

4.1 Art und Ausmaß aller luftverunreinigenden Emissionen einschließlich Gerüchen, die voraussichtlich von der Anlage ausgehen werden

4.2 Betriebszustand und Emissionen von staub-, gas- und aerosolförmigen luftverunreinigenden Stoffen sowie Gerüchen

BE-Nr.	BE-Bezeichnung	Quelle Nummer lt. Fließbild	Betriebszustand (z.B. Anfahrbetrieb, Abfahrbetrieb, Normalbetrieb bei verschiedenen Laststufen) und emissionsverursachender Vorgang	Häufigkeit des emissionsverursachenden Vorganges	Zeitdauer des emissionsverursachenden Vorganges	Abgas-		Emittierter Stoff im Reingas (getrennt nach einzelnen Komponenten)				Ermittlungsart der Emissionen		
						Strom [Nm ³ /h]	Temperatur [°C]	Bezeichnung	Aggregatzustand	Konzentration			Massenstrom	
										[mg/m ³] bzw. [GE/m ³]	Min.		Max.	[kg/h] bzw. [GE/h]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

4.3 Quellenverzeichnis Emissionen von staub-, gas- und aerosolförmigen luftverunreinigenden Stoffen sowie Gerüchen

Quelle Nummer lt. Fließbild	Art der Quelle	Bauausführung der Quelle	Geographische Lage		Höhen [m]				Austrittsfläche [m ²]	Bei Linien- und Flächenquellen		
			Ostwer t	Nordwer t	über Erdboden	E-Quelle über Gebäude	Gebäudeoberka nte	max. Bebauung im 50m Umkreis		Länge [m]	Breite [m]	Winkel zu Nord
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

4.4 Quellenplan Emissionen von staub-, gas- und aerosolförmigen luftverunreinigenden Stoffen sowie Gerüchen

4.5 Betriebszustand und Schallemissionen

In der folgenden Tabelle sind unter der Berücksichtigung des Betriebsablaufs alle relevanten Schallemissionen verursachenden Vorgänge aufgeführt:

BE	Betriebszustand (z.B. Normalbetrieb, Teillast, Volllast) und emissions- verursachender Vorgang	Einsatzzeit			Schallquelle Nummer lt. Fließbild	Schalleistungs- pegel [dB(A)]	Messverfahren oder Literaturhinweis	Schallschutz- maßnahmen
		Tage/Woche Tage/Monat Tage/Jahr	Std./Tag	Uhrzeit				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
WEA 01	Volllast	365	24			99	FGW-Richtlinien	

4.6 Quellenplan Schallemissionen / Erschütterungen

Siehe Anlage

Anlagen:

- 4.6.1._D1018685_4.0_de_Operating Mode 0 s-E-138 EP3 E3-4260 kW mit TES.pdf
- 4.6.10._D02650483_2.0_de_One-third octave band level of operating mode 101,0 dB-E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.pdf
- 4.6.11._D02650487_2.0_de_Octave band level of operating mode 101,0 dB-E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.pdf
- 4.6.12._D02650491_2.0_de_Operating Mode 99,0 dB-E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.pdf
- 4.6.13._D02650493_1.0_de_One-third octave band level of operating mode 99,0 dB-E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.pdf
- 4.6.14._D02650495_1.0_de_Octave band level of operating mode 99,0 dB-E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.pdf
- 4.6.15._BER_LL18129.1_02.pdf
- 4.6.2._D1018696_4.0_de_One-third octave band level OM 0 s-E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.pdf
- 4.6.3._D1018700_4.0_de_Octave Band Level operating mode 0 s-E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.pdf
- 4.6.4._D02438336_3.0_de_Power-optimised sound modes E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.pdf
- 4.6.5._D02438343_3.0_de_One-third octave band level power-optimised sound modes E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.pdf
- 4.6.6._D02438346_3.0_de_Octave band level power-optimised sound modes E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.pdf
- 4.6.7._D02533651_1.0_de_TB_Schallreduzierung (PI-CS).pdf
- 4.6.9._D02650476_3.0_de_Operating Mode 101,0 dB-E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.pdf
- 4.6.8._D02551657_0.3_de_TB_Sektormangement (PI-CS).pdf

Technisches Datenblatt

Betriebsmodus 0 s

**ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D1018685/4.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-01-17	de	DA	WRD Wobben Research and Development 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.

Übergeordnete Normen und Richtlinien

Dokument-ID	Dokument
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

Zugehörige Dokumente

Dokument-ID	Dokument
diverse	Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbarer Betriebsmodus	6
2	Allgemeines	7
2.1	Leistungsverhalten	7
2.2	Informationen zu Schalleistungspegeln	7
2.3	Betriebsparameter	7
2.4	Standorteigenschaften	8
2.5	Turbulenzintensität	9
3	Betriebsmodus 0 s	11
3.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 0 s	11
3.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 0 s	14

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

Größen, Einheiten, Formeln

L_{WA}	Schallleistungspegel
v_H	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_s	Standardisierte Windgeschwindigkeit
σ_p	Serienproduktstreuung
σ_R	Messunsicherheit

1 Verfügbarer Betriebsmodus

In der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, welcher Betriebsmodus für welche Turmvarianten bzw. Nabenhöhen verfügbar ist.

Tab. 1: Verfügbarer Betriebsmodus

Betriebsmodus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)				
	E-138 EP3 E3-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E3-ST-99-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01
	NH 81 m	NH 99 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
0 s	x	x	x	x	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Zu den in diesem Dokument angegebenen technischen Eigenschaften der Windenergieanlage ist zwingend das Beiblatt zu diesem Dokument zu beachten. Eine Übersicht über die Beiblätter steht dem Vertrieb zur Verfügung (D0950052 „Übersicht Beiblätter zu den Schall- und Leistungsdatenblättern“).

2.1 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.

2.2 Informationen zu Schalleistungspegeln

Die Zuordnung der Schalleistungspegel (L_{WA}) 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.

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). Es gilt der 90-prozentige Vertrauensbereich:

$$L_{e,max} = L_W + 1,28 \cdot \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

Ist während einer Vermessung die Differenz zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch kleiner als 6 dB(A), so muss von einer höheren Unsicherheit ausgegangen werden. Richtlinie ist die IEC 61400-11:2012.

Die Schalleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 8 angegebenen Bedingungen berechnet. Es wird eine vorherrschende Turbulenzintensitätsverteilung von 6 % bis 12 % angenommen.

Eine projekt- und/oder standortspezifische Garantie über die Einhaltung des Schalleistungspegels wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

2.3 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.

2.4 Standorteigenschaften

Die Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien sowie Schalleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 8 angegebenen Bedingungen bei unbeschädigten Blattvorderkanten 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
relative Luftfeuchte	70 %
Temperatur	15 °C
Turbulenzintensität	gemäß Kap. 2.5, S. 9
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.

2.5 Turbulenzintensität

Den Gültigkeitsbereich der Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien, hinsichtlich möglicher am Standort vorherrschender Turbulenzintensitäten, definiert die nachfolgende Tabelle. Weitere Einschränkungen sind Tab. 2, S. 8 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 Betriebsmodus 0 s

3.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 0 s

 Tab. 4: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E3 / 4260 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	2	0,03	0,77
2,50	19	0,13	1,05
3,00	69	0,28	1,04
3,50	146	0,37	0,97
4,00	250	0,43	0,94
4,50	383	0,46	0,92
5,00	540	0,47	0,90
5,50	729	0,48	0,89
6,00	952	0,48	0,89
6,50	1211	0,48	0,88
7,00	1506	0,48	0,86
7,50	1829	0,47	0,84
8,00	2173	0,46	0,80
8,50	2523	0,45	0,76
9,00	2865	0,43	0,71
9,50	3186	0,41	0,65
10,00	3474	0,38	0,60
10,50	3718	0,35	0,54
11,00	3913	0,32	0,49
11,50	4060	0,29	0,44
12,00	4164	0,26	0,39
12,50	4233	0,24	0,35
13,00	4260	0,21	0,31
13,50	4260	0,19	0,28
14,00	4260	0,17	0,25
14,50	4260	0,15	0,22
15,00	4260	0,14	0,20

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
15,50	4260	0,13	0,18
16,00	4260	0,11	0,17
16,50	4260	0,10	0,15
17,00	4260	0,10	0,14
17,50	4260	0,09	0,13
18,00	4260	0,08	0,12
18,50	4260	0,07	0,11
19,00	4260	0,07	0,10
19,50	4260	0,06	0,09
20,00	4260	0,06	0,09
20,50	4252	0,05	0,08
21,00	4184	0,05	0,07
21,50	4082	0,05	0,07
22,00	3943	0,04	0,06
22,50	3762	0,04	0,06
23,00	3543	0,03	0,05
23,50	3289	0,03	0,05
24,00	3008	0,02	0,04
24,50	2709	0,02	0,04
25,00	2187	0,02	0,03
25,50	1892	0,01	0,02
26,00	1613	0,01	0,02
26,50	1348	0,01	0,02
27,00	1106	0,01	0,01
27,50	889	0,01	0,01
28,00	753	0,00	0,01

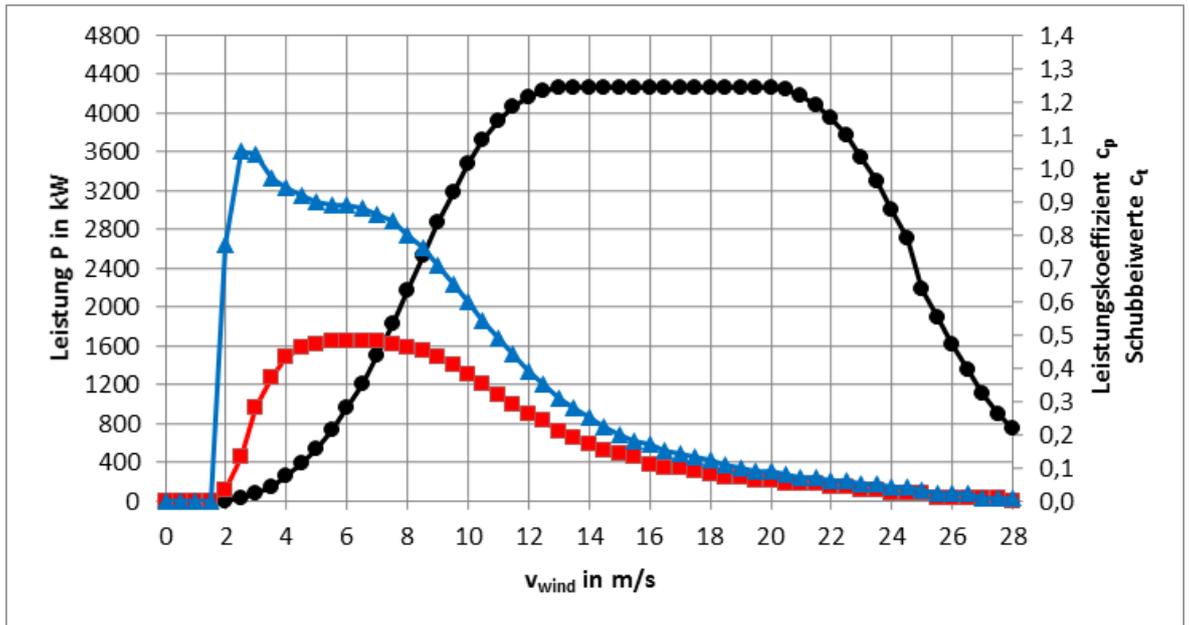


Abb. 1: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus 0 s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

3.2 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. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 7 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 5: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	4260	kW
Nennwindgeschwindigkeit	13,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E3-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-ST-99-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	11,1	U/min

Tab. 6: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,3
5,5 m/s	97,6
6 m/s	99,0
6,5 m/s	100,5
7 m/s	101,9
7,5 m/s	103,3
8 m/s	104,7
8,5 m/s	105,6
9 m/s	105,8
9,5 m/s	105,9
10 m/s	105,9
10,5 m/s	105,9
11 m/s	106,0
11,5 m/s	106,0
12 m/s	106,0
12,5 m/s	106,0
13 m/s	106,0
13,5 m/s	106,0

v_H	Schalleistungspegel in dB(A)
14 m/s	106,0
14,5 m/s	106,0
15 m/s	106,0

Technisches Datenblatt

Terzbandpegel Betriebsmodus 101,0 dB

**ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D02650483/2.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-01-17	de	DA	WRD Wobben Research and Development 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
diverse	Datenblatt Betriebsmodi

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	6
2	Allgemeines	7
3	Informationen zu Terzbandpegeln	7
4	Betriebsmodus 101,0 dB	8
4.1	Terzbandpegel NH	8

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

EIO	Ersatzimmissionsort
HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
IO	Immissionsort
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

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. Nabenhöhen verfügbar sind.

Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi

Be- triebs- mo- dus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)				
	E-138 EP3 E3- ST-81-FB- C-01	E-138 EP3 E3- ST-99-FB- C-01	E-138 EP3 E3- HST-111-FB- C-01	E-138 EP3 E3- HST-131-FB- C-01	E-138 EP3 E3- HT-160-ES- C-01
	NH 81 m	NH 99 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
101,0 dB	x	x	x	-	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Dieses Dokument beinhaltet Zusatzinformationen zum Datenblatt Betriebsmodi. Im Übrigen gelten die im Datenblatt Betriebsmodi aufgeführten Regelungen hinsichtlich der technischen Eigenschaften der Windenergieanlage.

3 Informationen zu Terzbandpegeln

Für Terzbandpegel bis zur Terzbandmittenfrequenz von 2000 Hz gelten die Angaben zur Unsicherheit gemäß Datenblatt Betriebsmodi. Für Frequenzen größer 2000 Hz nehmen aufgrund physikalischer Effekte die Unsicherheiten zu. Diese Frequenzen haben keinen Einfluss auf den Immissionsort (IO) oder auf den Ersatzimmissionsort (EIO) und sind grundsätzlich vernachlässigbar. Bei verschiedenen Messungen an bestehenden ENERCON Windenergieanlagen verschiedener Typen gemäß den anwendbaren Richtlinien ergaben sich Unsicherheiten für die Terzbandpegel im Frequenzbereich 4000 Hz bei $\pm 2,5$ dB(A) und im Frequenzbereich 8000 Hz bei $\pm 8,0$ dB(A). Angesichts der begrenzten Untersuchungen kann eine Reproduzierbarkeit dieser Messungen für alle ENERCON Windenergieanlagen bei gleichen Unsicherheiten nicht garantiert werden.

Die Zuordnung der Terzbandpegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Terzbandpegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt. Die nachfolgend angegebenen Terzbandpegel wurden auf Basis von aeroakustischen Simulationen ermittelt. Die einzelnen Terzbandpegelwerte können nicht garantiert werden. Der Summenpegel aller Terzbandpegel pro Windgeschwindigkeit entspricht dem Schalleistungspegel bei dieser Windgeschwindigkeit, welcher im zugrundeliegenden Datenblatt für die jeweiligen Betriebsmodi angegeben ist. Daher ist der Summenpegel im Rahmen des im Datenblatt festgelegten Geltungsbereichs und auf Basis der anwendbaren Normen und Richtlinien einzuhalten.

