20	93,30
24	7,17	29,14	58,29	87,43
25	5,96	24,22	48,44	72,65
26	7,10	28,82	57,65	86,47
27	7,34	29,81	59,61	89,42
28	5,19	21,10	42,21	63,31
29	5,96	24,22	48,44	72,65

Wenn kein Wert angegeben ist, gilt die Mindestüberbrückung von Akku+.

4.7 Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 4x 50 cd/IR

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	6,46	26,23	52,47	78,70
2	6,00	24,37	48,73	73,10
3	5,07	20,61	41,21	61,82
4	4,78	19,44	38,88	58,31
5	6,50	26,41	52,82	79,23
6	6,19	25,15	50,29	75,44
7	-	19,37	38,75	58,12
8	-	11,15	22,30	33,45
9	-	6,53	13,06	19,59
10	-	18,95	37,91	56,86
11	6,61	26,86	53,72	80,58
12	-	18,61	37,22	55,83
13	-	18,76	37,52	56,28
14	-	17,02	34,03	51,05
15	-	16,54	33,08	49,62
16	-	17,27	34,53	51,80
17	-	18,15	36,31	54,46
18	-	17,84	35,68	53,52
19	-	12,61	25,21	37,82
20	-	12,11	24,22	36,33
21	-	12,11	24,22	36,33
22	-	25,42	50,83	76,25
23	6,84	27,81	55,61	83,42
24	6,46	26,23	52,47	78,70
25	5,46	22,17	44,35	66,52
26	6,39	25,97	51,95	77,92
27	6,59	26,77	53,54	80,30
28	4,81	19,53	39,07	58,60
29	5,46	22,17	44,35	66,52

Wenn kein Wert angegeben ist, gilt die Mindestüberbrückung von Akku+.

4.8 Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 8x 10 cd

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	6,60	26,83	53,66	80,49
2	6,12	24,88	49,76	74,64
3	5,16	20,97	41,95	62,92
4	4,86	19,76	39,53	59,29
5	6,65	27,01	54,03	81,04
6	6,32	25,69	51,38	77,08
7	-	19,06	38,12	57,18
8	-	11,05	22,09	33,14
9	-	6,49	12,99	19,48
10	-	18,66	37,31	55,97
11	6,46	26,26	52,53	78,79
12	-	18,32	36,65	54,97
13	-	18,47	36,93	55,40
14	-	16,78	33,55	50,33
15	-	16,31	32,62	48,94
16	-	17,02	34,03	51,05
17	-	17,88	35,76	53,64
18	-	17,57	35,15	52,72
19	-	12,47	24,95	37,42
20	-	11,99	23,97	35,96
21	-	11,99	23,97	35,96
22	-	24,88	49,76	74,64
23	7,01	28,48	56,96	85,43
24	6,60	26,83	53,66	80,49
25	5,56	22,60	45,19	67,79
26	6,54	26,56	53,12	79,67
27	6,74	27,39	54,78	82,17
28	4,89	19,86	39,72	59,59
29	5,56	22,60	45,19	67,79

Wenn kein Wert angegeben ist, gilt die Mindestüberbrückung von Akku+.

4.9 Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 8x 10 cd/IR

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	5,48	22,28	44,55	66,83
2	5,15	20,92	41,83	62,75
3	4,45	18,08	36,17	54,25
4	4,23	17,18	34,36	51,53
5	5,51	22,40	44,81	67,21
6	5,29	21,49	42,98	64,46
7	-	18,18	36,36	54,55
8	-	10,74	21,49	32,23
9	-	6,39	12,78	19,16
10	-	17,81	35,62	53,44
11	6,06	24,62	49,24	73,86
12	-	17,51	35,02	52,53
13	-	17,64	35,28	52,92
14	-	16,09	32,18	48,27
15	-	15,66	31,33	46,99
16	-	16,31	32,62	48,94
17	-	17,10	34,21	51,31
18	-	16,82	33,65	50,47
19	-	12,09	24,18	36,27
20	-	11,63	23,26	34,90
21	-	11,63	23,26	34,90
22	-	23,40	46,80	70,21
23	5,76	23,40	46,80	70,21
24	5,48	22,28	44,55	66,83
25	4,75	19,28	38,56	57,84
26	5,44	22,09	44,18	66,27
27	5,58	22,66	45,32	67,99
28	4,25	17,25	34,51	51,76
29	4,75	19,28	38,56	57,84

Wenn kein Wert angegeben ist, gilt die Mindestüberbrückung von Akku+.

4.10 Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 8x 32 cd

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	5,81	23,61	47,23	70,84
2	5,44	22,09	44,18	66,27
3	4,67	18,95	37,91	56,86
4	4,42	17,96	35,92	53,88
5	5,85	23,76	47,51	71,27
6	5,59	22,73	45,45	68,18
7	-	18,47	36,93	55,40
8	-	10,84	21,68	32,53
9	-	6,42	12,85	19,27
10	-	18,08	36,17	54,25
11	6,19	25,15	50,29	75,44
12	-	17,77	35,54	53,32
13	-	17,91	35,81	53,72
14	-	16,31	32,62	48,94
15	-	15,87	31,75	47,62
16	-	16,54	33,08	49,62
17	-	17,35	34,71	52,06
18	-	17,07	34,13	51,20
19	-	12,22	24,43	36,65
20	-	11,75	23,50	35,24
21	-	11,75	23,50	35,24
22	-	23,88	47,75	71,63
23	6,12	24,88	49,76	74,64
24	5,81	23,61	47,23	70,84
25	4,99	20,27	40,54	60,81
26	5,76	23,40	46,80	70,21
27	5,92	24,05	48,09	72,14
28	4,44	18,04	36,09	54,13
29	4,99	20,27	40,54	60,81

Wenn kein Wert angegeben ist, gilt die Mindestüberbrückung von Akku+.

4.11 Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 8x 32 cd/IR

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	5,19	21,09	42,17	63,26
2	4,89	19,86	39,72	59,59
3	4,26	17,29	34,58	51,87
4	4,05	16,46	32,92	49,38
5	5,22	21,20	42,40	63,60
6	5,02	20,38	40,75	61,13
7	-	17,91	35,81	53,72
8	-	10,65	21,29	31,94
9	-	6,35	12,71	19,06
10	-	17,55	35,09	52,64
11	5,94	24,12	48,24	72,36
12	-	17,25	34,51	51,76
13	-	17,38	34,76	52,14
14	-	15,87	31,75	47,62
15	-	15,46	30,92	46,38
16	-	16,09	32,18	48,27
17	-	16,86	33,72	50,58
18	-	16,59	33,17	49,76
19	-	11,97	23,94	35,90
20	-	11,52	23,04	34,56
21	-	11,52	23,04	34,56
22	-	22,95	45,90	68,84
23	5,44	22,09	44,18	66,27
24	5,19	21,09	42,17	63,26
25	4,52	18,38	36,76	55,14
26	5,15	20,92	41,83	62,75
27	5,27	21,43	42,86	64,29
28	4,07	16,53	33,06	49,59
29	4,52	18,38	36,76	55,14

Wenn kein Wert angegeben ist, gilt die Mindestüberbrückung von Akku+.

4.12 Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 8x 50 cd

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	5,48	22,28	44,55	66,83
2	5,15	20,92	41,83	62,75
3	4,45	18,08	36,17	54,25
4	4,23	17,18	34,36	51,53
5	5,51	22,40	44,81	67,21
6	5,29	21,49	42,98	64,46
7	-	18,18	36,36	54,55
8	-	10,74	21,49	32,23
9	-	6,39	12,78	19,16
10	-	17,81	35,62	53,44
11	6,06	24,62	49,24	73,86
12	-	17,51	35,02	52,53
13	-	17,64	35,28	52,92
14	-	16,09	32,18	48,27
15	-	15,66	31,33	46,99
16	-	16,31	32,62	48,94
17	-	17,10	34,21	51,31
18	-	16,82	33,65	50,47
19	-	12,09	24,18	36,27
20	-	11,63	23,26	34,90
21	-	11,63	23,26	34,90
22	-	23,40	46,80	70,21
23	5,76	23,40	46,80	70,21
24	5,48	22,28	44,55	66,83
25	4,75	19,28	38,56	57,84
26	5,44	22,09	44,18	66,27
27	5,58	22,66	45,32	67,99
28	4,25	17,25	34,51	51,76
29	4,75	19,28	38,56	57,84

Wenn kein Wert angegeben ist, gilt die Mindestüberbrückung von Akku+.