4 Betriebsmodus 101,0 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. 2: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

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	50,2	52,7	55,0	57,0	57,4	57,8	58,3	58,6	58,9	59,3	59,6
25	54,8	57,4	59,6	61,7	62,1	62,5	62,9	63,3	63,6	64,0	64,2
31,5	58,9	61,5	63,8	65,8	66,2	66,6	67,1	67,4	67,7	68,1	68,3
40	62,5	65,0	67,3	69,4	69,8	70,2	70,6	71,0	71,3	71,7	71,9
50	65,7	68,2	70,5	72,5	73,0	73,4	73,8	74,2	74,5	74,9	75,2
63	69,3	71,8	73,2	75,2	75,6	76,0	76,4	76,8	77,1	77,5	77,7
80	73,1	75,6	76,5	78,5	78,9	79,2	79,7	80,0	80,3	80,6	80,9
100	73,5	75,9	79,7	81,7	82,1	82,5	83,0	83,5	83,7	84,1	84,3
125	73,7	76,2	79,0	80,9	81,2	81,5	81,9	82,3	82,6	82,9	83,0
160	74,6	77,0	79,3	81,1	81,4	81,6	81,9	82,2	82,4	82,6	82,7
200	76,3	78,5	80,7	82,4	82,6	82,8	83,1	83,4	83,5	83,9	84,0
250	77,8	80,1	82,2	84,0	84,1	84,2	84,4	84,6	84,7	84,9	85,0
315	79,2	81,5	83,7	85,4	85,5	85,5	85,6	85,8	85,8	85,9	85,9
400	80,2	82,7	84,9	86,7	86,7	86,7	86,9	87,1	87,1	87,3	87,3
500	80,7	83,3	85,6	87,4	87,4	87,4	87,5	87,7	87,7	87,8	87,8
630	84,2	85,8	87,4	88,8	88,9	88,9	89,1	89,2	89,2	89,4	89,4
800	82,9	84,7	86,5	88,1	88,1	88,2	88,3	88,4	88,5	88,6	88,7
1000	85,2	86,5	87,8	89,1	89,2	89,2	89,4	89,6	89,6	89,8	89,9
1250	88,0	88,9	89,7	90,7	90,8	90,9	91,1	91,3	91,4	91,6	91,7
1600	91,0	91,5	91,9	92,6	92,7	92,9	93,1	93,3	93,4	93,6	93,8
2000	83,6	84,9	86,1	87,4	87,5	87,6	87,9	88,1	88,2	88,5	88,6
2500	81,5	82,7	84,0	85,5	85,6	85,7	86,0	86,3	86,5	86,7	86,9
3150	75,5	77,8	79,9	81,9	81,9	81,9	82,0	82,1	82,1	82,1	82,2
4000	72,5	74,9	77,0	79,0	79,0	79,1	79,2	79,3	79,3	79,4	79,4
5000	68,6	71,0	73,2	75,3	75,3	75,4	75,5	75,6	75,7	75,8	75,9
6300	62,6	65,2	67,5	69,7	69,8	69,8	69,8	69,9	69,8	69,9	69,9
8000	54,2	56,9	59,3	61,5	61,5	61,6	61,6	61,7	61,6	61,7	61,7
10000	42,7	45,5	47,9	50,2	50,2	50,2	50,3	50,3	50,3	50,4	50,4

Tab. 3: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

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	59,9	60,3	60,6	60,7	60,9	61,1	61,2	61,4	61,5	61,7
25	64,6	64,9	65,3	65,4	65,6	65,7	65,9	66,1	66,2	66,3
31,5	68,7	69,0	69,4	69,5	69,7	69,8	70,0	70,2	70,3	70,4
40	72,3	72,6	72,9	73,1	73,2	73,4	73,6	73,7	73,9	74,0
50	75,5	75,9	76,2	76,4	76,5	76,7	76,8	76,9	77,1	77,2
63	78,1	78,4	78,8	78,9	79,0	79,2	79,3	79,5	79,6	79,7
80	81,2	81,5	81,8	82,0	82,1	82,2	82,4	82,5	82,6	82,7
100	84,6	85,0	85,2	85,3	85,4	85,5	85,7	85,7	85,8	85,9
125	83,3	83,6	83,8	83,9	84,0	84,0	84,1	84,1	84,2	84,3
160	83,0	83,2	83,4	83,4	83,4	83,4	83,4	83,4	83,4	83,5
200	84,3	84,5	84,7	84,7	84,7	84,6	84,6	84,5	84,5	84,5
250	85,2	85,3	85,4	85,3	85,2	85,1	85,1	84,9	84,9	84,9
315	86,1	86,2	86,2	86,0	85,9	85,7	85,6	85,4	85,3	85,3
400	87,4	87,6	87,6	87,5	87,3	87,1	87,0	86,8	86,7	86,7
500	87,9	88,0	88,1	87,9	87,8	87,6	87,5	87,3	87,2	87,2
630	89,5	89,7	89,8	89,7	89,6	89,5	89,5	89,3	89,3	89,3
800	88,8	89,0	89,2	89,2	89,2	89,1	89,1	89,0	89,0	89,0
1000	90,1	90,3	90,5	90,5	90,5	90,5	90,5	90,4	90,4	90,5
1250	91,9	92,2	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4
1600	94,0	94,2	94,4	94,4	94,5	94,4	94,4	94,4	94,5	94,5
2000	88,8	89,1	89,4	89,5	89,6	89,6	89,7	89,9	90,1	90,1
2500	87,2	87,4	87,8	87,9	88,1	88,2	88,3	88,5	88,7	88,6
3150	82,3	82,4	82,8	83,0	83,3	83,5	83,7	84,1	83,9	83,7
4000	79,6	79,7	80,2	80,5	80,7	80,9	81,1	81,0	80,7	80,4
5000	76,1	76,2	76,8	77,0	77,2	77,2	77,2	76,9	76,5	76,3
6300	70,0	70,1	70,5	70,7	70,7	70,6	70,5	70,0	69,6	69,2
8000	61,8	61,8	62,2	62,2	62,2	62,1	61,9	61,4	60,9	60,5
10000	50,4	50,5	50,8	50,8	50,8	50,7	50,4	49,9	49,4	48,9

Technisches Datenblatt

Oktavbandpegel Betriebsmodus 101,0 dB

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D02650487/2.0-de		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-01-17	de	DA	WRD Wobben Research and Development 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.

Übergeordnete Normen und Richtlinien

Dokument-ID	Dokument
ISO 266:1997	Acoustic – Preferred frequencies

Zugehörige Dokumente

Dokument-ID	Dokument
diverse	Datenblatt Betriebsmodi

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	6
2	Allgemeines	7
3	Informationen zu Oktavbandpegeln	7
4	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	8
4.1	Betriebsmodus 101,0 dB	8

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

EIO	Ersatzimmissionsort
HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
IO	Immissionsort
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

Größen, Einheiten, Formeln

L_o	Oktavbandpegel
L_T	Terzbandpegel
v_H	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
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

Be- triebs- mo- dus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)				
	E-138 EP3 E3- ST-81-FB- C-01	E-138 EP3 E3- ST-99-FB- C-01	E-138 EP3 E3- HST-111-FB- C-01	E-138 EP3 E3- HST-131-FB- C-01	E-138 EP3 E3- HT-160-ES- C-01
	NH 81 m	NH 99 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
101,0 dB	x	x	x	-	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Dieses Dokument beinhaltet Zusatzinformationen zum Datenblatt Betriebsmodi. Im Übrigen gelten die im Datenblatt Betriebsmodi aufgeführten Regelungen hinsichtlich der technischen Eigenschaften der Windenergieanlage.

3 Informationen zu Oktavbandpegeln

Für Oktavbandpegel bis zur Oktavbandmittenfrequenz von 2000 Hz gelten die Angaben zur Unsicherheit gemäß Datenblatt Betriebsmodi. Für Frequenzen größer 2000 Hz nehmen aufgrund physikalischer Effekte die Unsicherheiten zu. Diese Frequenzen haben keinen Einfluss auf den Immissionsort (IO) oder auf den Ersatzimmissionsort (EIO) und sind grundsätzlich vernachlässigbar. Bei verschiedenen Messungen an bestehenden ENERCON Windenergieanlagen verschiedener Typen gemäß den anwendbaren Richtlinien ergaben sich Unsicherheiten für die Oktavbandpegel im Frequenzbereich 4000 Hz bei $\pm 2,5$ dB(A) und im Frequenzbereich 8000 Hz bei $\pm 8,0$ dB(A). Angesichts der begrenzten Untersuchungen kann eine Reproduzierbarkeit dieser Messungen für alle ENERCON Windenergieanlagen bei gleichen Unsicherheiten nicht garantiert werden.

Die Zuordnung der Oktavbandpegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Oktavbandpegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt. Die nachfolgend angegebenen Oktavbandpegel wurden auf Basis von aeroakustischen Simulationen ermittelt. Die einzelnen Oktavbandpegelwerte können nicht garantiert werden. Der Summenpegel aller Oktavbandpegel pro Windgeschwindigkeit entspricht dem Schalleistungspegel bei dieser Windgeschwindigkeit, welcher im zugrundeliegenden Datenblatt für die jeweiligen Betriebsmodi angegeben ist. Daher ist der Summenpegel im Rahmen des im Datenblatt festgelegten Geltungsbereichs und auf Basis der anwendbaren Normen und Richtlinien einzuhalten.

Die angegebenen Oktavbandpegel des lautesten Zustands wurden aus den simulierten Terzbandpegelwerten gemäß den Frequenzbändern der ISO 266:1997 im Bereich von 25 Hz bis 10000 Hz erzeugt. Ein Oktavbandpegel L_o wird aus 3 Terzbandpegeln L_{T1} , L_{T2} und L_{T3} gemäß folgender Formel berechnet:

$$L_o = 10 \times \log\left(10^{\frac{L_{T1}}{10}} + 10^{\frac{L_{T2}}{10}} + 10^{\frac{L_{T3}}{10}}\right)$$

4 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

4.1 Betriebsmodus 101,0 dB

Folgende Oktavbandpegelwerte gelten unter Berücksichtigung der im Datenblatt Betriebsmodi aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 2: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
11,5	75,0	84,3	89,0	90,2	93,4	95,7	96,3	85,4	71,1

Technisches Datenblatt

Betriebsmodus 99,0 dB

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D02650491/2.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-01-17	de	DA	WRD Wobben Research and Development 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.

Übergeordnete Normen und Richtlinien

Dokument-ID	Dokument
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

Zugehörige Dokumente

Dokument-ID	Dokument
diverse	Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	6
2	Allgemeines	7
2.1	Leistungsverhalten	7
2.2	Informationen zu Schalleistungspegeln	7
2.3	Betriebsparameter	7
2.4	Standorteigenschaften	8
2.5	Turbulenzintensität	9
3	Betriebsmodus 99,0 dB	11
3.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 99,0 dB	11
3.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 99,0 dB	14

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

Größen, Einheiten, Formeln

L_{WA}	Schallleistungspegel
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. Nabenhöhen verfügbar sind.

Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi

Be- triebs- modus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)				
	E-138 EP3 E3-ST-81-FB- C-01	E-138 EP3 E3-ST-99-FB- C-01	E-138 EP3 E3-HST-111- FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131- FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160- ES-C-01
	NH 81 m	NH 99 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
99,0 dB	x	x	x	x	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Zu den in diesem Dokument angegebenen technischen Eigenschaften der Windenergieanlage ist zwingend das Beiblatt zu diesem Dokument zu beachten. Eine Übersicht über die Beiblätter steht dem Vertrieb zur Verfügung (D0950052 „Übersicht Beiblätter zu den Schall- und Leistungsdatenblättern“).

2.1 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.

2.2 Informationen zu Schalleistungspegeln

Die Zuordnung der Schalleistungspegel (L_{WA}) 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.

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 $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ und $\sigma_P = 1,2 \text{ dB(A)}$. Es gilt der 90-prozentige Vertrauensbereich:

$$L_{e,\max} = L_W + 1,28 \cdot \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

Ist während einer Vermessung die Differenz zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch kleiner als 6 dB(A), so muss von einer höheren Unsicherheit ausgegangen werden. Richtlinie ist die IEC 61400-11:2012.

Die Schalleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 8 angegebenen Bedingungen berechnet. Es wird eine vorherrschende Turbulenzintensitätsverteilung von 6 % bis 12 % angenommen.

Eine projekt- und/oder standortspezifische Garantie über die Einhaltung des Schalleistungspegels wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

2.3 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.

2.4 Standorteigenschaften

Die Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien sowie Schalleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 8 angegebenen Bedingungen bei unbeschädigten Blattvorderkanten 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
relative Luftfeuchte	70 %
Temperatur	15 °C
Turbulenzintensität	gemäß Kap. 2.5, S. 9
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.

2.5 Turbulenzintensität

Den Gültigkeitsbereich der Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien, hinsichtlich möglicher am Standort vorherrschender Turbulenzintensitäten, definiert die nachfolgende Tabelle. Weitere Einschränkungen sind Tab. 2, S. 8 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 Betriebsmodus 99,0 dB

3.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 99,0 dB

 Tab. 4: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus 99,0 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	0	0,00	0,00
2,00	3	0,04	0,78
2,50	22	0,15	1,06
3,00	72	0,29	1,04
3,50	149	0,38	0,98
4,00	253	0,43	0,93
4,50	381	0,46	0,88
5,00	526	0,46	0,83
5,50	686	0,45	0,78
6,00	855	0,43	0,71
6,50	1027	0,41	0,65
7,00	1199	0,38	0,59
7,50	1369	0,35	0,53
8,00	1533	0,33	0,48
8,50	1688	0,30	0,44
9,00	1829	0,27	0,40
9,50	1951	0,25	0,36
10,00	2049	0,22	0,32
10,50	2122	0,20	0,29
11,00	2174	0,18	0,26
11,50	2207	0,16	0,23
12,00	2228	0,14	0,20
12,50	2240	0,13	0,18
13,00	2240	0,11	0,16
13,50	2240	0,10	0,14
14,00	2240	0,09	0,13
14,50	2240	0,08	0,12

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	2240	0,07	0,11
15,50	2240	0,07	0,10
16,00	2240	0,06	0,09
16,50	2240	0,05	0,08
17,00	2240	0,05	0,07
17,50	2240	0,05	0,07
18,00	2240	0,04	0,06
18,50	2240	0,04	0,06
19,00	2240	0,04	0,06
19,50	2240	0,03	0,05
20,00	2240	0,03	0,05
20,50	2240	0,03	0,05
21,00	2240	0,03	0,04
21,50	2240	0,03	0,04
22,00	2240	0,02	0,04
22,50	2228	0,02	0,04
23,00	2201	0,02	0,03
23,50	2159	0,02	0,03
24,00	2098	0,02	0,03
24,50	2019	0,02	0,03
25,00	1816	0,01	0,02
25,50	1672	0,01	0,02
26,00	1488	0,01	0,02
26,50	1295	0,01	0,01
27,00	1103	0,01	0,01
27,50	922	0,01	0,01
28,00	811	0,00	0,01

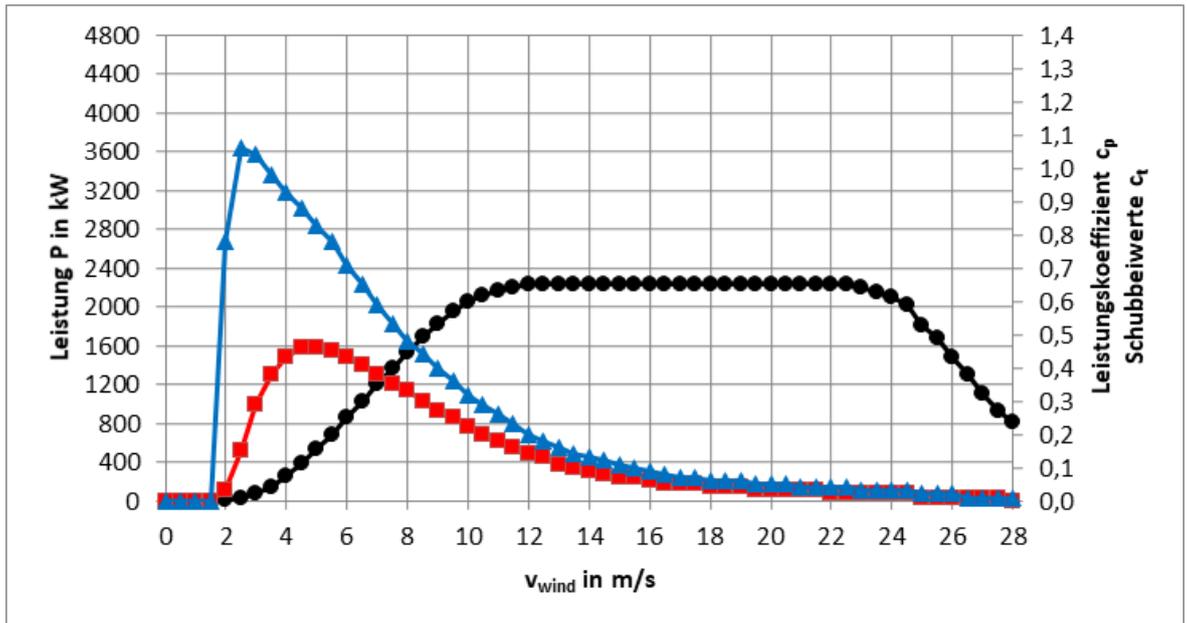


Abb. 1: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus 99,0 dB

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

3.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 99,0 dB

Im Betriebsmodus 99,0 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 99,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 7 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 5: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	2240	kW
Nennwindgeschwindigkeit	12,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E3-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-ST-99-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	7,7	U/min

Tab. 6: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	95,5
5,5 m/s	96,6
6 m/s	97,3
6,5 m/s	97,4
7 m/s	97,5
7,5 m/s	97,6
8 m/s	97,6
8,5 m/s	97,7
9 m/s	97,9
9,5 m/s	98,0
10 m/s	98,1
10,5 m/s	98,3
11 m/s	98,5
11,5 m/s	98,7
12 m/s	98,9
12,5 m/s	99,0
13 m/s	99,0
13,5 m/s	99,0

v_H	Schalleistungspegel in dB(A)
14 m/s	99,0
14,5 m/s	99,0
15 m/s	99,0

Technisches Datenblatt

Terzbandpegel Betriebsmodus 99,0 dB

**ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D02650493/1.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-01-17	de	DA	WRD Wobben Research and Development 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
diverse	Datenblatt Betriebsmodi

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	6
2	Allgemeines	7
3	Informationen zu Terzbandpegeln	7
4	Betriebsmodus 99,0 dB	8
4.1	Terzbandpegel NH	8

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

EIO	Ersatzimmissionsort
HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
IO	Immissionsort
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

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. Nabenhöhen verfügbar sind.

Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi

Be- triebs- modus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)				
	E-138 EP3 E3-ST-81-FB- C-01	E-138 EP3 E3-ST-99-FB- C-01	E-138 EP3 E3-HST-111- FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131- FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160- ES-C-01
	NH 81 m	NH 99 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
99,0 dB	x	x	x	x	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Dieses Dokument beinhaltet Zusatzinformationen zum Datenblatt Betriebsmodi. Im Übrigen gelten die im Datenblatt Betriebsmodi aufgeführten Regelungen hinsichtlich der technischen Eigenschaften der Windenergieanlage.

3 Informationen zu Terzbandpegeln

Für Terzbandpegel bis zur Terzbandmittenfrequenz von 2000 Hz gelten die Angaben zur Unsicherheit gemäß Datenblatt Betriebsmodi. Für Frequenzen größer 2000 Hz nehmen aufgrund physikalischer Effekte die Unsicherheiten zu. Diese Frequenzen haben keinen Einfluss auf den Immissionsort (IO) oder auf den Ersatzimmissionsort (EIO) und sind grundsätzlich vernachlässigbar. Bei verschiedenen Messungen an bestehenden ENERCON Windenergieanlagen verschiedener Typen gemäß den anwendbaren Richtlinien ergaben sich Unsicherheiten für die Terzbandpegel im Frequenzbereich 4000 Hz bei $\pm 2,5$ dB(A) und im Frequenzbereich 8000 Hz bei $\pm 8,0$ dB(A). Angesichts der begrenzten Untersuchungen kann eine Reproduzierbarkeit dieser Messungen für alle ENERCON Windenergieanlagen bei gleichen Unsicherheiten nicht garantiert werden.

Die Zuordnung der Terzbandpegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Terzbandpegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt. Die nachfolgend angegebenen Terzbandpegel wurden auf Basis von aeroakustischen Simulationen ermittelt. Die einzelnen Terzbandpegelwerte können nicht garantiert werden. Der Summenpegel aller Terzbandpegel pro Windgeschwindigkeit entspricht dem Schalleistungspegel bei dieser Windgeschwindigkeit, welcher im zugrundeliegenden Datenblatt für die jeweiligen Betriebsmodi angegeben ist. Daher ist der Summenpegel im Rahmen des im Datenblatt festgelegten Geltungsbereichs und auf Basis der anwendbaren Normen und Richtlinien einzuhalten.

4 Betriebsmodus 99,0 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. 2: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

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	50,2	52,6	54,1	54,6	55,0	55,5	55,8	56,2	56,6	56,9	57,3
25	54,8	57,2	58,8	59,3	59,7	60,1	60,4	60,8	61,3	61,6	61,9
31,5	58,9	61,3	62,9	63,4	63,8	64,2	64,5	64,9	65,4	65,7	66,0
40	62,5	64,9	66,4	66,9	67,3	67,8	68,1	68,5	68,9	69,2	69,6
50	65,7	68,1	69,6	70,1	70,5	70,9	71,2	71,6	72,0	72,3	72,7
63	69,3	71,7	73,2	73,6	74,0	74,4	74,8	75,1	75,5	75,9	76,2
80	73,1	75,5	76,9	77,4	77,8	78,2	78,5	78,8	79,2	79,5	79,8
100	73,4	75,6	77,1	77,4	77,8	78,1	78,4	78,7	79,1	79,4	79,7
125	73,6	75,9	77,2	77,6	77,8	78,1	78,4	78,6	79,0	79,2	79,4
160	74,4	76,7	78,0	78,2	78,4	78,7	78,8	79,0	79,3	79,5	79,7
200	76,0	78,1	79,3	79,5	79,6	79,7	79,8	79,9	80,2	80,3	80,4
250	77,5	79,7	80,9	80,9	81,0	81,1	81,1	81,1	81,4	81,4	81,4
315	78,8	81,1	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,5	82,5	82,5
400	79,9	82,2	83,4	83,4	83,4	83,4	83,3	83,3	83,4	83,4	83,4
500	80,4	82,8	84,1	84,1	84,0	84,0	83,9	83,8	84,0	83,9	83,9
630	82,8	84,6	85,6	85,6	85,6	85,6	85,6	85,6	85,7	85,7	85,7
800	82,7	84,5	85,4	85,5	85,5	85,5	85,4	85,4	85,6	85,6	85,6
1000	85,1	86,3	87,0	87,1	87,1	87,2	87,2	87,2	87,4	87,5	87,5
1250	87,1	88,0	88,5	88,6	88,7	88,8	88,8	88,9	89,2	89,2	89,3
1600	91,1	91,5	91,7	91,9	92,1	92,3	92,3	92,4	92,7	92,8	93,0
2000	84,7	85,6	86,2	86,3	86,4	86,5	86,5	86,6	86,8	86,9	87,0
2500	82,7	83,7	84,3	84,4	84,5	84,6	84,6	84,7	84,9	85,0	85,1
3150	75,5	77,9	79,3	79,3	79,3	79,3	79,2	79,2	79,3	79,3	79,3
4000	72,6	75,0	76,4	76,5	76,4	76,5	76,4	76,4	76,5	76,5	76,5
5000	68,8	71,3	72,7	72,8	72,7	72,8	72,7	72,7	72,8	72,8	72,8
6300	62,8	65,5	67,1	67,1	67,1	67,1	67,0	67,1	67,1	67,1	67,1
8000	54,3	57,1	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7	58,8	58,7	58,7
10000	42,9	45,6	47,2	47,2	47,2	47,3	47,2	47,2	47,3	47,3	47,3

Tab. 3: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

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	57,7	58,1	58,5	58,9	59,2	59,3	59,5	59,6	59,8	60,0
25	62,3	62,8	63,2	63,5	63,9	64,0	64,1	64,3	64,4	64,6
31,5	66,4	66,8	67,2	67,6	67,9	68,0	68,2	68,4	68,5	68,7
40	70,0	70,4	70,8	71,1	71,5	71,6	71,7	71,9	72,0	72,2
50	73,1	73,4	73,9	74,2	74,5	74,6	74,8	74,9	75,1	75,3
63	76,6	76,9	77,3	77,7	78,0	78,1	78,2	78,4	78,5	78,7
80	80,2	80,6	80,9	81,3	81,6	81,7	81,8	81,9	82,1	82,3
100	80,0	80,3	80,7	81,0	81,3	81,3	81,4	81,6	81,7	81,9
125	79,7	80,0	80,3	80,5	80,7	80,8	80,9	81,0	81,1	81,2
160	79,9	80,0	80,2	80,4	80,5	80,6	80,6	80,6	80,8	80,9
200	80,5	80,6	80,7	80,8	80,9	80,9	80,8	80,8	80,9	81,0
250	81,5	81,5	81,5	81,6	81,5	81,5	81,4	81,3	81,4	81,4
315	82,5	82,3	82,3	82,3	82,3	82,2	82,0	81,9	81,9	81,9
400	83,4	83,2	83,2	83,2	83,1	83,0	82,9	82,7	82,7	82,7
500	83,9	83,8	83,8	83,9	83,8	83,7	83,6	83,5	83,5	83,5
630	85,8	85,9	86,0	86,1	86,2	86,1	86,1	86,0	86,0	86,0
800	85,7	85,8	86,0	86,2	86,2	86,3	86,2	86,2	86,3	86,3
1000	87,7	87,9	88,1	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,4	88,5
1250	89,6	89,8	90,0	90,2	90,3	90,3	90,3	90,3	90,4	90,4
1600	93,2	93,5	93,7	93,9	94,0	93,9	93,9	93,9	93,9	93,9
2000	87,2	87,5	87,8	88,0	88,2	88,3	88,6	88,6	88,5	88,5
2500	85,3	85,7	86,0	86,3	86,5	86,7	86,8	86,7	86,6	86,5
3150	79,6	80,1	80,6	81,1	81,5	81,8	81,6	81,3	81,1	80,9
4000	76,8	77,4	78,0	78,4	78,6	78,6	78,1	77,8	77,6	77,4
5000	73,2	73,7	74,2	74,4	74,5	74,2	73,7	73,4	73,1	72,9
6300	67,4	67,9	68,2	68,4	68,3	67,9	67,4	67,0	66,7	66,5
8000	59,0	59,4	59,6	59,7	59,7	59,2	58,6	58,2	57,9	57,6
10000	47,5	47,9	48,1	48,2	48,2	47,6	46,9	46,5	46,0	45,7

Technisches Datenblatt

Oktavbandpegel Betriebsmodus 99,0 dB

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D02650495/1.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-01-17	de	DA	WRD Wobben Research and Development 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.

Übergeordnete Normen und Richtlinien

Dokument-ID	Dokument
ISO 266:1997	Acoustic – Preferred frequencies

Zugehörige Dokumente

Dokument-ID	Dokument
diverse	Datenblatt Betriebsmodi

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	6
2	Allgemeines	7
3	Informationen zu Oktavbandpegeln	7
4	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	8
4.1	Betriebsmodus 99,0 dB	8

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

EIO	Ersatzimmissionsort
HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
IO	Immissionsort
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

Größen, Einheiten, Formeln

L_o	Oktavbandpegel
L_T	Terzbandpegel
v_H	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
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

Be- triebs- modus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)				
	E-138 EP3 E3-ST-81-FB- C-01	E-138 EP3 E3-ST-99-FB- C-01	E-138 EP3 E3-HST-111- FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131- FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160- ES-C-01
	NH 81 m	NH 99 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
99,0 dB	x	x	x	x	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Dieses Dokument beinhaltet Zusatzinformationen zum Datenblatt Betriebsmodi. Im Übrigen gelten die im Datenblatt Betriebsmodi aufgeführten Regelungen hinsichtlich der technischen Eigenschaften der Windenergieanlage.

3 Informationen zu Oktavbandpegeln

Für Oktavbandpegel bis zur Oktavbandmittenfrequenz von 2000 Hz gelten die Angaben zur Unsicherheit gemäß Datenblatt Betriebsmodi. Für Frequenzen größer 2000 Hz nehmen aufgrund physikalischer Effekte die Unsicherheiten zu. Diese Frequenzen haben keinen Einfluss auf den Immissionsort (IO) oder auf den Ersatzimmissionsort (EIO) und sind grundsätzlich vernachlässigbar. Bei verschiedenen Messungen an bestehenden ENERCON Windenergieanlagen verschiedener Typen gemäß den anwendbaren Richtlinien ergaben sich Unsicherheiten für die Oktavbandpegel im Frequenzbereich 4000 Hz bei $\pm 2,5$ dB(A) und im Frequenzbereich 8000 Hz bei $\pm 8,0$ dB(A). Angesichts der begrenzten Untersuchungen kann eine Reproduzierbarkeit dieser Messungen für alle ENERCON Windenergieanlagen bei gleichen Unsicherheiten nicht garantiert werden.

Die Zuordnung der Oktavbandpegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Oktavbandpegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt. Die nachfolgend angegebenen Oktavbandpegel wurden auf Basis von aeroakustischen Simulationen ermittelt. Die einzelnen Oktavbandpegelwerte können nicht garantiert werden. Der Summenpegel aller Oktavbandpegel pro Windgeschwindigkeit entspricht dem Schalleistungspegel bei dieser Windgeschwindigkeit, welcher im zugrundeliegenden Datenblatt für die jeweiligen Betriebsmodi angegeben ist. Daher ist der Summenpegel im Rahmen des im Datenblatt festgelegten Geltungsbereichs und auf Basis der anwendbaren Normen und Richtlinien einzuhalten.

Die angegebenen Oktavbandpegel des lautesten Zustands wurden aus den simulierten Terzbandpegelwerten gemäß den Frequenzbändern der ISO 266:1997 im Bereich von 25 Hz bis 10000 Hz erzeugt. Ein Oktavbandpegel L_o wird aus 3 Terzbandpegeln L_{T1} , L_{T2} und L_{T3} gemäß folgender Formel berechnet:

$$L_o = 10 \times \log\left(10^{\frac{L_{T1}}{10}} + 10^{\frac{L_{T2}}{10}} + 10^{\frac{L_{T3}}{10}}\right)$$

4 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

4.1 Betriebsmodus 99,0 dB

Folgende Oktavbandpegelwerte gelten unter Berücksichtigung der im Datenblatt Betriebsmodi aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 2: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12,5	73,6	83,7	85,6	86,4	89,3	93,4	95,6	83,8	68,9

SCHALLTECHNISCHER BERICHT NR. LL18129.1/02

zur geplanten Errichtung von 4 Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-138 EP3 E3
im Zuge des Repowering im Windpark Georgshof

--- neuer Planungsstand ---

Auftraggeber:

Windpark Georgshof GmbH & Co KG
Arler Weg 11
26553 Dornum

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Andreas Silies

Datum:

20.06.2023



ZECH Ingenieurgesellschaft mbH • Hessenweg 38 • 49809 Lingen (Ems)
Tel +49 (0)5 91 - 8 00 16-0 • Fax +49 (0)5 91 - 8 00 16-20 • E-Mail Lingen@zechgmbh.de

GERÄUSCHE

ERSCHÜTTERUNGEN

BAUPHYSIK

Zusammenfassung

Die Windpark Georgshof GmbH & Co KG betreibt südwestlich von Dornum einen Windpark. Dort sollen 9 Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-40 rückgebaut und durch 5 Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-138 EP3 E3 mit einer Nabenhöhe von 111 m über Grund ersetzt werden, sodass zusammen mit dem weiter in Betrieb befindlichen Bestand insgesamt 12 Windenergieanlagen nach Repowering im Windpark Georgshof in Betrieb sind.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens war eine schalltechnische Untersuchung zur Ermittlung und Beurteilung der Geräuschsituation, hervorgerufen durch den geplanten Betrieb des Windparks nach Repowering, durchzuführen. Grundlage für die Beurteilungen sind Schallausbreitungsberechnungen unter Zugrundelegung der anzusetzenden Schallemissionen sowie der örtlichen und topografischen Verhältnisse.

Die vorliegende schalltechnische Untersuchung hat ergeben, dass die Immissionsrichtwerte sowohl tags als auch nachts gemäß TA Lärm durch den Windpark Georgshof nach Repowering, bezogen auf die obere Vertrauensbereichsgrenze, im Tageszeitraum an allen Immissionspunkten eingehalten oder unterschritten werden.

Bedingung für diese Bewertungen ist der schallreduzierte Betrieb aller geplanten Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-138 EP3 E3 im Nachtzeitraum gemäß Kapitel 5.3. Die zulässigen Betriebszustände können wie folgt zusammengefasst werden:

Betriebsmodus	Zeitbereich	Leistung	Schalleistungspegel
0 s	tags	4.260 kW	$L_{WA} = 106,0 \text{ dB(A)}$
99,0 dB	nachts	2.270 kW	$L_{WA} = 99,0 \text{ dB(A)}$

Bei bestimmungsmäßigem Betrieb der geplanten Windenergieanlagen sind keine kurzzeitigen Geräuschspitzen zu erwarten.

Der nachfolgende Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen mit größter Sorgfalt erstellt.
Dieser Bericht besteht aus 31 Seiten und 8 Anlagen mit 57 Anlagenblättern.

Lingen, den 20.06.2023 AS/Me/as (E)

Messstelle nach § 29b BImSchG für
Geräusche und Erschütterungen
(Gruppen V und VI)

ZECH Ingenieurgesellschaft mbH

ZECH Ingenieurgesellschaft mbH
Geräusche · Erschütterungen · Bauphysik
Hessenweg 38 · 49809 Lingen (Ems)
Tel. 05 91 - 80 01 60 · Fax 05 91 - 8 00 16 20

geprüft durch:



i. A. David Lockhorn M. Sc. (Fachlicher Mitarbeiter)

erstellt durch:



i. A. Dipl.-Ing. Andreas Silies (Projektleiter)

INHALTSVERZEICHNIS

1	Situation und Aufgabenstellung.....	7
2	Beurteilungsgrundlagen	9
2.1	Immissionspunkte und -richtwerte	9
2.2	Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit.....	10
2.3	Vorbelastung	11
2.4	Immissionszielwerte	11
3	Aktuell gültiges Berechnungsverfahren (ab Einführungserlass 2019 [6]).....	12
3.1	DIN ISO 9613-2 - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien [2].....	12
3.2	Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen.	13
3.3	Unsicherheiten zur Ermittlung der Qualität der Prognose	14
3.4	Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze.....	16
3.5	Vorgehensweise zur Ermittlung der zulässigen Betriebsmodi.....	17
4	Bis 2019 gültiges Berechnungsverfahren (ab Windenergieerlass 2016 [5])	18
4.1	Schallausbreitungsrechnung	18
4.2	Berücksichtigung von Unsicherheiten, obere Vertrauensbereichsgrenze	18
4.3	Frequenzzusammensetzung der Schallemissionen einer Windenergieanlage	18
5	Daten der Windenergieanlagen im Windpark Georgshof.....	19
5.1	Bestehende Windenergieanlagen (Georgshof I) - Rückbau.....	19
5.2	Bestehende Windenergieanlagen (Georgshof I und II).....	19
5.3	Geplante Windenergieanlagen (Georgshof III).....	21
5.4	Gesamtbetrachtung Windpark Georgshof.....	22
6	Berechnungsergebnisse nach aktuell gültigem Verfahren [3; 4; 6]	24
7	Berechnungsergebnisse nach dem vor 2019 gültigen Verfahren [5]	25
8	Ergänzende Hinweise	26
9	Qualität der Untersuchung	27

10 Berechnungs- und Beurteilungsgrundlagen, Literatur 28
11 Anlagen 31

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	berücksichtigte Immissionspunkte.....	10
Tabelle 2	Ermittlung der Gesamtunsicherheit	16
Tabelle 3	bestehende und weiter betriebene Windenergieanlagen im Windpark Georgshof (1).....	19
Tabelle 4	bestehende und weiter betriebene Windenergieanlagen im Windpark Georgshof (2).....	20
Tabelle 5	geplante Windenergieanlagen im Windpark Georgshof (1).....	21
Tabelle 6	geplante Windenergieanlagen im Windpark Georgshof (2).....	22
Tabelle 7	obere Vertrauensbereichsgrenzen durch den nächtlichen Betrieb des Windparks Georgshof und zugehörige Immissionsrichtwerte	24
Tabelle 8	Vergleich der Berechnungsverfahren an den maßgeblichen Immissionspunkten	25

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Windpark Georgshof GmbH & Co KG betreibt südwestlich von Dornum einen Windpark. Dort sollen 9 Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-40 rückgebaut und durch 5 Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-138 EP3 E3 mit einer Nabenhöhe von 111 m über Grund ersetzt werden [12], sodass unter Berücksichtigung der weiter betriebenen Bestandsanlagen insgesamt 12 Windenergieanlagen nach Repowering im Windpark Georgshof in Betrieb sind.