4.13 Befeuerung Gondel – Kompaktform mit Befeuerung Turm 8x 50 cd/IR

Nummer der Befeuerungsleuchte	Notstromzeit in h			
	Standard	Akku+	Akku++	Akku+++
1	4,69	19,05	38,09	57,14
2	4,44	18,04	36,09	54,13
3	3,91	15,90	31,79	47,69
4	3,74	15,19	30,38	45,57
5	4,71	19,14	38,28	57,42
6	4,55	18,47	36,93	55,40
7	-	17,38	34,76	52,14
8	-	10,46	20,92	31,38
9	-	6,29	12,57	18,86
10	-	17,04	34,08	51,12
11	5,70	23,17	46,35	69,52
12	-	16,76	33,53	50,29
13	-	16,88	33,77	50,65
14	-	15,46	30,92	46,38
15	-	15,06	30,13	45,19
16	-	15,66	31,33	46,99
17	-	16,39	32,78	49,17
18	-	16,13	32,27	48,40
19	-	11,73	23,46	35,19
20	-	11,30	22,60	33,90
21	-	11,30	22,60	33,90
22	-	22,09	44,18	66,27
23	4,89	19,86	39,72	13,75
24	4,69	19,05	38,09	57,14
25	4,14	16,81	33,62	50,43
26	4,65	18,91	37,82	56,73
27	4,76	19,33	38,65	57,98
28	3,75	15,25	30,50	45,75
29	4,14	16,81	33,62	50,43

Wenn kein Wert angegeben ist, gilt die Mindestüberbrückung von Akku+.

16.1.8 Abstände / Erschließung (pro Anlage aus 16.1.1 ein Formblatt 16.1.8)
--

Anlagebezeichnung aus Fbl. 16.1.1	Klosterfelde Repower				
Anlagentyp	Antragsteller	ETRS 89/UTM Koordinaten		Ostwert	Nordwert
ENERCON E-138	Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG			33395951	5849914

Anlagenstandort

Gemeinde	Gemarkung	Flur	Flurstück	Grundstückeigentümer Name, Vorname	Zustimmung
Klosterfelde					

Abstand nach LBauO

Klosterfelde	Klosterfelde	8	11	Evangelische Kirchengemeinde	<input checked="" type="checkbox"/>
Klosterfelde	Klosterfelde	8	5	Gemeinde Wandlitz	<input checked="" type="checkbox"/>

Erschließung

über vorhandene Zufahrt bis zum Flurstück					<input type="checkbox"/>
---	--	--	--	--	--------------------------

Gewässerquerung

					<input type="checkbox"/>
--	--	--	--	--	--------------------------

Rückzubauende Anlage (Repowering)

1.

Anlagentyp	ENERCON E-66	ETRS 89/UTM Koordinaten				Genehmigung			Zustimmung
Betreiber	Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG	Ostwert		Nordwert		Datum		AZ.:	
Gemeinde	Klosterfelde	Gemarkung	Klosterfelde	Flur	8	Flurstücke	8		<input type="checkbox"/>

16.1.9 Daten der beantragten Anlage / Daten der Anlagen im Windpark
--

Betriebsinterne Bezeichnung der Anlage	Bezeichnung des Windparks/ Konzentrations- zone	WEA-Hersteller	WEA-Typ	Serie/ Seriennummer	Narbenhöhe (m)	Rotordurch- messer (m)	Gesamthöhe (m)	Leistung (MW)	BNK-Funktionsart
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Klosterfelde Repower	Windpark Klosterfelde	ENERCON	E-138	EP3	131	138	199	4,2	Transponder

16.1.10 Oktav-Schalleistungspegel (SLP) der beantragten Anlage / der Anlagen im Windpark

Betriebsinterne Bezeichnung der Anlage	Betriebs- modus	Rotor- umdrehung (1/min)	63 Hz (db [A])	125 Hz (db [A])	250 Hz (db [A])	500 Hz (db [A])	1000 Hz (db [A])	2000 Hz (db [A])	4000 Hz (db [A])	8000 Hz (db [A])	Gesamtschall- leistungspegel (db [A])
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Klosterfelde Repower	tags	95% d. Nennleistung	88,5	95,2	96,5	98,4	101,5	100,3	92,9	80,0	104,7

17.1 Sonstige Unterlagen

Anlagen:

- 20220729_0513_Klosterfelde.pdf



Begutachtung
der Einflüsse des Windenergievorhabens
„Klosterfelde“ (1 WEA)
auf das bereits installierte Automatisierte
Waldbrandfrüherkennungssystem
FireWatch (FW)

Auftraggeber:

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG
An der Plansche 4
16321 Bernau

Auftragnehmer/Gutachter:

IQ Technologies for Earth and Space GmbH
Ernst-Lau-Straße 5
12489 Berlin

Inhalt

1. Aufgabenstellung	3
2. Grundlagen	3
2.1 Gesetzliche Grundlagen	3
2.2 Fachliche Beurteilungsgrundlagen	3
2.3 Fachliche Beurteilungskriterien	5
3. Planung des Windenergievorhabens	7
3.1 Windenergieanlagen in der Umgebung	7
3.2 Geografische Lage.....	9
3.3 Bestehende Situation.....	11
3.3.1 Rechnerische Analyse	11
3.3.2 Dokumentation der aktuellen Situation aus Sicht der OSS	15
3.4 Sichtabdeckungen durch die zu errichtende WEA	17
3.5 Einschränkung von möglichen Kreuzpeilungen	22
3.6 Beeinträchtigung von FireWatch-Funklinien	23
4. Gutachten	24



1. Aufgabenstellung

Die Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG (Auftraggeber) hat mit E-Mail vom 18.07.2022 die IQ Technologies for Earth and Space GmbH (Auftragnehmer) beauftragt, ein Gutachten zu erstellen, inwiefern das Windenergievorhaben (WEV) „Klosterfelde“ das bereits installierte Automatisierte Waldbrandfrüherkennungssystem (AWFS) FireWatch (FW) beeinflusst.

Fragestellung: Welche Einflüsse ergeben sich durch das Windenergievorhaben „Klosterfelde“ auf das bereits installierte Automatisierte Waldbrandfrüherkennungssystem (AWFS) FireWatch (FW)?

2. Grundlagen

2.1 Gesetzliche Grundlagen

Laut dem Waldgesetz des Landes Brandenburg (LWaldG), zuletzt geändert am 30. April 2019, § 20 Vorbeugender Waldbrandschutz, Absatz 4, darf das Waldbrandfrüherkennungssystem durch die Errichtung oder den Betrieb von Windenergieanlagen nicht erheblich eingeschränkt werden. Ob eine erhebliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, ist durch einen vom Land bestimmten Gutachter zu prüfen. Wird eine erhebliche Beeinträchtigung gutachterlich festgestellt und ist diese kompensierbar, so trägt der Verursacher der erheblichen Beeinträchtigung die Kosten der Kompensationsmaßnahmen zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des Waldbrandfrüherkennungssystems.

2.2 Fachliche Beurteilungsgrundlagen

Das Automatisierte Waldbrandfrüherkennungssystem (AWFS) FireWatch (FW) arbeitet auf der Grundlage optischer Rauchererkennung.

Eine Rauchererkennung ist mit dem optischen Sensorsystem (OSS) hinter Windenergieanlagen (WEA) wegen der Luftverwirbelung und der Sichtabschattung durch die Rotorblätter nicht möglich.

Hinzu kommt die Sichtabdeckung durch die Maste der Windenergieanlagen. Diese führen u.a. auch dazu, dass die adaptiven Algorithmen der automatischen Rauchererkennung ihre lokalen Schwellwerte verändern, so dass es in den Sektoren in denen die Maste der Anlagen stehen zu einer Reduzierung der Empfindlichkeit der Rauchererkennung kommt. Diese

Effekte ließen sich zwar durch eine entsprechende farbige und blendfreie Beschichtung der WEA in Grün- und Brauntönen verringern; die WEA wären dann aber als Luftfahrthindernis nur schwer erkennbar.

Darüber hinaus führen die Luftverwirbelungen im Bereich der bewegten Rotorblätter zu Fehlalarmen, die sich nur mit der automatischen Erkennung der Anlagen unterdrücken lassen. Die Rauchererkennungsalgorithmen erzeugen um das obere Ende von Windenergieanlagen Ausschlussgebiete, in denen eine Rauchererkennung nicht mehr möglich ist. Abbildung 1 illustriert dieses Verhalten.