Hierbei ist für vier der geplanten Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-138 EP3 E3 die Windpark Georgshof GmbH & Co. KG Betreiber und für eine Anlage Herr Theo Verweyen. Aufgrund ihrer Lage und weil Herr Verweyen neben seiner eigenen Anlage Mitbetreiber im Windpark Georgshof ist, wird die Anlage im Zusammenhang mit den weiteren geplanten Anlagen gleichen Typs betrachtet.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens ist eine schalltechnische Untersuchung zur Ermittlung und Beurteilung der Geräuschsituation, hervorgerufen durch den Betrieb des Windparks Georgshof nach Repowering, durchzuführen.

Zur Beurteilung der Geräuschsituation an den betrachteten Immissionspunkten sind die ermittelten anteiligen oberen Vertrauensbereichsgrenzen durch den Betrieb des Windparks den Immissionsrichtwerten nach TA Lärm [1] gegenüberzustellen. Bei Überschreitung einzuhaltender Ziel- bzw. Richtwerte sind mögliche Lärminderungsmaßnahmen durch einen schallreduzierten Betrieb aufzuzeigen.

Die Berechnungen sind gemäß dem aktuell gültigen Verfahren, wie es im Einführungserlass des Landes Niedersachsen zur Anwendung der LAI-Hinweise [4] und des Interimsverfahrens der DIN ISO 9613-2 [3] im entsprechenden Ministerialblatt [6] veröffentlicht wurde, durchzuführen.

Auf Anforderung der Genehmigungsbehörde des Landkreises Aurich ist zudem eine Berechnung nach dem vorherigen Verfahren durchzuführen, wie es im Windenergieerlass des Landes Niedersachsen 2016 festgesetzt wurde [5].

Die Lage des Windparks Georgshof mit den bestehenden und geplanten Windenergieanlagen ist dem Lageplan der Anlage 1 zu entnehmen.

Der vorliegende schalltechnische Bericht dokumentiert die Ergebnisse der schalltechnischen Untersuchung. Dieser Bericht ersetzt den Bericht Nr. LL18129.1/01 vom 15.06.2023, da der geplante Standort der Windenergieanlage Verweyen geändert wurde.

2 Beurteilungsgrundlagen

Die Grundlage zur Ermittlung und zur Beurteilung von Geräuschemissionen gewerblicher und industrieller Anlagen bildet die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm [1]). Neben dem Verfahren zur Ermittlung der Geräuschbelastungen nennt die TA Lärm [1] Immissionsrichtwerte, bei deren Einhaltung im Regelfall ausgeschlossen werden kann, dass schädliche Umwelteinwirkungen im Einwirkungsbereich gewerblicher oder industrieller Anlagen vorliegen. Die Immissionsrichtwerte sind abhängig von der Gebietsnutzung und durch die energetische Summe der Immissionsbeiträge aller relevant einwirkenden Anlagen, die der TA Lärm [1] unterliegen, einzuhalten.

2.1 Immissionspunkte und -richtwerte

Im vorliegenden Fall werden die maßgeblichen Immissionspunkte in einem Umkreis von einem Kilometer betrachtet. Die Lage der betrachteten Immissionspunkte ist der Anlage 1 zu entnehmen. Die Festlegung der Immissionspunkte für die Windparks im Bereich Arle-Dornum erfolgte hinsichtlich vorangegangener Untersuchungen in Abstimmung mit den genehmigenden Behörden in den Landkreisen Aurich und Wittmund [9; 10].

Tabelle 1 listet die berücksichtigten Immissionspunkte mit ihren jeweiligen Immissionsrichtwerten auf. Sie stellen die für den Windpark Georgshof relevante Auswahl aus der Gesamtzahl an Immissionspunkten für die Windparks im Bereich Arle-Dornum dar. Die Nummerierung wurde dabei nicht verändert, um eine bessere Vergleichbarkeit mit vorangegangenen schalltechnischen Untersuchungen der ZECH Ingenieurgesellschaft mbH zu anderen Windparks zu ermöglichen.

Bezüglich möglicher Änderungen hinsichtlich der Immissionspunkte wurde der Bereich anhand von Luftbildern aus dem Internetportal des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS [13]) sowie dem 3-D-Gebäudemodell (LoD 1) aus dem Geoportal des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung des Landes Niedersachsen [14] geprüft.

Die Immissionsrichtwerte in Tabelle 1 dürfen durch kurzzeitige Geräuschspitzen von Einzelereignissen während der Tageszeit um nicht mehr als 30 dB und während der Nachtzeit um nicht mehr als 20 dB überschritten werden [1]. Im vorliegenden Fall sind bei dem bestimmungsmäßigen Betrieb der Windenergieanlagen keine Geräuschspitzen zu erwarten.

Die Beurteilungszeit tags ist die Zeit zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr. Als Beurteilungszeitraum nachts ist gemäß TA Lärm [1] die lauteste Stunde in der Zeit zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr zu betrachten.

Tabelle 1 berücksichtigte Immissionspunkte

Immissionspunkte	Gebiets-einstufung	Immissionsrichtwert in dB(A)	
		tags	nachts
IP 26: Arler Weg 10	§ 35	60	45
IP 30: Arler Weg 6	§ 35	60	45
IP 31-05: Ahornweg 7	WA	55	40
IP 33-03: Am Galgenhügel 4	WR	50	35
IP 39: Hasenpfad 19	WA	55	40
IP 42: Baugrenze WA südlich Hasenpfad (1)	WA	55	40
IP 43: Baugrenze WA südlich Hasenpfad (2)	WA	55	40
IP 44: Baugrenze WA südlich Hasenpfad (3)	WA	55	40
IP 45: Hasenpfad 5	WA	55	40

2.2 Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit

Für folgende Zeiten ist gemäß [1] u. a. in Reinen und Allgemeinen Wohngebieten bei der Ermittlung des Beurteilungspegels die erhöhte Störwirkung von Geräuschen durch einen Zuschlag von 6 dB zu berücksichtigen:

1. an Werktagen:
 - 06:00 Uhr bis 07:00 Uhr
 - 20:00 Uhr bis 22:00 Uhr

2. an Sonn- und Feiertagen:
 - 06:00 Uhr bis 09:00 Uhr
 - 13:00 Uhr bis 15:00 Uhr
 - 20:00 Uhr bis 22:00 Uhr

Für Misch-, Kern-, Gewerbe- und Industriegebiete sind keine Zuschläge für die erhöhte Störwirkung von Geräuschen innerhalb der Tageszeit mit besonderer Empfindlichkeit zu berücksichtigen [1].

Im vorliegenden Fall wird die Berechnung mit den Ruhezeiten für Sonn- und Feiertage durchgeführt. Damit ergibt sich - bei kontinuierlichem Betrieb der Windenergieanlage - an den in einem Allgemeinen Wohngebiet (WA) oder Reinem Wohngebiet (WR) befindlichen Immissionspunkten im Tageszeitraum ein resultierender Ruhezeitenzuschlag von 3,6 dB.

2.3 Vorbelastung

Da die Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [1] akzeptorbezogen sind, ist zur Beurteilung der Gesamtbelastung neben den von der zu beurteilenden Anlage verursachten Immissionen (Zusatzbelastung) auch eine evtl. vorliegende Vorbelastung durch Anlagen, für die die TA Lärm [1] gilt, zu betrachten.

Eine Vorbelastung muss gemäß Abschnitt 3.2.1 der TA Lärm [1] in der Regel dann nicht ermittelt werden, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB unterschreitet.

Werden die Richtwerte anteilig um mindestens 10 dB unterschritten, so liegen die Immissionspunkte gemäß Abschnitt 2.1 der TA Lärm [1] nicht mehr im Einwirkungsbereich der Anlage und eine Vorbelastung ist nicht zu betrachten.

2.4 Immissionszielwerte

Im Zuge einer vorangegangenen Untersuchung [15] wurde der ZECH Ingenieurgesellschaft mbH vom Landkreis Aurich mitgeteilt, dass entsprechend der Genehmigung für den Windpark Georgshof die Immissionsrichtwerte an den Immissionspunkten am Hasenpfad (hier IP 39 und IP 42 bis IP 45) sowie im Bereich Klein Kniphausen (hier IP 26) ausgeschöpft werden dürfen. In dieser Untersuchung hat sich jedoch gezeigt, dass das Reine Wohngebiet (WR) Am Galgenhügel (hier repräsentiert durch den IP 33-03) maßgeblich emissionsbegrenzend ist.

Daher wurde im vorliegenden Fall der Windpark hinsichtlich der resultierenden Immissionen vor allem auf die Einhaltung der Immissionsrichtwerte der TA Lärm [1] an diesem Immissionspunkt ausgelegt.

3 Aktuell gültiges Berechnungsverfahren (ab Einführungserlass 2019 [6])

3.1 DIN ISO 9613-2 - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien [2]

Die Immissionspegel, die sich in der Nachbarschaft ergeben, werden nach DIN ISO 9613-2 "Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien" [2] mit folgender Gleichung berechnet:

$$L_{rT}(DW) = L_W + D_C - A \text{ in dB} \quad (1)$$

mit

$L_{rT}(DW)$	\triangleq	der im Allgemeinen in Oktavbandbreite berechnete Dauerschalldruckpegel bei Mitwindbedingungen	in dB
L_W	\triangleq	Oktavband-Schalleistungspegel	in dB [2]
D_C	\triangleq	Richtwirkungskorrektur	in dB
A	\triangleq	Dämpfung, die während der Schallausbreitung von der Punktquelle zum Empfänger vorliegt	in dB

Die Dämpfung A wird berechnet mit:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (2)$$

mit

A_{div}	\triangleq	die Dämpfung auf Grund geometrischer Ausbreitung	in dB
A_{atm}	\triangleq	die Dämpfung auf Grund von Luftabsorption	in dB
A_{gr}	\triangleq	die Dämpfung auf Grund des Bodeneffektes	in dB
A_{bar}	\triangleq	die Dämpfung auf Grund von Abschirmung	in dB
A_{misc}	\triangleq	die Dämpfung auf Grund verschiedener anderer Effekte	in dB

Der A-bewertete Langzeit-Mittelungspegel $L_{AT}(LT)$ im langfristigen Mittel errechnet sich nach Gleichung (6) der DIN ISO 9613-2 [2] zu:

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met} \text{ in dB(A)} \quad (3)$$

Hierbei ist C_{met} die meteorologische Korrektur zur Berücksichtigung der für die Schallausbreitung im Jahresmittel schwankenden Witterungsbedingungen.

3.2 Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen

Die DIN ISO 9613-2 [2] wird als Berechnungsverfahren bei der Beurteilung von Geräuschimmissionen herangezogen. Diese Norm schließt jedoch Schallquellen mit einer Höhe von $H \geq 30$ m über Grund aus. Das Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen [3] bietet ein Berechnungsverfahren, mit dem gemäß den Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) [4] der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI-Hinweise) die Geräuschimmissionen hochliegender Quellen, wie z. B. Windenergieanlagen, ermittelt werden können.

Bei diesem Berechnungsverfahren sind gegenüber der DIN ISO 9613 [2] die folgenden Modifikationen zu berücksichtigen:

- Gemäß dem Interimsverfahren [3] sind die Schallausbreitungsberechnungen gemäß dem "Allgemeine Berechnungsverfahren" zur Ermittlung der Bodendämpfung nach Ziffer 7.3.1 der DIN ISO 9613-2 [2] vorzunehmen. Für die Windenergieanlagen sind die Geräuschimmissionen in Oktavbändern von 63 Hz bis 8 kHz [3] zu berücksichtigen.
- die Dämpfung auf Grund des Bodeneffektes A_{gr} beträgt konstant
 $A_{gr} = -3$ dB
- die meteorologische Korrektur beträgt konstant
 $C_{met} = 0$ dB

Dies entspricht im Sinne eines Maximalansatzes der Berücksichtigung einer Mitwindbedingung an allen betrachteten Immissionspunkten, unabhängig von ihrer geografischen Lage zur betrachteten Windenergieanlage.

3.3 Unsicherheiten zur Ermittlung der Qualität der Prognose

Gemäß den LAI-Hinweisen [4] sind bei der schalltechnischen Prognose von Windenergieanlagen die folgenden Unsicherheiten zu berücksichtigen:

- Unsicherheit durch Herstellerangaben

Wenn bei geplanten neuen Windenergieanlagen noch keine Messberichte vorliegen, ist vom Hersteller der Schalleistungspegel L_{WA} mit einem zugehörigen Oktavspektrum anzugeben. Die Angaben müssen die zu erwartende Unsicherheit der Serienstreuung und der noch ausstehenden Messungen berücksichtigen. In diesem Fall wird daher für die Ermittlung der Qualität der Prognose keine zusätzliche Unsicherheit für die Vermessung sowie der Serienstreuung angesetzt.

- Unsicherheit durch Vermessungen

Entsprechend [4] kann "bei einer normkonform nach FGW-Richtlinie durchgeführten Typvermessung von einer Unsicherheit" von

$$\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$$

ausgegangen werden.

In einer Maximalbetrachtung kann wie folgt vorgegangen werden:

- bei dem Vorliegen nur eines Messberichtes kann die Unsicherheit durch Vermessungen σ_R der im Messbericht angegebenen Messunsicherheit U_C gleichgesetzt werden, wenn diese höher ist als der Standardwert von $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$
- bei dem Vorliegen von zwei Messberichten kann die Unsicherheit durch Vermessungen σ_R der in dem Messbericht mit der höheren angegebenen Messunsicherheit U_C gleichgesetzt werden, wenn diese höher ist als der Standardwert von $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$
- bei dem Vorliegen von drei oder mehr Messberichten kann die Unsicherheit durch Vermessungen σ_R dem Durchschnitt der in den Messberichten angegebenen Messunsicherheit U_C gleichgesetzt werden, wenn dieser höher ist als der Standardwert von $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$

- Unsicherheit durch Serienstreuungen

Um die Übertragung von Schalleistungspegeln L_W vermessener Windenergieanlagen auf andere Anlagen des gleichen Typs zu übertragen, wird die Unsicherheit der Serienstreuung σ_p als Standardabweichung s aus den Messwerten von mindestens drei Messungen bei gleicher elektrischer Leistung ermittelt.

Damit ergibt sich bei drei (oder mehr) vorliegenden Messungen:

$$\sigma_p = s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_{W_i} - L_W)^2}{n-1}}$$

Liegt keine Dreifachvermessung vor, so ist gemäß [4] ein Ersatzwert von

$$\sigma_p = 1,2 \text{ dB}$$

zu berücksichtigen.

Einen Sonderfall bei der Ermittlung der Unsicherheit der Serienstreuung stellen Windenergieanlagen dar, die in einer schalltechnischen Betrachtung mit an dieser Anlage vorgenommenen Messungen und den dabei ermittelten Schalleistungspegeln berücksichtigt werden.

Hier ergibt sich die Serienunsicherheit zu

$$\sigma_p = 0 \text{ dB.}$$

- Unsicherheit durch das Prognosemodell

Die Unsicherheit des Prognosemodells beträgt:

$$\sigma_{prog} = 1,0 \text{ dB}$$

Die o. g. Einzelunsicherheiten werden als Wurzel aus der Summe der Fehlerquadrate der Einzelunsicherheiten zur Gesamtunsicherheit σ_{ges} wie folgt zusammengefasst:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Prog}^2}$$

Die folgende Tabelle fasst die Ermittlung der Gesamtunsicherheit zusammen.