Abbildung 1: Automatisch generierte Ausschlussgebiete um Rotoren von WEA

Die Errichtung von Windenergieanlagen in oder in der Nähe von Waldgebieten mit vorhandener automatisierter Waldbrandfrüherkennung führt daher nahezu zwangsläufig zu einer Beeinträchtigung des automatisierten Frühwarnsystems.



Abbildung 2: Gebiet mit starker Beeinträchtigung des Waldbrandfrüherkennungssystems

2.3 Fachliche Beurteilungskriterien

Um die Auswirkungen von WEA auf das Waldbrandfrüherkennungssystem zu beurteilen werden die Sichtfelder eines jeden in Frage kommenden Sensorstandortes simuliert, jeweils ohne und mit den neu zu errichtenden WEA.

Dazu werden die vom Auftraggeber übergebenen Koordinaten der WEA in ein GeoShape transferiert und mit Hilfe eines Geoinformationssystems mit den Sensorstandorten des AWFS und einer Landkarte grafisch dargestellt. Für das Land Brandenburg wird mit einer Sichtweite von 15 km gerechnet, welche der durchschnittlichen Sichtweite bei verschiedenen Wetterbedingungen entspricht. Die Wetterbedingungen finden ansonsten aufgrund ihrer Komplexität keine Beachtung innerhalb der Begutachtung. Alle Standorte innerhalb dieser angenommenen Sichtweite und auch Standorte die zwar weiter entfernt liegen, theoretisch aber Kompensationen für andere in Reichweite befindliche Standorte liefern könnten, werden in die Betrachtungen aufgenommen. Für die rechnerische Simulation fließen neben den Koordinaten der WEA und OSS auch die Nabenhöhen und Rotordurchmesser der WEA sowie die Installationshöhen und optischen Öffnungswinkel der Sensoren des AWFS ein. Unter Zuhilfenahme eines digitalen Geländemodells (DGM) wird innerhalb der Simulation geprüft, welche Gebiete von den Masten und Rotoren der WEA verdeckt und damit nicht mehr einsehbar sind. Dabei kommt auch zum Tragen, ob unter den Rotoren der WEA hindurchgeschaut werden kann und somit nur die Maste der WEA stören, nicht aber die viel größeren Rotoren. Ein Hinwegrücksehen über die WEA ist aufgrund ihrer im Vergleich zu den Standorten des AWFS immensen Größe selten möglich. Um vom AWFS erkannt zu werden, muss der Rauch über mögliche Baumwipfel aufsteigen, sodass als Simulationsgrundlage eine Rauchhöhe von 20 m angenommen wird.

Der Einfluss neu zu errichtender WEA hängt in zunehmendem Maße auch von dem Bestehen vorhandener WEA ab, welche als Vorbelastung ihren Wiederklang finden. Es wird also ebenso geprüft, inwieweit bestehende WEA ein bestimmtes Gebiet bereits aus Sicht der OSS verdecken und den Einfluss der neuen WEA damit verringern oder gar aufheben.

Nach Beurteilung der Sichtfelder einzelner Sensoren und evtl. Kompensation durch andere Sensoren wird geprüft, inwieweit das Zusammenspiel benachbarter Sensoren, die Fähigkeit sogenannte Kreuzpeilungen auszuführen, beeinträchtigt wird. Hierzu werden die simulierten Sichtfelder der einzelnen Sensoren digital übereinandergelegt und ebenso ein Vorher-Nachher-Vergleich durchgeführt.

Eine Vielzahl der Sensoren ist mit Hilfe von Richtfunkstrecken untereinander und mit der betreffenden Waldbrandzentrale verbunden, sodass auch eine Prüfung auf Beeinflussung dieser Richtfunkstrecken notwendig wird. Um eine sichere Richtfunkverbindung zwischen zwei Standorten zu gewährleisten, muss nicht nur die direkte Sichtverbindung frei von Hindernissen sein, sondern auch das Ausbreitungsgebiet des Funksignals, die sogenannte 1. Fresnelzone. Als Hindernisse sind bei WEA sowohl der Mast als auch die Rotorblätter in allen Stellungen anzusehen.

Alle standort- und sensorrelevanten Daten der OSS werden vom Landesbetrieb Forst Brandenburg als Betreiber und Eigentümer des AWFS zur Verfügung gestellt. Die Parameter der neu zu errichtenden WEA werden vom Auftraggeber beigebracht. Die Daten der bestehenden WEA sind aus der Historie bekannt oder werden ebenso vom Auftraggeber übermittelt.

Für die Durchführung der Simulationsberechnungen dient ein eigenentwickeltes proprietäres Programm, welches unter „Matlab“ Version 2018A zur Anwendung kommt. Als Geoinformationssystem wird „QGIS“ in der Version 3.10 verwendet. Zur Aufbereitung und ggf. Umwandlung der vom Auftraggeber übergebenen Koordinaten der WEA wird das Programm „Transdat“ in der Version 19.60 verwendet.

3. Planung des Windenergievorhabens

Auf einem Feldstück zwischen den Ortschaften Klosterfelde und Stolzenhagen soll nördlich der Ortsverbindungsstraße zwischen diesen beiden Ortschaften das Windenergievorhaben „Klosterfelde“ mit folgenden Parametern an folgendem Standort (Lagedaten jeweils in UTM / ETRS89) umgesetzt werden, bei gleichzeitigem Rückbau von 4 Bestandsanlagen. Dabei sind 2 Varianten der Nabenhöhe zu begutachten:

Variante 1:

Nr.	UTM Rechts	UTM Hoch	ü. NN [m]	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Bezeichnung / Katasterangaben
1	33395949	5849919	50.6	130.8	138.0	WEA Klosterfelde Gemarkung Klosterfelde, Flur 8, Flurstück 8.

Variante 2:

Nr.	UTM Rechts	UTM Hoch	ü. NN [m]	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Bezeichnung / Katasterangaben
1	33395949	5849919	50.6	160.0	138.0	WEA Klosterfelde Gemarkung Klosterfelde, Flur 8, Flurstück 8.

3.1 Windenergieanlagen in der Umgebung

In der weiteren Umgebung befinden sich weitere WEA im Sichtfeld der betreffenden Fire-Watch-Sensoren.

Nr.	UTM Rechts	UTM Hoch	ü. NN [m]	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Bezeichnung
1	33393471	5850034	1.0	76.0	47.0	Dezentrale Energie Anlagen 1
2	33393610	5849888	1.0	76.0	47.0	Dezentrale Energie Anlagen 2
3	33393793	5849966	1.0	76.0	47.0	Dezentrale Energie Anlagen 3
4 *	33395833	5849965	49.0	98.0	66.0	Windpark Klosterfelde 1
5 *	33396175	5849984	47.3	98.0	66.0	Windpark Klosterfelde 2
6 *	33396106	5849678	48.7	98.0	66.0	Windpark Klosterfelde 3
7 *	33395778	5849623	50.0	98.0	66.0	Windpark Klosterfelde 4
8	33395427	5849966	46.2	98.0	66.0	Windkraft Stolzenhagen 1
9	33395366	5850301	45.0	98.0	66.0	Windkraft Stolzenhagen 2
10	33394491	5844672	1.0	76.0	47.0	Klosz & Porm Muehle Wandlitz GbR

11	33395700	5852231	48.6	135.4	101.0	Bereich Klosterfelde WEA3
12	33395976	5850365	45.2	138.0	92.0	Bereich Klosterfelde WEA 6
13	33396327	5850178	45.0	138.0	92.0	Bereich Klosterfelde WEA 7
14	33396422	5849865	49.0	138.4	82.0	Bereich Klosterfelde WEA 10

*** Rückbau**



3.2 Geografische Lage

Die Lage der Windenergieanlagen ist in folgenden Karten mit kleinen roten Kreisen markiert. Die neu zu errichtende WEA ist violett dargestellt, die Rückbauten orange. Die Standorte der OSS des Waldbrandfrüherkennungssystems sind mit größeren blauen Kreisen markiert.



Abbildung 3: Lage der OSS und der Windenergieanlagen in der Übersicht. Die violette Kreisfläche kennzeichnet die neu zu errichtende Anlage, die Rückbauten sind orange dargestellt, die OSS-Standorte sind blau markiert.

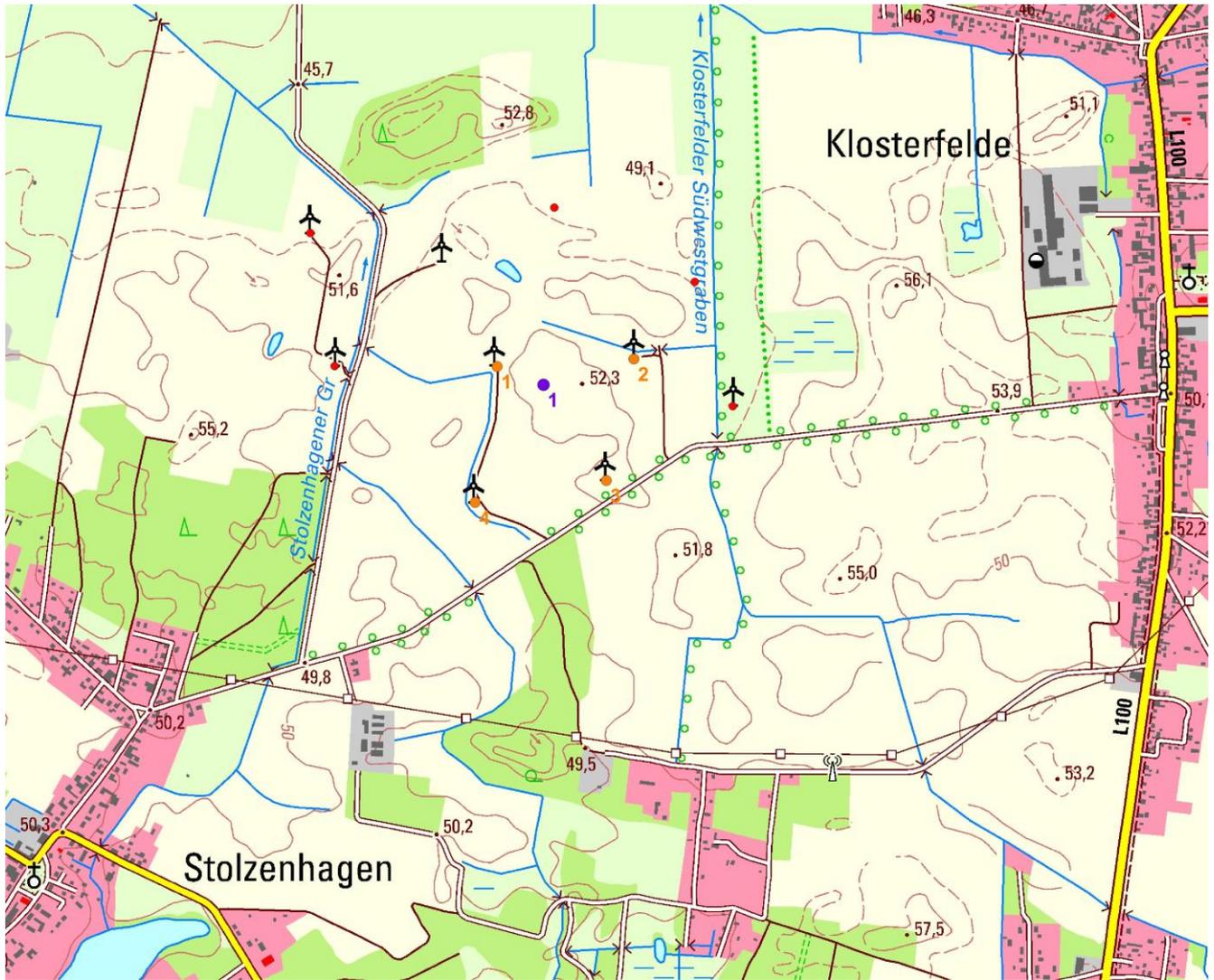


Abbildung 4: Lage der geplanten Windenergieanlage im Detail (violett) sowie der Rückbauten (orange)

3.3 Bestehende Situation

3.3.1 Rechnerische Analyse

Es wurden unter Berücksichtigung von Höhenlagen und Erdkrümmung die Sichtfelder für das Gebiet der WEA „Klosterfelde“ berechnet. Dabei wurde angenommen, dass der Rauch bis zu 20 m über das Gelände aufsteigen darf, bevor er von einem OSS erkannt wird.

Die für die Berechnungen als maximal angenommene Sichtweite wurde mit 15 km kalkuliert, welche der durchschnittlichen Sichtweite bei verschiedenen Wetterbedingungen in diesem Gebiet entspricht.

Aus der Übersichtskarte nach Abbildung 3 ist ersichtlich, dass die in der Nähe der WEA befindlichen OSS Sachsenhausen, Zühlsdorf, Grafenbrück, Wandlitz und Groß Schönebeck für die Berechnung der Sichtfelder in Betracht kommen.

Alle Sensoren sind der Waldbrandzentrale Brandenburg-Nord (Eberswalde) zugeordnet.

UTM Rechts	UTM Hoch	Sensorhöhe [m] ü. NN	Name	Lage des WEV [°]	Entfernung zum WEV [km]
33381310	5849413	74.3	Sachsenhausen	87.9	14.6
33389601	5841369	90.0	Zühlsdorf	36.6	10.6
33407697	5854555	85.0	Grafenbrück	248.4	12.6
33401508	5843096	128.0	Wandlitz	320.9	8.8
33402186	5864603	116.0	Groß Schönebeck	203.0	16.0

Das Ergebnis der Analyse des Ist-Zustandes ist in den folgenden Abbildungen dargestellt. Dabei sind die Flächen, die von den jeweiligen Sensoren eingesehen werden können, blau eingefärbt. Die rosagefärbten Kästchen stellen bestehende WEA dar.