Tabelle 2 Ermittlung der Gesamtunsicherheit

Unsicherheit	Einzel-unsicherheit	Anzahl Messberichte				
		0 Herstellerangabe	1	2	≥3	1 ¹⁾
Typvermessung	σ_R	-	0,5 ²⁾	0,5 ²⁾	0,5 ³⁾	0,5 ²⁾
Serienstreuung	σ_P	-	1,2	1,2	s ⁴⁾	0 ¹⁾
Prognosemodell	σ_{prog}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Summe der Fehlerquadrate		1,0	2,69	2,69	5)	1,25
Gesamt	σ_{ges}	1,0	1,64	1,64	5)	1,12

- 1) Die schalltechnische Betrachtung betrifft die vermessene Windenergieanlage
- 2) größte Angabe im Messbericht, wenn diese höher ist als der Standardwert gemäß den LAI-Hinweisen [4]
- 3) durchschnittliche Unsicherheit der Messberichte, wenn diese höher ist als der Standardwert gemäß den LAI-Hinweisen [4]
- 4) Die Standardabweichung s ist aus der Abweichung mindestens drei gemessener Schalleistungspegel zu ermitteln
- 5) abhängig von der Standardabweichung s

3.4 Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze

Die zu ermittelnde obere Vertrauensbereichsgrenze bezeichnet den Bereich, in dem sich die tatsächlich anteilig hervorgerufenen Beurteilungspegel mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % ergeben. Dazu wird die ermittelte Gesamtunsicherheit mit dem Faktor 1,28 multipliziert und bei den Berechnungen wie folgt berücksichtigt.

$$L_o = L_r + \Delta L$$

$$L_o = L_r + 1,28 \cdot \sigma_{ges}$$

Wenn die Zusatzbelastung wie im vorliegenden Fall durch nur eine Windenergieanlage zu ermitteln ist, kann der Wert für ΔL direkt auf den Emissionspegel addiert werden. Bei der Beurteilung der anteiligen Beurteilungspegel durch mehrere Windenergieanlagen bzw. einen Windpark wird die Standardabweichung des Beurteilungspegels dagegen bezogen auf den Immissionsort nach Probst und Donner [7] ermittelt und basierend darauf die obere Vertrauensbereichsgrenze ermittelt.

3.5 Vorgehensweise zur Ermittlung der zulässigen Betriebsmodi

Die ermittelten Emissionsdaten für die zu berücksichtigende Gewerbelärmbelastung werden in ein dreidimensionales Berechnungsmodell [8] überführt. Anschließend werden Schallausbreitungsrechnungen durchgeführt und die durch die jeweilige Betriebssituation im Tages- und Nachtzeitraum hervorgerufenen Schallimmissionen im Bereich der relevanten Immissionspunkte rechnerisch ermittelt.

Zunächst wurden die bestehenden und nicht für den Rückbau vorgesehenen Windenergieanlagen der Windparkteile Georgshof I und II (siehe Kapitel 5) im schalltechnischen Modell mit den zu berücksichtigenden Schallemissionen gemäß [10] und [11] berücksichtigt.

Danach wurde in iterativen Schritten der Schalleistungspegel der geplanten Windenergieanlagen für den Windparkteil Georgshof III so weit reduziert, dass der gesamte Windpark nach Repowering an jedem Immissionsort den Immissionszielwert einhält (vgl. Abschnitt 2.4).

4 Bis 2019 gültiges Berechnungsverfahren (ab Windenergieerlass 2016 [5])

4.1 Schallausbreitungsrechnung

Die Berechnung der Schallausbreitung erfolgte zuvor nach dem regulären Verfahren der DIN ISO 9613-2 [2] wie in Abschnitt 3.1 beschrieben. Wesentliche Unterschiede zum aktuell gültigen Interimsverfahren sind:

- gemäß o. g. Norm nur für Quellen unter 30 m Höhe zulässig, wurde dennoch zur Berechnung der Immissionen von Windenergieanlagen mit größeren Nabenhöhen verwendet
- die Berechnung der Bodendämpfung erfolgt nach dem alternativen Verfahren gemäß Absatz 7.3.2 [2]
- eine Berücksichtigung der Meteorologiedämpfung C_{met} ist zulässig

4.2 Berücksichtigung von Unsicherheiten, obere Vertrauensbereichsgrenze

Im Windenergieerlass von 2016 [5] ist hinsichtlich der Schallimmissionsprognose ein Zuschlag von 2 dB im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze auf den Emissions-Schalleistungspegel einer Windenergieanlage vorzusehen, wenn keine drei Anlagen des gleichen Typs vermessen worden sind. Dies ist bei vorangegangenen Untersuchungen ebenfalls so gehandhabt worden [10]).

4.3 Frequenzzusammensetzung der Schallemissionen einer Windenergieanlage

Im Gegensatz zum aktuell gültigen Verfahren [3; 4; 6] wird emissionsseitig kein Oktavspektrum der Windenergieanlagen berücksichtigt, sondern der gesamte Schalleistungspegel wird für eine Frequenz von 500 Hz angesetzt. Dies hat Einfluss auf die Berechnung der Luftabsorption.

5 Daten der Windenergieanlagen im Windpark Georgshof

5.1 Bestehende Windenergieanlagen (Georgshof I) - Rückbau

Folgende Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-40 sollen zurückgebaut werden und sind dann nicht mehr schalltechnisch zu berücksichtigen:

- WEA 40030 - WEA 40032 - WEA 40033
- WEA 40116 - WEA 40125 - WEA 40126
- WEA 40127 - WEA 40128 - WEA 40129

5.2 Bestehende Windenergieanlagen (Georgshof I und II)

Tabelle 3 zeigt die wesentlichen Kenndaten der bestehenden und die sich weiter in Betrieb befindenden Windenergieanlagen. Ihre Lage im Zusammenhang mit den betrachteten Immissionspunkten kann der Anlage 1 entnommen werden.

Tabelle 3 bestehende und weiter betriebene Windenergieanlagen im Windpark Georgshof (1)

Bezeichnung	Anlagentyp	Nennleistung	Nabenhöhe	UTM-Koordinaten		WP-Teil
				Rechtswert	Hochwert	
WEA 40117	ENERCON E-40/5.4	500 kW	50 m	32.395.197	5.943.995	I
WEA 40118	ENERCON E-40/5.4	500 kW	50 m	32.395.246	5.943.788	I
WEA 40120	ENERCON E-40/5.4	500 kW	50 m	32.395.344	5.943.364	I
WEA 1011414	ENERCON E-101	3050 kW	135 m	32.395.511	5.943.846	II
WEA 1011415	ENERCON E-101	3050 kW	135 m	32.395.442	5.943.548	II
WEA 1011416	ENERCON E-101	3050 kW	135 m	32.395.439	5.943.247	II
WEA 1011417	ENERCON E-101	3050 kW	135 m	32.395.773	5.943.396	II

Die nachfolgende Tabelle 4 zeigt die lärmrelevanten Betriebsparameter der Windenergieanlagen im Bestand. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die WEA 40118 nachts abgeschaltet werden muss, um einen Betrieb aller geplanten WEA des Typs ENERCON E-138 EP3 E3 nachts zu ermöglichen (siehe auch Abschnitt 5.3).

Verschiedene Betriebsmodi sind für den Anlagentyp ENERCON E-40/5.4 nicht verfügbar. Der angegebene Schalleistungspegel zum Typ E-40/5.4 entstammt einer Stellungnahme von ENERCON und ist als Anlage 6 beigefügt. Es wird für diese Angabe eine Gesamtunsicherheit von

$$\sigma_{\text{ges}} = 1,64 \text{ dB}$$

wie bei einer Einfachvermessung angesetzt.

Tabelle 4 bestehende und weiter betriebene Windenergieanlagen im Windpark Georgshof (2)

WEA	Betriebsmodus BM		P _{el.} in kW		L _{WA} in dB(A)		Gesamtunsicherheit σ_{ges} in dB	
	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
40117	-	-	500	500	101,5	101,5	1,64	1,64
40118	-	außer Betrieb	500	0	101,5	entfällt	1,64	entfällt
40120	-	-	500	500	101,5	101,5	1,64	1,64
1011414	0	94 dB	3050	910	104,7 ^{a)}	92,0 ^{b)}	1,19 ^{a)}	1,64
1011415	0	101 dB	3050	2270	104,7 ^{a)}	99,0 ^{c)}	1,19 ^{a)}	1,43 ^{c)}
1011416	0	102 dB	3050	2470	104,7 ^{a)}	101,5 ^{d)}	1,19 ^{a)}	1,64
1011417	0	101 dB	3050	2270	104,7 ^{a)}	99,3 ^{e)}	1,19 ^{a)}	1,43 ^{e)}

a) Messbericht MN17008.A1 - Deutsche WindGuard Consulting GmbH

b) Messbericht MN18033.A2 - Deutsche WindGuard Consulting GmbH

c) Messbericht MN18062.A0 - Deutsche WindGuard Consulting GmbH

d) Messbericht MN17049.A2 - Deutsche WindGuard Consulting GmbH

e) Messbericht 20-244-GJH-02 - T&H Ingenieure GmbH

Die o. g. Messberichte sind auszugsweise in Anlage 7 beigefügt. Alle für die Windenergieanlagen berücksichtigten (Oktavband-) Schalleistungspegel sind der Anlage 3.2 zu entnehmen.

Die Auswahl der Betriebsmodi aus den leistungsoptimierten Schallbetrieben für die Anlagen ENERCON E-101 basiert auf den Vorgaben aus einem vorangegangenen gutachtlichen Bericht [10] zum Repowering Georgshof II, die jetzt zu den Bestandsanlagen gehören. Auf den dort aufgeführten maximal zulässigen Schalleistungspegeln basieren auch die Vorgaben in den Betriebsgenehmigungen.

In den Jahren 2019 bzw. 2021 wurden für die Anlagen 1011415 (G02) und 1011417 (G04) Berechnungen zu einer möglichen Erhöhung der elektrischen Leistung basierend auf Schallemissionsmessungen an den konkreten Windenergieanlagen durchgeführt [11]. Die Ergebnisse sind in dieser Untersuchung berücksichtigt worden.

5.3 Geplante Windenergieanlagen (Georgshof III)

Tabelle 5 zeigt die wesentlichen Kenndaten der geplanten Windenergieanlagen. Ihre Lage im Zusammenhang mit den betrachteten Immissionspunkten kann der Anlage 1 entnommen werden.

Tabelle 5 geplante Windenergieanlagen im Windpark Georgshof (1)

Bezeichnung	Anlagentyp	Nennleistung	Nabenhöhe	UTM-Koordinaten	
				Rechtswert	Hochwert
WEA 01	ENERCON E-138 EP3 E3	4.260 kW	111 m	32.395.056	5.944.476
WEA 02	ENERCON E-138 EP3 E3	4.260 kW	111 m	32.395.180	5.944.214
WEA 03	ENERCON E-138 EP3 E3	4.260 kW	111 m	32.395.676	5.944.129
WEA 04	ENERCON E-138 EP3 E3	4.260 kW	111 m	32.395.784	5.943.704
WEA Verweyen	ENERCON E-138 EP3 E3	4.260 kW	111 m	32.395.508	5.944.421

Die nachfolgende Tabelle 6 zeigt die lärmrelevanten Betriebsparameter der geplanten Windenergieanlagen. Die Schallpegelangaben zum Typ E-138 EP3 E3 stammen von ENERCON und sind als Anlage 8 beigefügt (Oktavbandpegel).

In den aktuellen technischen Datenblättern mit den Betriebsparametern, die auch den Gesamt-Schalleistungspegel enthalten, weist ENERCON darauf hin, dass die angegebenen Werte der Schalleistungspegel unter Berücksichtigung einer Unsicherheit von $\sigma_R = 0,5$ dB und $\sigma_P = 1,2$ dB gelten. Zusammen mit der Unsicherheit des Prognosemodells von $\sigma_{\text{prog}} = 1,0$ dB ergibt sich daraus die Gesamtunsicherheit von $\sigma_{\text{ges}} = 1,64$ dB für eine einzelne Windenergieanlage gemäß den LAI-Hinweisen. Dies wird in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt.

Um bei dem Betrieb der geplanten Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-138 EP3 E3 im Windpark Georgshof eine wirtschaftliche und leistungsorientierte Optimierung zu erreichen, ist in der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung zu ermitteln, mit welchen Betriebsmodi die Windenergieanlagen betrieben werden können, ohne unzulässige Überschreitungen der Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm [1] hervorzurufen.

Tabelle 6 geplante Windenergieanlagen im Windpark Georgshof (2)

WEA	Betriebsmodus BM		P _{el.} in kW		L _{WA} in dB(A)		Gesamtunsicherheit σ_{ges} in dB	
	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
	01	0 s	99,0 dB	4.260	2.240	106,0	99,0	1,64
02	0 s	99,0 dB	4.260	2.240	106,0	99,0	1,64	1,64
03	0 s	99,0 dB	4.260	2.240	106,0	99,0	1,64	1,64
04	0 s	99,0 dB	4.260	2.240	106,0	99,0	1,64	1,64
Verweyen	0 s	99,0 dB	4.260	2.240	106,0	99,0	1,64	1,64

5.4 Gesamtbetrachtung Windpark Georgshof

Die Berechnungsergebnisse im folgenden Kapitel zeigen, dass im Tageszeitraum ein Betrieb sämtlicher Windenergieanlagen im Windpark Georgshof (künftiger Planungsstand) im Volllastbetrieb möglich ist. Im Nachtzeitraum ist jedoch ein schallreduzierter Betrieb - auch der neu geplanten Anlagen - erforderlich, damit der Pegel der oberen Vertrauensbereichsgrenze den Zielwert an allen Immissionspunkten einhält.

Neben dem geplanten Rückbau von 9 Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-40/5.4 und den bereits erforderlichen Einschränkungen des Betriebes nachts im Teil Georgshof II (vgl. [10; 11]) ist für alle geplanten Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-138 EP3 E3 der Betriebsmodus BM 99,0 dB im Nachtzeitraum von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr erforderlich. Darüber hinaus kann die Windenergieanlage WEA 40118 nachts nicht mehr betrieben werden, weil ansonsten eine der geplanten Windenergieanlagen E-138 EP3 E3 abgeschaltet werden müsste. Für diesen Typ ist kein leistungsreduzierter Schallbetrieb mit einem geringeren Emissions-Schallleistungspegel als 99,0 dB(A) verfügbar.

Diese in den Kapiteln 5.1-5.4 beschriebene Betriebssituation ist die Berechnungsbasis für die im folgenden Kapitel dargestellten Ergebnisse.

Alle für die Windenergieanlagen berücksichtigten (Oktavband-)Schalleistungspegel sind im Detail auch der Anlage 3.2 zu entnehmen.

6 Berechnungsergebnisse nach aktuell gültigem Verfahren [3; 4; 6]

In der nachfolgenden Tabelle sind auszugsweise die Berechnungsergebnisse für den Windpark Georgshof auf Basis der vorangegangenen Grundlagen und Randbedingungen dargestellt und den Immissionsrichtwerten an den einzelnen Immissionspunkten gegenübergestellt. Hierbei werden die drei Immissionspunkte aufgeführt, die maßgeblich für die Erfordernis eines schallreduzierten Betriebes der Windenergieanlage im Nachtzeitraum sind. Die oberen Vertrauensbereichsgrenzen werden jeweils für die vom Lärm am stärksten betroffenen Fenster von Wohn- und Aufenthaltsräumen der Immissionspunkte betrachtet.

Die Berechnungsergebnisse mit allen Immissionspunkten und auch für den Tageszeitraum sind in einer zusammenfassenden Übersicht der Anlage 2 und im Detail der Anlage 3 zu entnehmen.

Tabelle 7 obere Vertrauensbereichsgrenzen durch den nächtlichen Betrieb des Windparks Georgshof und zugehörige Immissionsrichtwerte

Immissionspunkte	Gebietsausweisung und Immissionsrichtwert nachts gemäß TA Lärm [1] in dB(A)		obere Vertrauensbereichsgrenze nachts L_o in dB(A)
IP 26: Arler Weg 10	§ 35	45	44
IP 31-05: Ahornweg 7	WA	40	39
IP 33-03: Am Galgenhügel 4	WR	35	35

Durch den geplanten Gesamtbetrieb des Windparks Georgshof werden die Immissionsrichtwerte an den maßgeblichen Immissionspunkten im Nachtzeitraum eingehalten oder unterschritten.

Im Tageszeitraum wird der jeweilige Immissionsrichtwert gemäß TA Lärm [1] bei einem Volllastbetrieb aller Windenergieanlagen im Windpark Georgshof anteilig - bezogen auf die oberen Vertrauensbereichsgrenze L_o - an allen Immissionspunkten um mindestens 4 dB unterschritten.

7 Berechnungsergebnisse nach dem vor 2019 gültigen Verfahren [5]

In Tabelle 8 sind die Berechnungsergebnisse nach beiden Berechnungsverfahren, beschrieben in den Kapiteln 3 und 4, wiederum für die maßgeblichen Immissionspunkte, gegenübergestellt. Ein Vergleich der Ergebnisse an den maßgeblichen Immissionspunkten zeigt, dass ähnliche Immissionspegel berechnet werden. Die Unterschiede im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze betragen nicht mehr als 1 dB. Auch mit dem vor 2019 gültigen Verfahren [5] ergeben sich rechnerisch anteilig keine Überschreitungen der zulässigen Immissionsrichtwerte [1].

Analog zu den Anlagen 2 und 3 sind die nach dem vorherigen Verfahren [5] berechneten Daten den Anlagen 4 und 5 zu entnehmen.