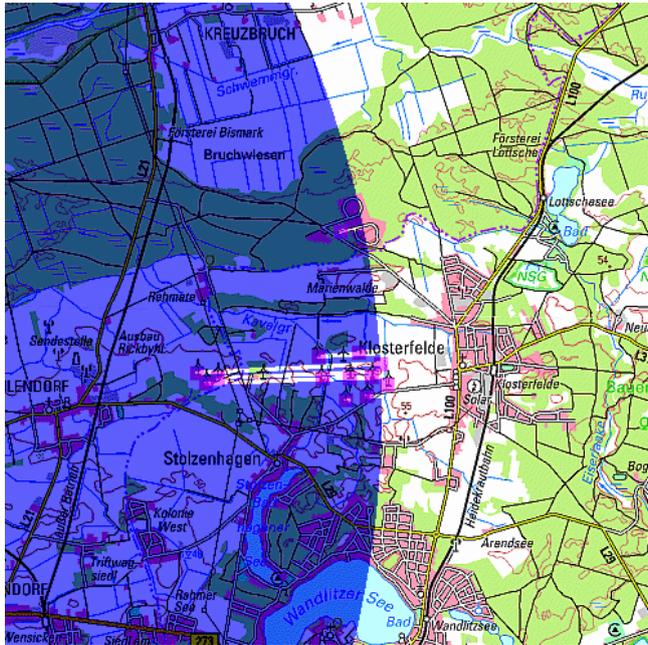


Abbildung 5: Sichtfeld des Sensors Sachsenhausen für das Gebiet Klosterfelde

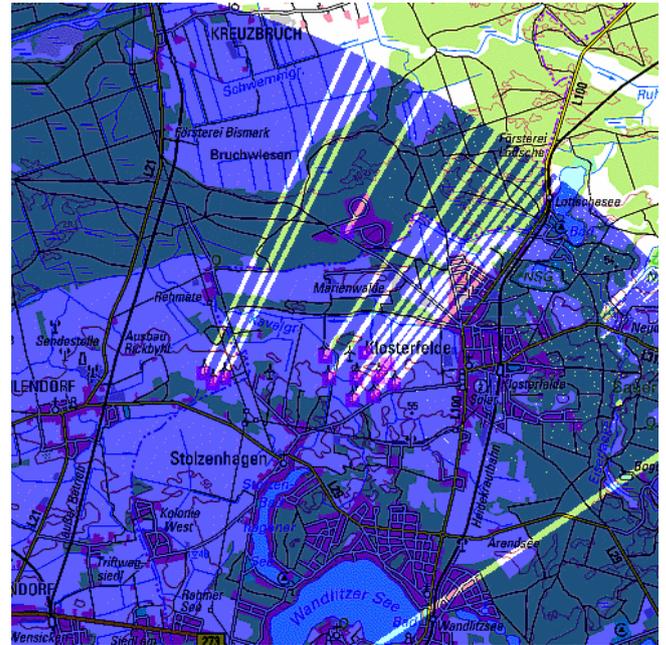


Abbildung 6: Sichtfeld des Sensors Zühlsdorf für das Gebiet Klosterfelde

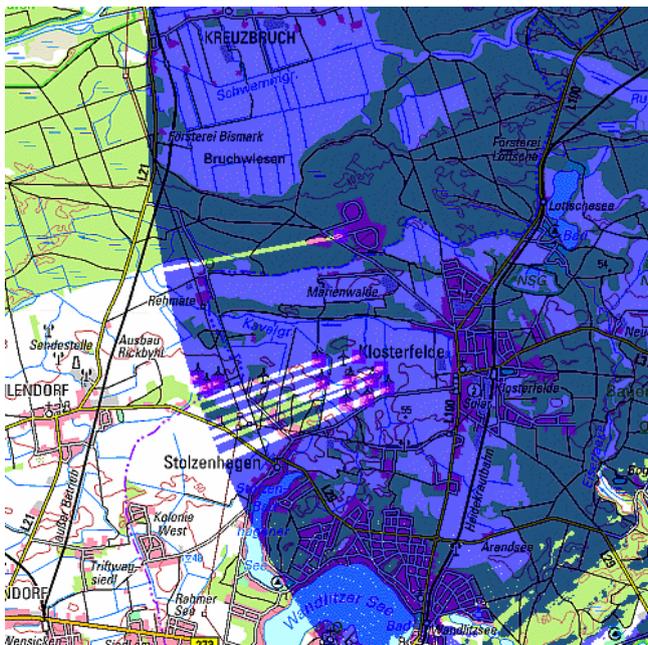


Abbildung 7: Sichtfeld des Sensors Grafenbrück für das Gebiet Klosterfelde

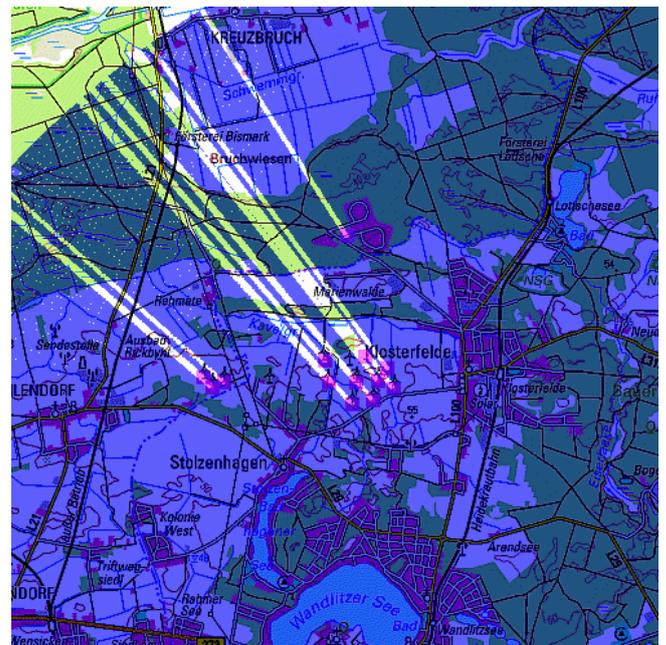
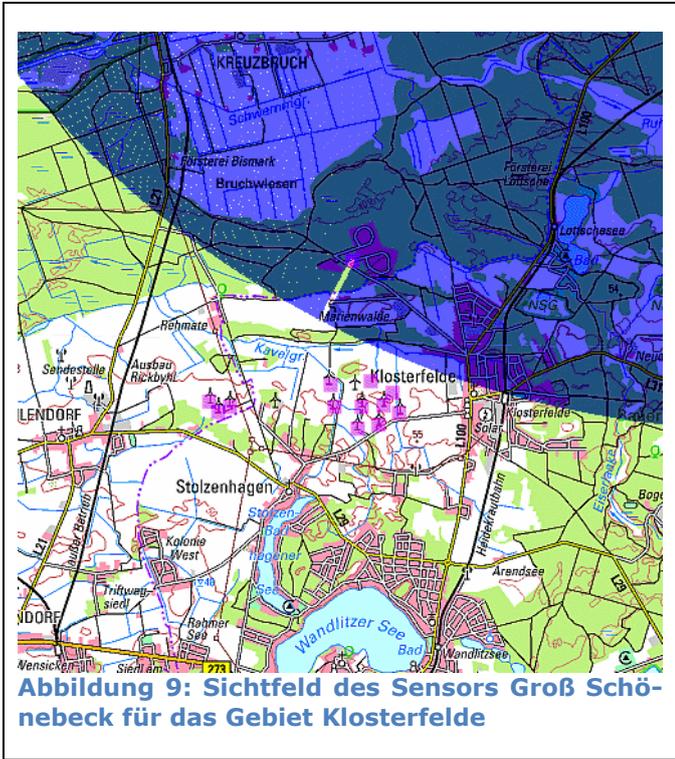


Abbildung 8: Sichtfeld des Sensors Wandlitz für das Gebiet Klosterfelde



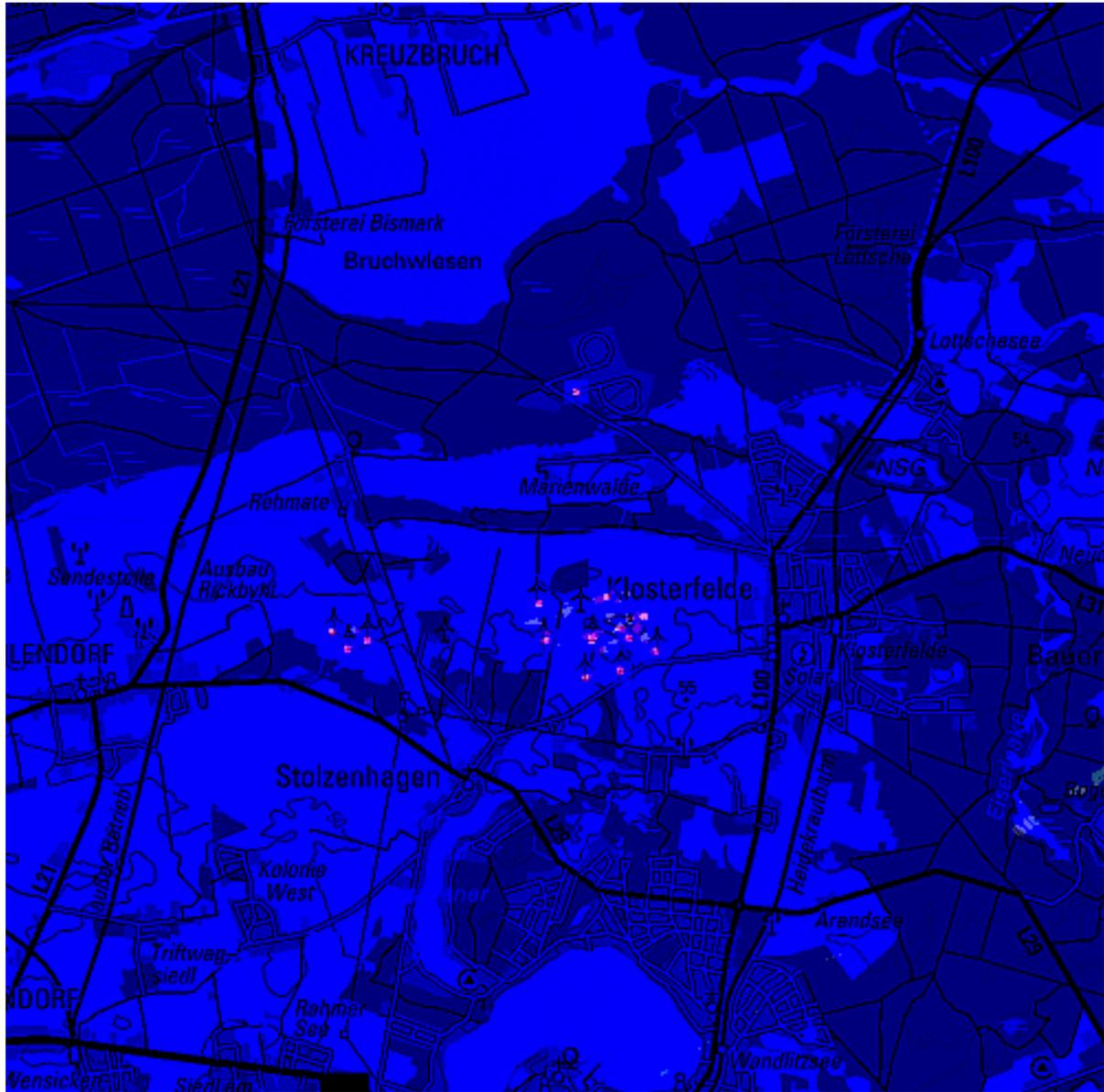


Abbildung 10: Kumuliertes Sichtfeld für alle betrachteten Sensoren für den Bereich Klosterfelde bei 15 km Sichtweite