Tabelle 8 Vergleich der Berechnungsverfahren an den maßgeblichen Immissionspunkten

Immissionspunkte	obere Vertrauensbereichsgrenze nachts, Berechnung gemäß [6] (siehe Kapitel 3) L_o in dB(A)	obere Vertrauensbereichsgrenze nachts, Berechnung gemäß [5] (siehe Kapitel 4) L_o in dB(A)
IP 26: Arler Weg 10	44	44
IP 31-05: Ahornweg 7	39	40
IP 33-03: Am Galgenhügel 4	35	35

Die Unterschiede in den Berechnungsergebnissen sind zum einen in den Unterschieden des Terms A_{bar} der DIN ISO 9613-2 [2; 3] begründet. Laut dieser Norm ist die Dämpfung durch Abschirmung mit der Bodendämpfung A_{gr} verknüpft, die vom eigentlichen Abschirm-Maß D_z subtrahiert wird, sofern gilt $D_z > A_{\text{gr}}$.

A_{gr} ist gemäß Interimsverfahren auf -3 dB zu setzen, sodass bei Subtraktion hier höhere Werte entstehen. Ansonsten ist die Luftdämpfung aufgrund der Frequenzabhängigkeit beim Interimsverfahren höher; im Gegenzug kommen Bodendämpfung und Meteorologiedämpfung hier nicht zum Tragen [3], die zuvor bei regulärer Anwendung der DIN ISO 9613-2 nach [2] vor 2019 berücksichtigt wurden bzw. werden konnten.

8 Ergänzende Hinweise

Die vorliegende schalltechnische Untersuchung hat aufgezeigt, in welchen Betriebsmodi die Windenergieanlagen im Windpark Georgshof betrieben werden können, sodass an jedem der relevanten Immissionspunkte die Immissionsrichtwerte der TA Lärm [1] eingehalten werden.

Eine Ermittlung der maximal möglichen Schalleistungspegel - inkl. aller zu berücksichtigenden Unsicherheiten - wurde nicht vorgenommen.

Wir möchten darauf hinweisen, dass für die Windenergieanlage höhere Schalleistungspegel möglich sein können, für die aber zurzeit (Stand Mai 2023) keine konkreteren Unterlagen vorliegen.

Um eine aus schalltechnischer Sicht ggf. mögliche Erhöhung der elektrischen Leistung durch eine Genehmigungsänderung zu erreichen, wären zwingend neue schalltechnische Berechnungen erforderlich.

9 Qualität der Untersuchung

Bei der Durchführung schalltechnischer Prognoseuntersuchungen, die sich auf Schallemissionsmessungen, Literaturangaben, Vergleichsdaten etc. beziehen, ergeben sich üblicherweise Unsicherheiten.

Die Dämpfung von Schall, der sich im Freien zwischen einer feststehenden Quelle und einem Aufpunkt ausbreitet, fluktuiert aufgrund von Schwankungen der Witterungsbedingungen auf dem Ausbreitungsweg. Im vorliegenden Fall wurde entsprechend den Vorgaben durch das Interimsverfahren [3] keine meteorologische Korrektur durchgeführt.

Die Qualität der schalltechnischen Untersuchung wird durch die Berücksichtigung der Unsicherheiten gemäß Kapitel 3 getragen, sodass die ermittelten, anteilig durch die geplanten Windenergieanlagen hervorgerufenen oberen Vertrauensbereiche, nicht mit einem zusätzlichen Sicherheitszuschlag zu belegen sind.

10 Berechnungs- und Beurteilungsgrundlagen, Literatur

Für die Ermittlung und Beurteilung der Geräuschsituation werden folgende Normen, Richtlinien, Verordnungen und Unterlagen herangezogen:

	Literatur	Beschreibung	Datum
[1]	TA Lärm	Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)	26. August 1998 - geänderte Fassung vom 01. Juni 2017 mit Korrektur vom 07. Juli 2017 -
[2]	DIN ISO 9613-2	Akustik: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren	Oktober 1999
[3]	DIN ISO 9613-2	Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschemissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1	Mai 2015
[4]	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI)	Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)	30.06.2016
[5]	Ministerium für Umwelt, Energie und Umweltschutz	Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land (Windenergieerlass) veröffentlicht im Niedersächsischen Ministerialblatt Nummer 7	24.02.2016

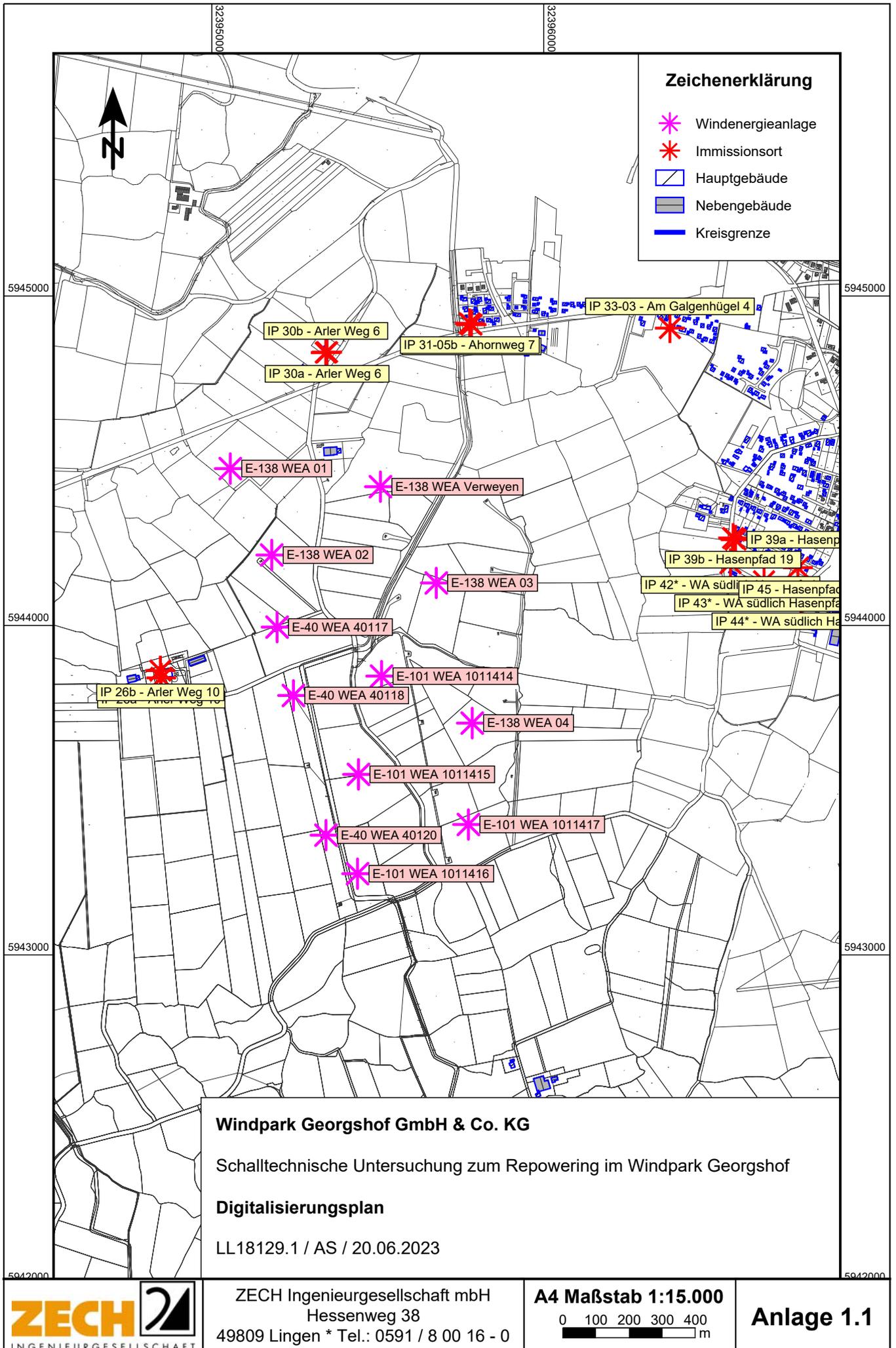
[6]	Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz	Ministerialblatt Nr. 6/2019, RdErl. d. MU v. 21.1.2019 - 40500/4.0-1.6 "LAI-Einführungserlass Niedersachsen"	06.02.2019
[7]	Probst und Donner	Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose	Jahrestagung, DAGA 2003; Fortschritte der Akustik; 2003; Aachen
[8]	SoundPLAN GmbH, 71522 Backnang	Immissionsprognosesoftware SoundPLAN, Version 8.2	22.05.2023
	Zusätzliche Beurteilungsgrundlagen	Beschreibung	Datum
[9]	ZECH Ingenieurgesellschaft mbH	Schalltechnischer Bericht Nr. LL5514.1/01 zur Lärmsituation, hervorgerufen durch die geplanten Windenergieanlagen vom Typ ENERCON E-70 E4, ENERCON E-82 E2 und ENERCON E-101 im Bereich Dornum	17.08.2010
[10]	ZECH Ingenieurgesellschaft mbH	Schalltechnischer Bericht Nr. LL9249.1/08 zum Repowering im Bereich des Windparks Georgshof westlich von Schwittersum – 8191 Revision 1 - 8, Stand 26.03.2015	04.01.2016

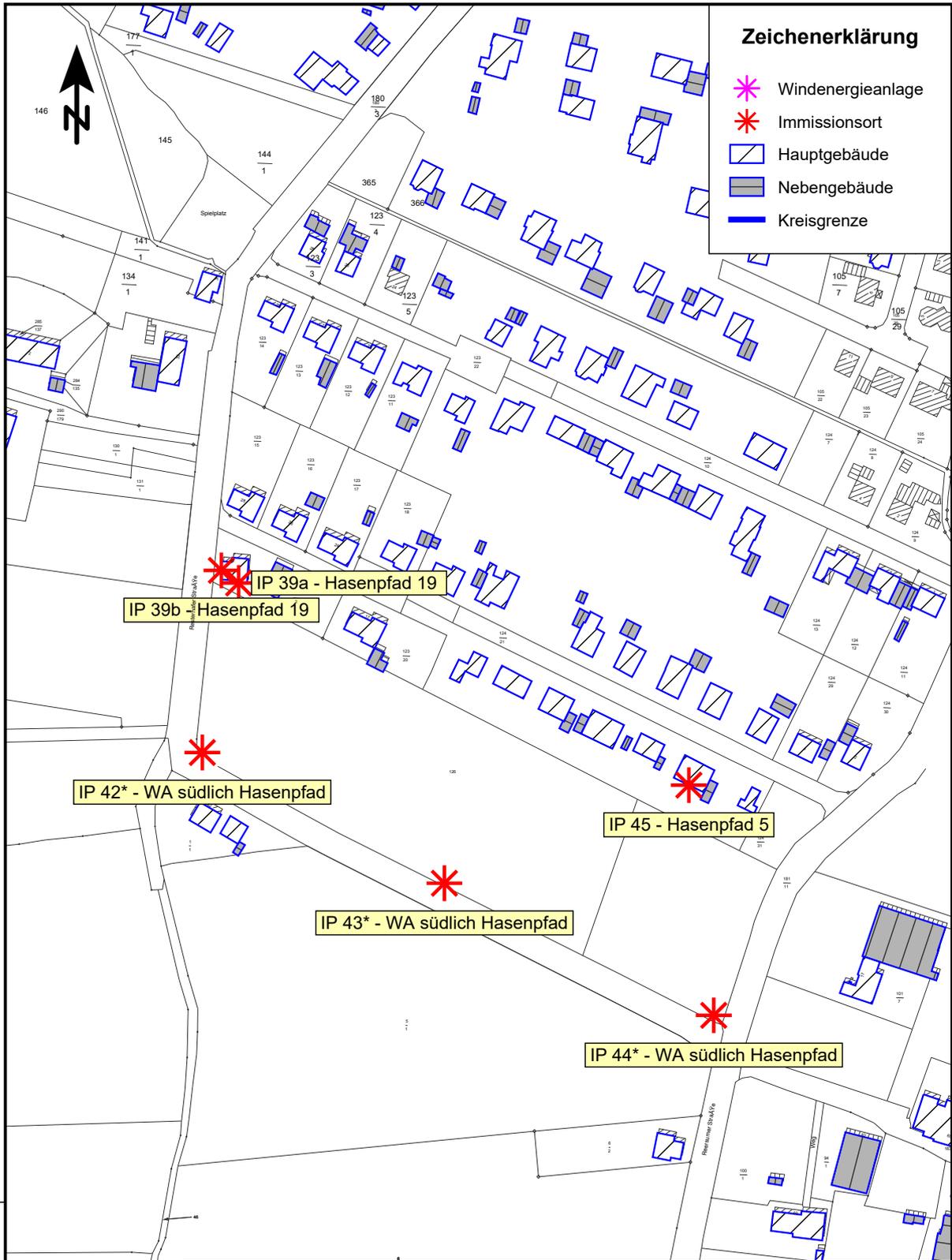
[11]	ZECH Ingenieurgesellschaft mbH	Briefliche Stellungnahmen zur Möglichkeit einer Leistungserhöhung im Windpark Georgshof (II) Projektnummer LL14747.2	20.11.2019 26.02.2021
[12]	Rasteder Projektierungs GmbH	Informationen zum Standort, Typ und Datenblätter zu den geplanten Windenergieanlagen sowie zum Bestand (Rückbau und Weiterbetrieb)	E-Mail vom 18.04.2023
[13]	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover	NIBIS® Kartenserver: Luftbilder im Bereich zwischen Arle und Dornum. -.	Abgerufen im Mai 2023
[14]	Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN)	Auszug aus den Geodaten, 3-D-Gebäudemodell © 2023	Abgerufen im Mai 2023
[15]	ZECH Ingenieurgesellschaft mbH	Briefliche Stellungnahmen zum Repowering im Bereich des Windparks Georgshof Projektnummer LL9249.1	11.02.2015

11 Anlagen

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Ergebnistabelle - Interimsverfahren, LAI-Einführungserlass NDS 2019
Anlage 3	Berechnungsdatenblätter - Interimsverfahren, LAI-Einführungserlass NDS 2019
Anlage 4	Ergebnistabelle - Vorgängerverfahren Windenergieerlass NDS 2016
Anlage 5	Berechnungsdatenblätter - Vorgängerverfahren Windenergieerlass NDS 2016
Anlage 6	Schreiben der ENERCON GmbH zu Emissionspegeln der E-40/5.4
Anlage 7	Auszüge aus Messberichten zum Anlagentyp ENERCON E-101
Anlage 8	Auszug aus den Hersteller-Datenblättern zum Anlagentyp ENERCON E-138 EP3 E3

Anlage 1: Lageplan





Windpark Georgshof GmbH & Co. KG

Schalltechnische Untersuchung zum Repowering im Windpark Georgshof

Immissionspunkte im Bereich Hasenpfad

LL18129.1 / AS / 20.06.2023



ZECH Ingenieurgesellschaft mbH
Hessenweg 38
49809 Lingen * Tel.: 0591 / 8 00 16 - 0

A4 Maßstab 1:2.500
0 20 40 60 80
m

Anlage 1.2

Anlage 2: Ergebnistabelle - Interimsverfahren, LAI-Einführungserlass NDS 2019

Repowering Windpark Georgshof
Berechnung gemäß Interimsverfahren / LAI-Einführungserlass Niedersachsen 2019