Es ist zu erkennen, dass das Gebiet um die WEA „Klosterfelde“ durch die Sensoren Sachsenhausen, Zühlsdorf, Grafenbrück, Wandlitz und Groß Schönebeck überwacht wird.

Der Sensor Groß Schönebeck arbeitet für dieses Gebiet jedoch bereits außerhalb der nominalen Reichweite, weshalb schon gute atmosphärische Bedingungen mit Sichtweiten um 16 km herrschen müssen, um dieses Gebiet auch von diesem Sensor einzusehen.

3.3.2 Dokumentation der aktuellen Situation aus Sicht der OSS

Die folgenden Aufnahmen zeigen den Bereich in dem das Gebiet Klosterfelde liegt. Die rote Markierung zeigt jeweils den Bereich der neuen WEA an.

Sensor Sachsenhausen



85.0°

91.5°

58.0°

(Bilder vom 04.06.2022, Panorama-Ausschnitt)

Sensor Zühlsdorf



27.5°

34.0°

40.5°

(Bilder vom 04.06.2022, Panorama-Ausschnitt)

Sensor Grafenbrück



239.5°

246.0°

252.5°

(Bilder vom 04.06.2022, Panorama-Ausschnitt)

Sensor Wandlitz



315.5°

322.0°

328.5°

(Bilder vom 04.06.2022, Panorama-Ausschnitt)

Sensor Groß Schönebeck



189.0°

196.0°

203.0°

(Bilder vom 04.06.2022, Panorama-Ausschnitt)

3.4 Sichtabdeckungen durch die zu errichtende WEA

Es wurde unter Berücksichtigung von Höhenlage und Erdkrümmung das gemeinsame Sichtfeld für die Sensoren Sachsenhausen, Zühlsdorf, Grafenbrück, Wandlitz und Groß Schönebeck berechnet. Dabei wurde angenommen, dass der Rauch bis zu 20 m über das Gelände aufsteigen darf, bevor er vom Sensor erkannt wird.

Die genaue Rechnung zeigt die Sichtfeldeinschränkungen (rosafarbene Bereiche) durch die WEA „Klosterfelde“ vor und nach deren Errichtung.

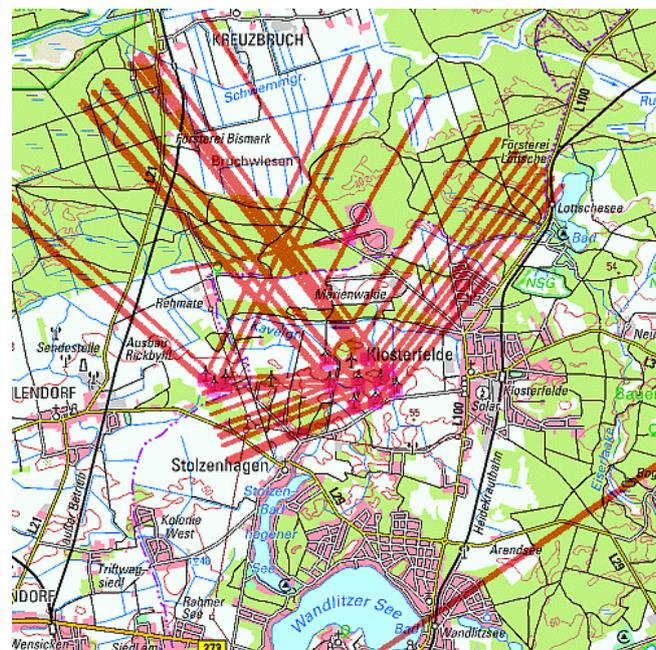


Abbildung 11: Darstellung aller Sichteinschränkungen vor Errichtung der WEA

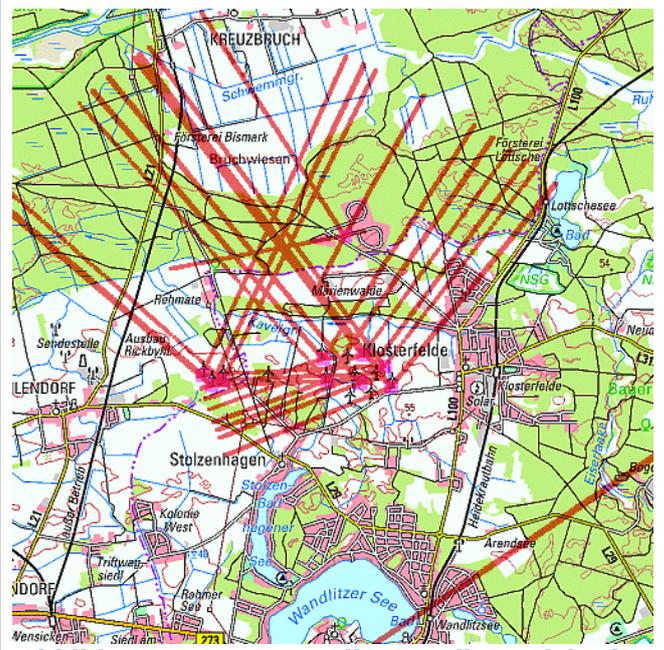


Abbildung 12: Darstellung aller Sichteinschränkungen nach Errichtung der WEA



Abbildung 13: Darstellung der verbleibenden Sichteinschränkungen nach Kumulation aller betrachteter Sensoren vor Errichtung der WEA

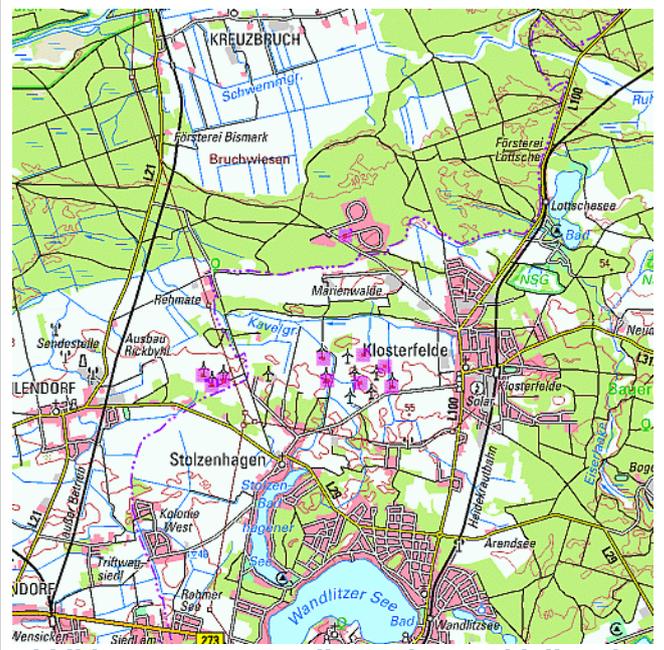


Abbildung 14: Darstellung der verbleibenden Sichteinschränkungen nach Kumulation aller betrachteter Sensoren nach Errichtung der WEA

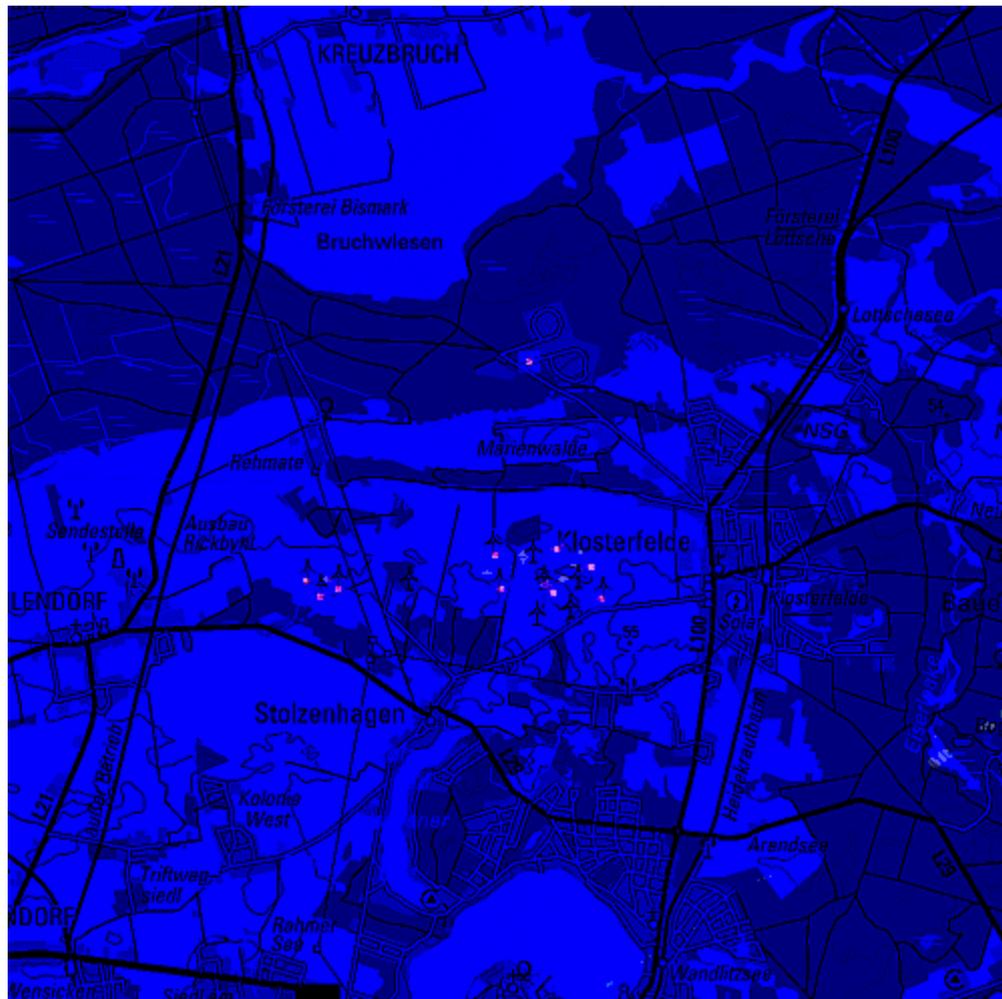


Abbildung 15: Kumuliertes Sichtfeld nach Errichtung der WEA bei 15 km Sichtweite

Der Sensor Sachsenhausen wird im Gebiet um das Windenergievorhaben „Klosterfelde“ bei Sichtbedingungen bis 15 km durch Bestandsanlagen westlich und nordwestlich von Klosterfelde auf Feldflächen und geringfügig auf Waldflächen von deutlich kleiner als 5 ha beeinflusst. Diese Beeinflussungen werden von den Sensoren Zühlsdorf, Wandlitz und Sachsenhausen jeweils vollständig und den Sensoren Groß Schönebeck und Wandlitz jeweils teilweise kompensiert.

Die geplante WEA beeinflusst den Sensor Sachsenhausen nur geringfügig auf Feldflächen, die Rückbauten führen zu geringen Sichtfeldgewinnen auf Feldflächen im Bereich dieser WEA.

Die beiden Varianten führen bezüglich des Sensors Sachsenhausen zu identischen Ergebnissen und unterschieden sich somit nicht.

Der Sensor Zühlsdorf hat durch bestehende WEA westlich und nordwestlich von Klosterfelde Beeinflussungen etwa 155 ha Waldflächen nördlich von Klosterfelde, die durch das Zusammenwirken aller Sensoren vollständig kompensiert werden können.

Die geplante WEA führt in Verbindung mit den Rückbauten für den Sensor Zühlsdorf zu Gewinnen an Sichtfeldern auf etwa 45 ha Wald.

Die beiden Varianten führen bezüglich des Sensors Zühlsdorf zu identischen Ergebnissen und unterscheiden sich somit nicht.

Die bestehenden WEA westlich und nordwestlich von Klosterfelde beeinflussen den Sensor Grafenbrück auf ca. 25 ha Waldflächen ebenfalls westlich und nordwestlich von Klosterfelde. Auch hier können diese Beeinflussungen durch das Zusammenwirken der anderen Sensoren vollständig kompensiert werden.

Die geplante WEA führt in Verbindung mit den Rückbauten für den Sensor Grafenbrück zu Gewinnen an Sichtfeldern auf ca. 5 ha Wald.

Die beiden Varianten führen bezüglich des Sensors Grafenbrück zu identischen Ergebnissen und unterscheiden sich somit nicht.

Beim Sensor Wandlitz gibt es durch Bestandsanlagen westlich und nordwestlich von Klosterfelde Sichtfeldeinschränkungen von etwa 210 ha Wald nordwestlich von Klosterfelde, welche aber vollständig durch den Sensor Sachsenhausen sowie das Zusammenwirken der Sensoren Zühlsdorf, Groß Schönebeck und Grafenbrück kompensiert werden.

Die geplante WEA führt in Verbindung mit den Rückbauten für den Sensor Wandlitz zu Gewinnen an Sichtfeldern auf ca. 95 ha Wald.

Die beiden Varianten führen bezüglich des Sensors Wandlitz zu identischen Ergebnissen und unterscheiden sich somit nicht.

Für den Sensor Groß Schönebeck gibt es im Betrachtungsgebiet nur geringfügige Beeinträchtigungen auf etwa 5 ha Wald durch eine WEA nordwestlich von Klosterfelde, die aber jeweils vollständig durch die Sensoren Zühlsdorf, Wandlitz, Sachsenhausen und Grafenbrück kompensiert werden.

Der Sensor Große Schönebeck wird durch das Windenergievorhaben „Klosterfelde“ nicht beeinflusst.

Es ist somit ersichtlich, dass es nach der Errichtung des Windenergievorhabens „Klosterfelde“ im Wirkungsbereich der FireWatch-Sensoren in beiden Varianten zu keinen zusätzlichen Verdeckungen auf Waldflächen durch die geplante Anlage kommt. Da alle Sichtfeldeinschränkungen der einzelnen Sensoren in diesem Gebiet jeweils vollständig kompensiert werden, führen die Rückbauten insgesamt zu keinen Sichtfeldgewinnen.

3.5 Einschränkung von möglichen Kreuzpeilungen

Das Waldbrandfrüherkennungssystem lokalisiert Rauchquellen mittels genauer Peilungen von zwei oder mehr OSS-Standorten.