Name	Immissionsort					WP Georgshof I-III + WEA Verweyen, obere Vertrauensbereichsgrenze										
	Geschoss	Gebiets- ausweisung	Richtung	Richtwert		tags					nachts					
				IRW _T	IRW _N	L _{r,T}	S _T	dL	L _{o,T}	d _{IRW}	L _{r,N}	S _N	dL	L _{o,N}	d _{IRW}	
IP 26a - Arler Weg 10	EG	§35	S	60	45	45,15	0,62	0,80	46	-14	39,13	0,80	1,03	40	-5	
	1.OG	§35	S	60	45	45,18	0,62	0,79	46	-14	39,15	0,80	1,02	40	-5	
IP 26b - Arler Weg 10	EG	§35	N	60	45	46,66	0,81	1,04	48	-12	42,24	1,15	1,47	44	-1	
	1.OG	§35	N	60	45	46,68	0,81	1,03	48	-12	42,26	1,14	1,46	44	-1	
IP 30a - Arler Weg 6	EG	§35	SO	60	45	47,18	0,77	0,99	48	-12	39,98	0,72	0,92	41	-4	
	1.OG	§35	SO	60	45	47,20	0,77	0,99	48	-12	40,01	0,72	0,92	41	-4	
IP 30b - Arler Weg 6	EG	§35	SW	60	45	48,20	0,77	0,98	49	-11	40,88	0,72	0,92	42	-3	
	1.OG	§35	SW	60	45	48,21	0,77	0,98	49	-11	40,91	0,72	0,92	42	-3	
IP 31-05a - Ahornweg 7	EG	WA	S	55	40	48,99	0,70	0,90	50	-5	38,13	0,64	0,82	39	-1	
	1.OG	WA	S	55	40	48,99	0,70	0,90	50	-5	38,14	0,64	0,82	39	-1	
IP 31-05b - Ahornweg 7	EG	WA	W	55	40	49,34	0,69	0,89	50	-5	38,41	0,63	0,81	39	-1	
	1.OG	WA	W	55	40	49,48	0,68	0,87	50	-5	38,55	0,62	0,79	39	-1	
IP 33-03 - Am Galgenhügel 4	EG	WR	S	50	35	45,09	0,57	0,73	46	-4	34,44	0,54	0,69	35	0	
	1.OG	WR	S	50	35	45,09	0,57	0,73	46	-4	34,44	0,54	0,69	35	0	
IP 39a - Hasenpfad 19	EG	WA	S	55	40	45,78	0,57	0,73	47	-8	35,59	0,57	0,72	36	-4	
	1.OG	WA	S	55	40	45,75	0,57	0,73	46	-9	35,59	0,57	0,72	36	-4	
IP 39b - Hasenpfad 19	EG	WA	W	55	40	46,39	0,55	0,70	47	-8	36,02	0,54	0,69	37	-3	
	1.OG	WA	W	55	40	46,43	0,54	0,70	47	-8	36,02	0,54	0,69	37	-3	
IP 42* - WA südlich Hasenpfad	EG	WA		55	40	46,74	0,54	0,69	47	-8	36,40	0,54	0,70	37	-3	
	1.OG	WA		55	40	46,77	0,54	0,69	47	-8	36,42	0,54	0,70	37	-3	
IP 43* - WA südlich Hasenpfad	EG	WA		55	40	45,53	0,55	0,70	46	-9	35,35	0,57	0,73	36	-4	
	1.OG	WA		55	40	45,87	0,53	0,67	47	-8	35,55	0,55	0,70	36	-4	
IP 44* - WA südlich Hasenpfad	EG	WA		55	40	45,24	0,51	0,65	46	-9	35,03	0,55	0,70	36	-4	
	1.OG	WA		55	40	45,15	0,51	0,65	46	-9	34,93	0,55	0,70	36	-4	
IP 45 - Hasenpfad 5	EG	WA	SW	55	40	45,20	0,52	0,66	46	-9	34,62	0,54	0,69	35	-5	
	1.OG	WA	SW	55	40	45,01	0,52	0,66	46	-9	34,63	0,54	0,70	35	-5	

Anlage 3: Berechnungsdatenblätter - Interimsverfahren, LAI-Einführungserlass NDS 2019

Repowering Windpark Georgshof

WP Georgshof - Interim - LAI-Einführungserlass 2019



Legende

Immissionsort		Name des Immissionsorts	
Nutzung		Gebietsnutzung	
SW		Stockwerk	
HR		Richtung	
Höhe Gelände über NHN		m	Bodenhöhe
Höhe IP über NHN	m	Z-Koordinate	
UTM-Koordinate Rechtswert		m	X-Koordinate
UTM-Koordinate Hochwert		m	Y-Koordinate
RW,T	dB(A)	Richtwert Tag	
RW,N	dB(A)	Richtwert Nacht	
LrT	dB(A)	Beurteilungspegel Tag	
LrN	dB(A)	Beurteilungspegel Nacht	
LrT,diff	dB	Grenzwertüberschreitung in Zeitbereich LrT	
LrN,diff	dB	Grenzwertüberschreitung in Zeitbereich LrN	
Sigma(LrT)	dB	Standardabweichung Zeitbereich "Beurteilungspegel Tag"	
Sigma(LrN)	dB	Standardabweichung Zeitbereich "Beurteilungspegel Nacht"	

Repowering Windpark Georgshof WP Georgshof - Interim - LAI-Einführungserlass 2019



Immissionsort	Nutzung	SW	HR	Höhe Gelände über NHN m	Höhe IP über NHN m	UTM-Koordinate Rechtswert m	UTM-Koordinate Hochwert m	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)	LrT,diff dB	LrN,diff dB	Sigma(LrT) dB	Sigma(LrN) dB
IP 26a - Arler Weg 10	§35	EG	S	0,00	2,00	32394847,6	5943840,9	60	45	45,1	39,1	-14,9	-5,9	0,62	0,80
IP 26a - Arler Weg 10	§35	1.OG	S	0,00	4,80	32394847,6	5943840,9	60	45	45,2	39,1	-14,8	-5,9	0,62	0,80
IP 26b - Arler Weg 10	§35	EG	N	0,00	2,00	32394844,9	5943862,9	60	45	46,7	42,2	-13,3	-2,8	0,81	1,15
IP 26b - Arler Weg 10	§35	1.OG	N	0,00	4,80	32394844,9	5943862,9	60	45	46,7	42,3	-13,3	-2,7	0,81	1,14
IP 30a - Arler Weg 6	§35	EG	SO	0,00	2,00	32395347,3	5944829,6	60	45	47,2	40,0	-12,8	-5,0	0,77	0,72
IP 30a - Arler Weg 6	§35	1.OG	SO	0,00	4,80	32395347,3	5944829,6	60	45	47,2	40,0	-12,8	-5,0	0,77	0,72
IP 30b - Arler Weg 6	§35	EG	SW	0,00	2,00	32395343,3	5944828,0	60	45	48,2	40,9	-11,8	-4,1	0,77	0,72
IP 30b - Arler Weg 6	§35	1.OG	SW	0,00	4,80	32395343,3	5944828,0	60	45	48,2	40,9	-11,8	-4,1	0,77	0,72
IP 31-05a - Ahornweg 7	WA	EG	S	0,00	2,00	32395782,5	5944912,8	55	40	49,0	38,1	-6,0	-1,9	0,70	0,64
IP 31-05a - Ahornweg 7	WA	1.OG	S	0,00	4,80	32395782,5	5944912,8	55	40	49,0	38,1	-6,0	-1,9	0,70	0,64
IP 31-05b - Ahornweg 7	WA	EG	W	0,00	2,00	32395777,0	5944916,9	55	40	49,3	38,4	-5,7	-1,6	0,69	0,63
IP 31-05b - Ahornweg 7	WA	1.OG	W	0,00	4,80	32395777,0	5944916,9	55	40	49,5	38,6	-5,5	-1,4	0,68	0,62
IP 33-03 - Am Galgenhügel 4	WR	EG	S	0,00	2,00	32396380,0	5944902,4	50	35	45,1	34,4	-4,9	-0,6	0,57	0,54
IP 33-03 - Am Galgenhügel 4	WR	1.OG	S	0,00	4,80	32396380,0	5944902,4	50	35	45,1	34,4	-4,9	-0,6	0,57	0,54
IP 39a - Hasenpfad 19	WA	EG	S	0,00	2,00	32396577,9	5944260,3	55	40	45,8	35,6	-9,2	-4,4	0,57	0,57
IP 39a - Hasenpfad 19	WA	1.OG	S	0,00	4,80	32396577,9	5944260,3	55	40	45,7	35,6	-9,3	-4,4	0,57	0,57
IP 39b - Hasenpfad 19	WA	EG	W	0,00	2,00	32396570,7	5944265,6	55	40	46,4	36,0	-8,6	-4,0	0,55	0,54
IP 39b - Hasenpfad 19	WA	1.OG	W	0,00	4,80	32396570,7	5944265,6	55	40	46,4	36,0	-8,6	-4,0	0,54	0,54
IP 42* - WA südlich Hasenpfad	WA	EG		0,00	2,00	32396562,7	5944189,1	55	40	46,7	36,4	-8,3	-3,6	0,54	0,54
IP 42* - WA südlich Hasenpfad	WA	1.OG		0,00	4,80	32396562,7	5944189,1	55	40	46,8	36,4	-8,2	-3,6	0,54	0,54
IP 43* - WA südlich Hasenpfad	WA	EG		0,00	2,00	32396663,8	5944134,1	55	40	45,5	35,3	-9,5	-4,7	0,55	0,57
IP 43* - WA südlich Hasenpfad	WA	1.OG		0,00	4,80	32396663,8	5944134,1	55	40	45,9	35,6	-9,1	-4,4	0,53	0,55
IP 44* - WA südlich Hasenpfad	WA	EG		0,00	2,00	32396776,2	5944078,5	55	40	45,2	35,0	-9,8	-5,0	0,51	0,55
IP 44* - WA südlich Hasenpfad	WA	1.OG		0,00	4,80	32396776,2	5944078,5	55	40	45,1	34,9	-9,9	-5,1	0,51	0,55
IP 45 - Hasenpfad 5	WA	EG	SW	0,00	2,00	32396765,8	5944175,4	55	40	45,2	34,6	-9,8	-5,4	0,52	0,54
IP 45 - Hasenpfad 5	WA	1.OG	SW	0,00	4,80	32396765,8	5944175,4	55	40	45,0	34,6	-10,0	-5,4	0,52	0,54

901 - 20.06.2023
LL18129.1 / AS

ZECH Ingenieurgesellschaft mbH Hessenweg 38 49809 Lingen (05 91) 80016-0

Anlage 3.1
Seite 2 von 2

Repowering Windpark Georgshof WP Georgshof - Interim - LAI-Einführungserlass 2019



Legende

WEA		Name der Schallquelle
Betriebszeit		Name des Tagesgangs
Nabenhöhe über NHN	m	Z-Koordinate
Nabenhöhe über Gelände		m
UTM Rechtswert	m	X-Koordinate
UTM Hochwert	m	Y-Koordinate
Spektrum		Name des Schalleistungs-Frequenzspektrum
Lw	dB(A)	Schalleistungspegel pro Anlage
63Hz	dB(A)	Schalleistungspegel dieser Frequenz
125Hz	dB(A)	Schalleistungspegel dieser Frequenz
250Hz	dB(A)	Schalleistungspegel dieser Frequenz
500Hz	dB(A)	Schalleistungspegel dieser Frequenz
1kHz	dB(A)	Schalleistungspegel dieser Frequenz
2kHz	dB(A)	Schalleistungspegel dieser Frequenz
4kHz	dB(A)	Schalleistungspegel dieser Frequenz
8kHz	dB(A)	Schalleistungspegel dieser Frequenz

Repowering Windpark Georgshof

WP Georgshof - Interim - LAI-Einführungserlass 2019



WEA	Betriebszeit	Nabenhöhe über NHN m	Nabenhöhe über Gelände m	UTM Rechtswert m	UTM Hochwert m	Spektrum	Lw	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
							dB(A)								
WEA 40117 nachts	nachts 100%	50,00	50,00	32.395.196,60	5.943.995,00	E-40/5.4 auf Basis WEA Referenzspektrum	101,5	81,2	89,6	93,8	96,0	95,5	93,5	89,5	
WEA 40117 tags	tags 100%	50,00	50,00	32.395.196,60	5.943.995,00	E-40/5.4 auf Basis WEA Referenzspektrum	101,5	81,2	89,6	93,8	96,0	95,5	93,5	89,5	
WEA 40118 nachts	außer Betrieb	50,00	50,00	32.395.245,70	5.943.787,50	E-40/5.4 auf Basis WEA Referenzspektrum	101,5	81,2	89,6	93,8	96,0	95,5	93,5	89,5	
WEA 40118 tags	tags 100%	50,00	50,00	32.395.245,70	5.943.787,50	E-40/5.4 auf Basis WEA Referenzspektrum	101,5	81,2	89,6	93,8	96,0	95,5	93,5	89,5	
WEA 40120 nachts	nachts 100%	50,00	50,00	32.395.344,10	5.943.363,50	E-40/5.4 auf Basis WEA Referenzspektrum	101,5	81,2	89,6	93,8	96,0	95,5	93,5	89,5	
WEA 40120 tags	tags 100%	50,00	50,00	32.395.344,10	5.943.363,50	E-40/5.4 auf Basis WEA Referenzspektrum	101,5	81,2	89,6	93,8	96,0	95,5	93,5	89,5	
WEA 1011414 nachts	nachts 100%	135,00	135,00	32.395.511,40	5.943.846,00	E-101 - BM 94 dB - 135m	92,0	77,7	82,9	85,7	85,8	86,0	82,1	68,9	58,5
WEA 1011414 tags	tags 100%	135,00	135,00	32.395.511,40	5.943.846,00	E-101 - BM 0 - 135 m	104,8	86,6	92,1	97,9	100,4	99,0	93,5	86,8	73,1
WEA 1011415 nachts	nachts 100%	135,00	135,00	32.395.441,90	5.943.548,10	E-101 - BM 101 dB - WEA1011415	99,0	83,6	89,2	90,5	91,6	93,9	91,9	84,9	71,2
WEA 1011415 tags	tags 100%	135,00	135,00	32.395.441,90	5.943.548,10	E-101 - BM 0 - 135 m	104,8	86,6	92,1	97,9	100,4	99,0	93,5	86,8	73,1
WEA 1011416 nachts	nachts 100%	135,00	135,00	32.395.439,10	5.943.246,60	E-101 - BM 102 dB - 135m	101,5	87,4	94,6	95,9	94,5	94,4	90,1	84,0	71,2
WEA 1011416 tags	tags 100%	135,00	135,00	32.395.439,10	5.943.246,60	E-101 - BM 0 - 135 m	104,8	86,6	92,1	97,9	100,4	99,0	93,5	86,8	73,1
WEA 1011417 nachts	nachts 100%	135,00	135,00	32.395.773,20	5.943.395,90	E-101 - BM 101 dB - WEA1011417	99,3	85,5	89,9	91,6	92,0	93,2	92,8	83,2	62,8
WEA 1011417 tags	tags 100%	135,00	135,00	32.395.773,20	5.943.395,90	E-101 - BM 0 - 135 m	104,8	86,6	92,1	97,9	100,4	99,0	93,5	86,8	73,1
WEA 01 nachts	nachts 100%	111,00	111,00	32.395.055,60	5.944.476,20	E-138 EP3 E3 - BM 99,0 dB - 111 m	99,0	83,7	85,6	86,4	89,3	93,4	95,6	83,8	68,9
WEA 01 tags	tags 100%	111,00	111,00	32.395.055,60	5.944.476,20	E-138 EP3 E3 - BM 0 s - 111 m	106,0	87,4	93,1	96,4	99,7	101,9	98,3	90,0	73,0
WEA 02 nachts	nachts 100%	111,00	111,00	32.395.180,50	5.944.213,60	E-138 EP3 E3 - BM 99,0 dB - 111 m	99,0	83,7	85,6	86,4	89,3	93,4	95,6	83,8	68,9
WEA 02 tags	tags 100%	111,00	111,00	32.395.180,50	5.944.213,60	E-138 EP3 E3 - BM 0 s - 111 m	106,0	87,4	93,1	96,4	99,7	101,9	98,3	90,0	73,0
WEA 03 nachts	nachts 100%	111,00	111,00	32.395.676,10	5.944.128,90	E-138 EP3 E3 - BM 99,0 dB - 111 m	99,0	83,7	85,6	86,4	89,3	93,4	95,6	83,8	68,9
WEA 03 tags	tags 100%	111,00	111,00	32.395.676,10	5.944.128,90	E-138 EP3 E3 - BM 0 s - 111 m	106,0	87,4	93,1	96,4	99,7	101,9	98,3	90,0	73,0
WEA 04 nachts	nachts 100%	111,00	111,00	32.395.784,50	5.943.703,70	E-138 EP3 E3 - BM 99,0 dB - 111 m	99,0	83,7	85,6	86,4	89,3	93,4	95,6	83,8	68,9
WEA 04 tags	tags 100%	111,00	111,00	32.395.784,50	5.943.703,70	E-138 EP3 E3 - BM 0 s - 111 m	106,0	87,4	93,1	96,4	99,7	101,9	98,3	90,0	73,0
WEA Verweyen nachts	nachts 100%	111,00	111,00	32.395.508,00	5.944.421,00	E-138 EP3 E3 - BM 99,0 dB - 111 m	99,0	83,7	85,6	86,4	89,3	93,4	95,6	83,8	68,9
WEA Verweyen tags	tags 100%	111,00	111,00	32.395.508,00	5.944.421,00	E-138 EP3 E3 - BM 0 s - 111 m	106,0	87,4	93,1	96,4	99,7	101,9	98,3	90,0	73,0

Repowering Windpark Georgshof

WP Georgshof - Interim - LAI-Einführungserlass 2019



Legende

WEA		Name der Schallquelle
Lw	dB(A)	Schallleistungspegel pro Anlage
S	m	Mittlere Entfernung Schallquelle - Immissionsort
Ko	dB	Zuschlag für gerichtete Abstrahlung
Adiv	dB	Mittlere Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
Agr	dB	Mittlere Dämpfung aufgrund Bodeneffekt
Abar	dB	Mittlere Dämpfung aufgrund Abschirmung
Aatm	dB	Mittlere Dämpfung aufgrund Luftabsorption
Ls	dB(A)	Unbewerteter Schalldruck am Immissionsort $L_s = L_w + K_o + A_{DI} + A_{div} + A_{gr} + A_{bar} + A_{atm} + A_{fol_site_house} + A_{wind} + d_{Lrefl}$
dLrefl	dB(A)	Pegelerhöhung durch Reflexionen
Cmet(LrT)	dB	Meteorologische Korrektur
dLw(LrT)	dB	Korrektur Betriebszeiten
Cmet(LrN)	dB	Meteorologische Korrektur
ZR(LrT)	dB	Ruhezeitenzuschlag (Anteil)
LrT	dB(A)	Beurteilungspegel Tag
dLw(LrN)	dB	Korrektur Betriebszeiten
LrN	dB(A)	Beurteilungspegel Nacht