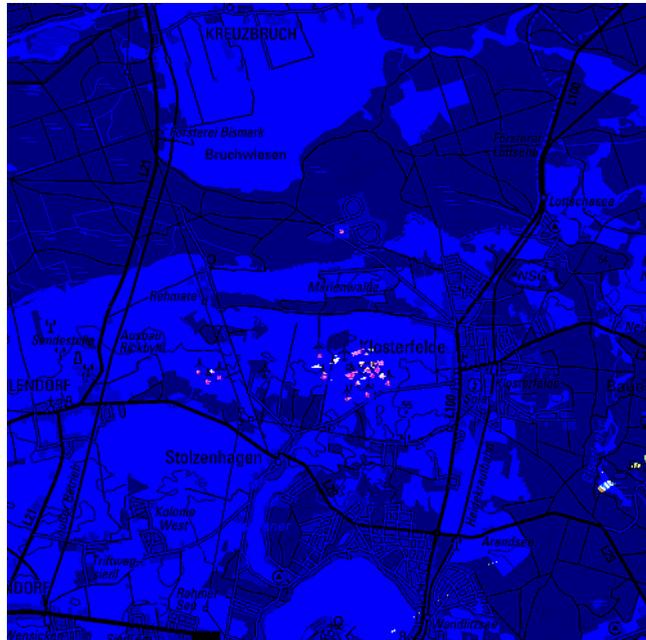


Abbildung 16: Gebiet in denen Kreuzpeilungen möglich sind vor Errichtung der WEA

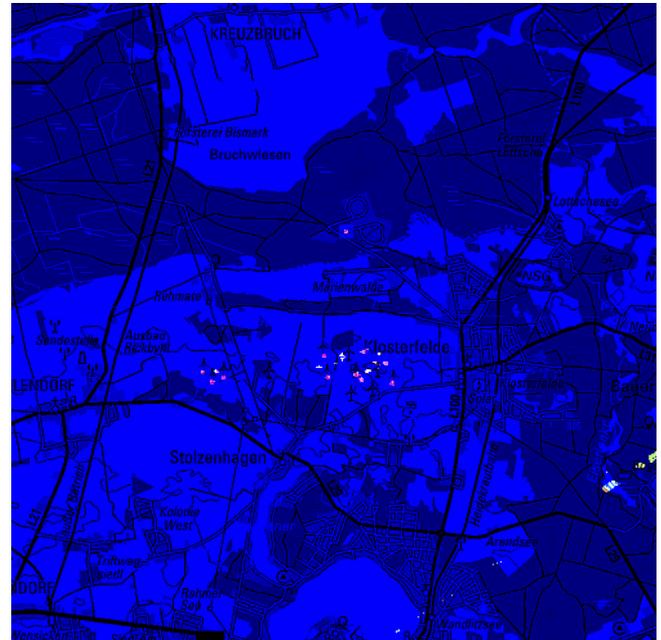


Abbildung 17: Gebiet in denen Kreuzpeilungen möglich sind nach Errichtung der WEA

Im betroffenen Gebiet zwischen Liebenwalde, Biesenthal und Wandlitz können unter normalen Sichtbedingungen bis 15 km Kreuzpeilungen durch die Sensoren Sachsenhausen, Zühlsdorf, Grafenbrück, Wandlitz und Groß Schönebeck durchgeführt werden.

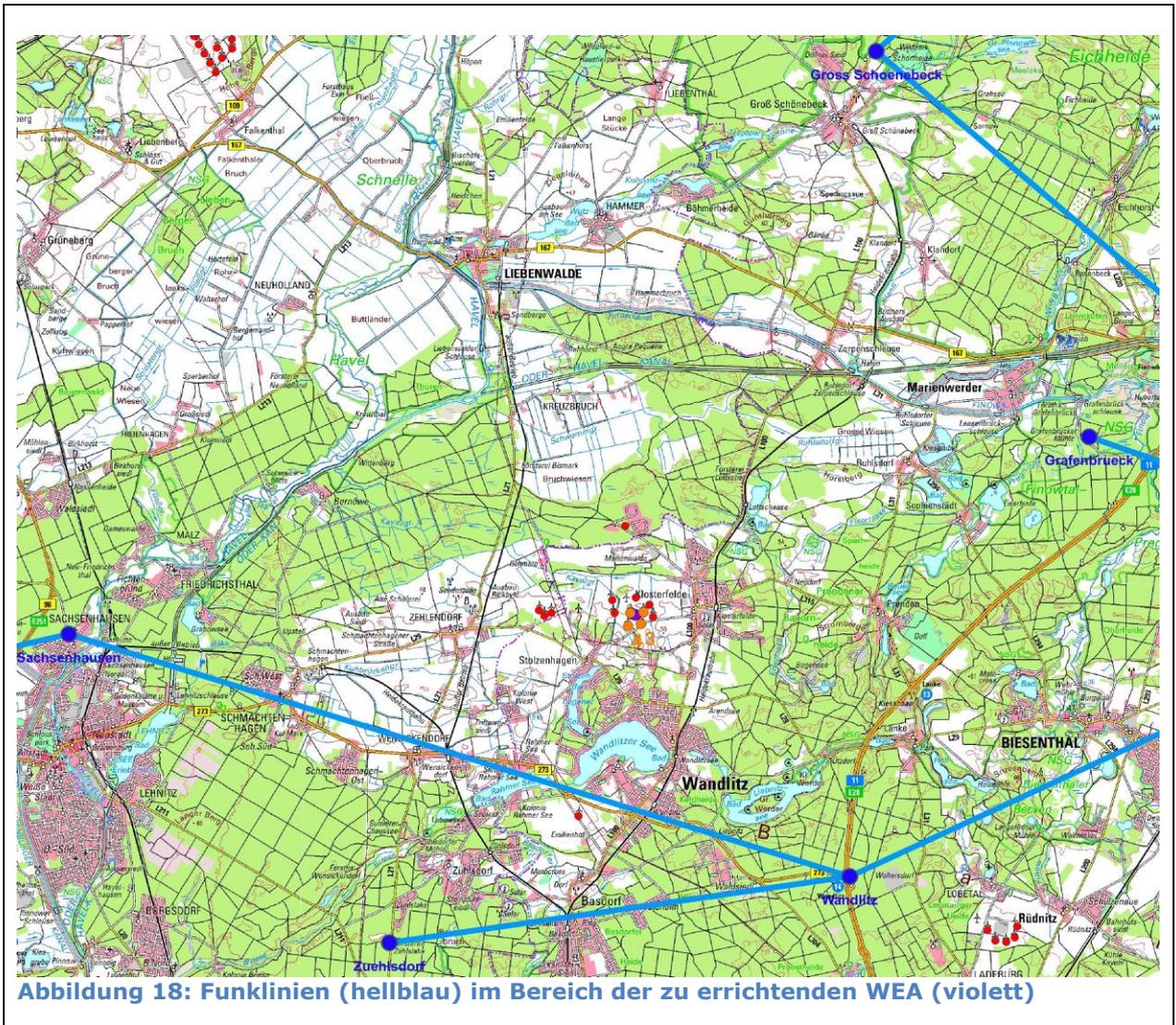
Bezogen auf die Bestandsanlagen westlich und nordwestlich von Klosterfelde kommt es unmittelbar im Bereich dieser WEA zu geringfügigen Einschränkungen für Kreuzpeilungen auf Feldflächen. Durch eine WEA südlich des Betrachtungsgebietes kommt es am östlichen Rand des Betrachtungsgebietes zu geringfügigen Einschränkungen auf deutlich kleiner 5 ha Wald.

Durch die neu zu errichtende Anlage kommt es in Verbindung mit den Rückbauten zu geringen Gewinnen der Fähigkeit Kreuzpeilungen auf Feldflächen auszuführen.

Die beiden Varianten führen bezüglich der Fähigkeit Kreuzpeilungen auszuführen zu identischen Ergebnissen und unterscheiden sich somit nicht.

3.6 Beeinträchtigung von FireWatch-Funklinien

Im Bereich der zu errichtenden WEA „Klosterfelde“ sind die Standorte Sachsenhausen, Zühlsdorf, Grafenbrück, Wandlitz und Groß Schönebeck per Richtfunk angebunden.



Aus obiger Abbildung ist deutlich ersichtlich, dass die bestehenden Richtfunklinien des Systems FireWatch durch die Errichtung der WEA „Klosterfelde“ keinesfalls beeinträchtigt werden. Es sind zudem keine neuen Funklinien dieses Systems im Bereich der neu zu errichtenden WEA geplant.

4. Gutachten

Die Errichtung der WEA „Klosterfelde“ in Verbindung mit den vorgesehenen Rückbauten führt im Sichtbereich bis 15 km zu keinen zusätzlichen Sichtfeldeinschränkungen auf Waldflächen, es ergeben sich aber aus Gesamtsystemsicht auch keine Gewinne.

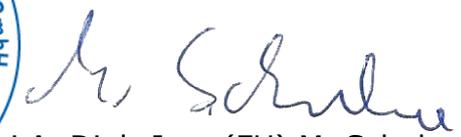
Die Fähigkeit Kreuzpeilungen auszuführen wird im Gebiet zwischen Liebenwalde, Biesenthal und Wandlitz im Sichtbereich bis 15 km nicht zusätzlich eingeschränkt, es ergeben sich durch die Rückbauten nur leichte Gewinne auf Feldflächen.

Durch die neu zu errichtende WEA werden keine bestehenden oder geplanten Funklinien des Waldbrandfrüherkennungssystems beeinflusst.

Berlin, den 08.08.2022


i.A. Dipl.-Ing. H. Vogel




i.A. Dipl.-Ing. (FH) M. Schulze