Repowering Windpark Georgshof WP Georgshof - Interim - LAI-Einführungserlass 2019



WEA	Lw dB(A)	S m	Ko dB	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	Ls dB(A)	dLrefl dB(A)	Cmet(LrT) dB	dLw(LrT) dB	Cmet(LrN) dB	ZR(LrT) dB	LrT dB(A)	dLw(LrN) dB	LrN dB(A)
IP 26b - Arler Weg 10 §35 SW 1.OG HR N RW,T 60 dB(A) RW,N 45 dB(A) LrT 46,7 dB(A) LrN 42,3 dB(A) LrT,diff -13,3 dB(A) LrN,diff -2,7 dB(A) Sigma(LrT) 0,81 dB(A) Sigma(LrN) 1,14 dB(A)																
WEA 01 nachts	99,0	657,1	0,0	-67,3	3,0	0,0	-3,3	31,3	0,0	0,0		0,0			0,0	31,3
WEA 01 tags	106,0	657,1	0,0	-67,3	3,0	0,0	-2,2	39,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,4	0,0	
WEA 02 nachts	99,0	496,8	0,0	-64,9	3,0	0,0	-2,7	34,4	0,0	0,0		0,0			0,0	34,4
WEA 02 tags	106,0	496,8	0,0	-64,9	3,0	0,0	-1,8	42,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,3	0,0	
WEA 03 nachts	99,0	879,1	0,0	-69,9	3,0	0,0	-4,2	28,0	0,0	0,0		0,0			0,0	28,0
WEA 03 tags	106,0	879,1	0,0	-69,9	3,0	0,0	-2,8	36,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,3	0,0	
WEA 04 nachts	99,0	958,9	0,0	-70,6	3,0	-16,7	-2,1	12,6	0,0	0,0		0,0			0,0	12,6
WEA 04 tags	106,0	958,9	0,0	-70,6	3,0	-16,2	-1,8	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,4	0,0	
WEA 40117 nachts	101,5	378,4	0,0	-62,6	3,0	0,0	-1,4	40,5	0,0	0,0		0,0			0,0	40,5
WEA 40117 tags	101,5	378,4	0,0	-62,6	3,0	0,0	-1,4	40,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,5	0,0	
WEA 40118 nachts	101,5		0,0													
WEA 40118 tags	101,5	410,3	0,0	-63,3	3,0	-16,4	-0,8	24,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,1	0,0	
WEA 40120 nachts	101,5	707,5	0,0	-68,0	3,0	-20,0	-1,5	15,1	0,0	0,0		0,0			0,0	15,1
WEA 40120 tags	101,5	707,5	0,0	-68,0	3,0	-20,0	-1,5	15,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,1	0,0	
WEA 1011414 nachts	92,0	679,3	0,0	-67,6	3,0	-11,4	-0,9	15,1	0,0	0,0		0,0			0,0	15,1
WEA 1011414 tags	104,8	679,3	0,0	-67,6	3,0	-12,1	-1,1	26,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,9	0,0	
WEA 1011415 nachts	99,0	687,3	0,0	-67,7	3,0	-18,2	-1,1	15,0	0,0	0,0		0,0			0,0	15,0
WEA 1011415 tags	104,8	687,3	0,0	-67,7	3,0	-18,4	-1,1	20,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5	0,0	
WEA 1011416 nachts	101,5	865,9	0,0	-69,7	3,0	-17,7	-0,9	16,2	0,0	0,0		0,0			0,0	16,2
WEA 1011416 tags	104,8	865,9	0,0	-69,7	3,0	-19,4	-1,4	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,2	0,0	
WEA 1011417 nachts	99,3	1.047,2	0,0	-71,4	3,0	-17,6	-1,4	12,0	0,0	0,0		0,0			0,0	12,0
WEA 1011417 tags	104,8	1.047,2	0,0	-71,4	3,0	-18,2	-1,6	16,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5	0,0	
WEA Verweyen nachts	99,0	873,1	0,0	-69,8	3,0	0,0	-4,1	28,0	0,0	0,0		0,0			0,0	28,0
WEA Verweyen tags	106,0	873,1	0,0	-69,8	3,0	0,0	-2,8	36,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,3	0,0	

Repowering Windpark Georgshof

WP Georgshof - Interim - LAI-Einführungserlass 2019



WEA	Lw dB(A)	S m	Ko dB	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	Ls dB(A)	dLrefl dB(A)	Cmet(LrT) dB	dLw(LrT) dB	Cmet(LrN) dB	ZR(LrT) dB	LrT dB(A)	dLw(LrN) dB	LrN dB(A)
IP 31-05b - Ahornweg 7	WA	SW 1.OG	HR W	RW,T 55 dB(A)	RW,N 40 dB(A)	LrT 49,5 dB(A)	LrN 38,6 dB(A)	LrT,diff -5,5 dB(A)	LrN,diff -1,4 dB(A)	Sigma(LrT) 0,68 dB(A)	Sigma(LrN) 0,62 dB(A)					
WEA 01 nachts	99,0	852,0	0,0	-69,6	3,0	0,0	-4,1	28,3	0,0	0,0		0,0			0,0	28,3
WEA 01 tags	106,0	852,0	0,0	-69,6	3,0	0,0	-2,8	36,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	40,2	0,0	
WEA 02 nachts	99,0	928,3	0,0	-70,3	3,0	0,0	-4,3	27,3	0,0	0,0		0,0			0,0	27,3
WEA 02 tags	106,0	928,3	0,0	-70,3	3,0	0,0	-3,0	35,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	39,3		
WEA 03 nachts	99,0	801,5	0,0	-69,1	3,0	0,0	-3,9	30,6	1,6	0,0		0,0			0,0	30,6
WEA 03 tags	106,0	801,5	0,0	-69,1	3,0	0,0	-2,6	38,9	1,6	0,0	0,0	0,0	3,6	42,5		
WEA 04 nachts	99,0	1.217,9	0,0	-72,7	3,0	0,0	-5,2	24,1	0,0	0,0		0,0			0,0	24,1
WEA 04 tags	106,0	1.217,9	0,0	-72,7	3,0	0,0	-3,7	32,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	36,2		
WEA 40117 nachts	101,5	1.090,3	0,0	-71,7	3,0	0,0	-3,1	29,6	0,0	0,0		0,0			0,0	29,6
WEA 40117 tags	101,5	1.090,3	0,0	-71,7	3,0	0,0	-3,1	29,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	33,3		
WEA 40118 nachts	101,5		0,0													
WEA 40118 tags	101,5	1.248,9	0,0	-72,9	3,0	0,0	-3,4	28,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	31,8		
WEA 40120 nachts	101,5	1.613,2	0,0	-75,1	3,0	0,0	-4,1	26,6	1,4	0,0		0,0			0,0	26,6
WEA 40120 tags	101,5	1.613,2	0,0	-75,1	3,0	0,0	-4,1	26,6	1,4	0,0	0,0	0,0	3,6	30,2		
WEA 1011414 nachts	92,0	1.111,0	0,0	-71,9	3,0	0,0	-2,3	21,8	1,1	0,0		0,0			0,0	21,8
WEA 1011414 tags	104,8	1.111,0	0,0	-71,9	3,0	0,0	-2,5	34,8	1,5	0,0	0,0	0,0	3,6	38,4		
WEA 1011415 nachts	99,0	1.415,2	0,0	-74,0	3,0	0,0	-3,8	25,4	1,2	0,0		0,0			0,0	25,4
WEA 1011415 tags	104,8	1.415,2	0,0	-74,0	3,0	0,0	-3,1	32,1	1,5	0,0	0,0	0,0	3,6	35,7		
WEA 1011416 nachts	101,5	1.709,1	0,0	-75,6	3,0	0,0	-2,7	26,9	0,7	0,0		0,0			0,0	26,9
WEA 1011416 tags	104,8	1.709,1	0,0	-75,6	3,0	0,0	-3,6	29,9	1,4	0,0	0,0	0,0	3,6	33,5		
WEA 1011417 nachts	99,3	1.526,6	0,0	-74,7	3,0	0,0	-3,7	23,9	0,0	0,0		0,0			0,0	23,9
WEA 1011417 tags	104,8	1.526,6	0,0	-74,7	3,0	0,0	-3,3	29,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	33,4		
WEA Verweyen nachts	99,0	574,1	0,0	-66,2	3,0	0,0	-3,0	32,8	0,0	0,0		0,0			0,0	32,8
WEA Verweyen tags	106,0	574,1	0,0	-66,2	3,0	0,0	-2,0	40,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	44,4		

Repowering Windpark Georgshof

WP Georgshof - Interim - LAI-Einführungserlass 2019



WEA	Lw dB(A)	S m	Ko dB	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	Ls dB(A)	dLrefl dB(A)	Cmet(LrT) dB	dLw(LrT) dB	Cmet(LrN) dB	ZR(LrT) dB	LrT dB(A)	dLw(LrN) dB	LrN dB(A)
IP 33-03 - Am Galgenhügel 4 WR SW 1.OG HR S RW,T 50 dB(A) RW,N 35 dB(A) LrT 45,1 dB(A) LrN 34,4 dB(A) LrT,diff -4,9 dB(A) LrN,diff -0,6 dB(A) Sigma(LrT) 0,57 dB(A) Sigma(LrN) 0,54 dB(A)																
WEA 01 nachts	99,0	1.395,4	0,0	-73,9	3,0	0,0	-5,7	22,4	0,0	0,0		0,0			0,0	22,4
WEA 01 tags	106,0	1.395,4	0,0	-73,9	3,0	0,0	-4,1	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	34,7		
WEA 02 nachts	99,0	1.387,3	0,0	-73,8	3,0	0,0	-5,7	22,5	0,0	0,0		0,0			0,0	22,5
WEA 02 tags	106,0	1.387,3	0,0	-73,8	3,0	0,0	-4,0	31,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	34,7		
WEA 03 nachts	99,0	1.051,3	0,0	-71,4	3,0	0,0	-4,7	25,9	0,0	0,0		0,0			0,0	25,9
WEA 03 tags	106,0	1.051,3	0,0	-71,4	3,0	0,0	-3,3	34,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	37,9		
WEA 04 nachts	99,0	1.342,7	0,0	-73,6	3,0	0,0	-5,5	22,9	0,0	0,0		0,0			0,0	22,9
WEA 04 tags	106,0	1.342,7	0,0	-73,6	3,0	0,0	-3,9	31,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	35,1		
WEA 40117 nachts	101,5	1.492,0	0,0	-74,5	3,0	0,0	-3,9	26,1	0,0	0,0		0,0			0,0	26,1
WEA 40117 tags	101,5	1.492,0	0,0	-74,5	3,0	0,0	-3,9	26,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	29,8		
WEA 40118 nachts	101,5		0,0													
WEA 40118 tags	101,5	1.591,2	0,0	-75,0	3,0	0,0	-4,1	25,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	29,0		
WEA 40120 nachts	101,5	1.855,7	0,0	-76,4	3,0	0,0	-4,5	23,6	0,0	0,0		0,0			0,0	23,6
WEA 40120 tags	101,5	1.855,7	0,0	-76,4	3,0	0,0	-4,5	23,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	27,2		
WEA 1011414 nachts	92,0	1.373,9	0,0	-73,8	3,0	0,0	-2,8	18,5	0,0	0,0		0,0			0,0	18,5
WEA 1011414 tags	104,8	1.373,9	0,0	-73,8	3,0	0,0	-3,0	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	34,6		
WEA 1011415 nachts	99,0	1.652,6	0,0	-75,4	3,0	0,0	-4,2	22,5	0,0	0,0		0,0			0,0	22,5
WEA 1011415 tags	104,8	1.652,6	0,0	-75,4	3,0	0,0	-3,5	28,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	32,5		
WEA 1011416 nachts	101,5	1.908,9	0,0	-76,6	3,0	0,0	-3,0	24,9	0,0	0,0		0,0			0,0	24,9
WEA 1011416 tags	104,8	1.908,9	0,0	-76,6	3,0	0,0	-4,0	27,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	30,8		
WEA 1011417 nachts	99,3	1.629,4	0,0	-75,2	3,0	0,0	-3,9	23,2	0,0	0,0		0,0			0,0	23,2
WEA 1011417 tags	104,8	1.629,4	0,0	-75,2	3,0	0,0	-3,5	29,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	32,7		
WEA Verweyen nachts	99,0	1.001,7	0,0	-71,0	3,0	0,0	-4,6	26,4	0,0	0,0		0,0			0,0	26,4
WEA Verweyen tags	106,0	1.001,7	0,0	-71,0	3,0	0,0	-3,1	34,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	38,4		

Anlage 4: Ergebnistabelle - Vorgängerverfahren Windenergieerlass NDS 2016

Repowering Windpark Georgshof
Berechnung gemäß Windenergieerlass Niedersachsen 2016

Name	Immissionsort				WP Georgshof I-III + WEA Verweyen, obere Vertrauensbereichsgrenze											
	Geschoss	Gebiets- ausweisung	Richtung	Richtwert		tags					nachts					
				IRW _T	IRW _N	L _{r,T}	S _T	dL	L _{o,T}	d _{IRW}	L _{r,N}	S _N	dL	L _{o,N}	d _{IRW}	
IP 26a - Arler Weg 10	EG	§35	S	60	45	45,65	0,00	0,00	46	-14	39,48	0,00	0,00	39	-6	
	1.OG	§35	S	60	45	45,78	0,00	0,00	46	-14	39,58	0,00	0,00	40	-5	
IP 26b - Arler Weg 10	EG	§35	N	60	45	47,91	0,00	0,00	48	-12	43,43	0,00	0,00	43	-2	
	1.OG	§35	N	60	45	48,01	0,00	0,00	48	-12	43,55	0,00	0,00	44	-1	
IP 30a - Arler Weg 6	EG	§35	SO	60	45	48,74	0,00	0,00	49	-11	42,03	0,00	0,00	42	-3	
	1.OG	§35	SO	60	45	48,84	0,00	0,00	49	-11	42,13	0,00	0,00	42	-3	
IP 30b - Arler Weg 6	EG	§35	SW	60	45	49,90	0,00	0,00	50	-10	43,12	0,00	0,00	43	-2	
	1.OG	§35	SW	60	45	50,00	0,00	0,00	50	-10	43,23	0,00	0,00	43	-2	
IP 31-05a - Ahornweg 7	EG	WA	S	55	40	49,66	0,00	0,00	50	-5	39,34	0,00	0,00	39	-1	
	1.OG	WA	S	55	40	49,74	0,00	0,00	50	-5	39,41	0,00	0,00	39	-1	
IP 31-05b - Ahornweg 7	EG	WA	W	55	40	50,27	0,00	0,00	50	-5	39,91	0,00	0,00	40	0	
	1.OG	WA	W	55	40	50,36	0,00	0,00	50	-5	40,02	0,00	0,00	40	0	
IP 33-03 - Am Galgenhügel 4	EG	WR	S	50	35	44,63	0,00	0,00	45	-5	34,58	0,00	0,00	35	0	
	1.OG	WR	S	50	35	44,70	0,00	0,00	45	-5	34,64	0,00	0,00	35	0	
IP 39a - Hasenpfad 19	EG	WA	S	55	40	45,67	0,00	0,00	46	-9	35,73	0,00	0,00	36	-4	
	1.OG	WA	S	55	40	45,72	0,00	0,00	46	-9	35,79	0,00	0,00	36	-4	
IP 39b - Hasenpfad 19	EG	WA	W	55	40	46,31	0,00	0,00	46	-9	36,29	0,00	0,00	36	-4	
	1.OG	WA	W	55	40	46,37	0,00	0,00	46	-9	36,35	0,00	0,00	36	-4	
IP 42* - WA südlich Hasenpfad	EG	WA		55	40	46,65	0,00	0,00	47	-8	36,65	0,00	0,00	37	-3	
	1.OG	WA		55	40	46,71	0,00	0,00	47	-8	36,71	0,00	0,00	37	-3	
IP 43* - WA südlich Hasenpfad	EG	WA		55	40	45,58	0,00	0,00	46	-9	35,69	0,00	0,00	36	-4	
	1.OG	WA		55	40	45,75	0,00	0,00	46	-9	35,84	0,00	0,00	36	-4	
IP 44* - WA südlich Hasenpfad	EG	WA		55	40	44,62	0,00	0,00	45	-10	34,81	0,00	0,00	35	-5	
	1.OG	WA		55	40	44,68	0,00	0,00	45	-10	34,87	0,00	0,00	35	-5	
IP 45 - Hasenpfad 5	EG	WA	SW	55	40	44,51	0,00	0,00	45	-10	34,67	0,00	0,00	35	-5	
	1.OG	WA	SW	55	40	44,58	0,00	0,00	45	-10	34,73	0,00	0,00	35	-5	

Anlage 5: Berechnungsdatenblätter - Vorgängerverfahren Windenergieerlass NDS 2016

Repowering Windpark Georgshof WP Georgshof - Windenergieerlass 2016



Legende

Immissionsort		Name des Immissionsorts	
Nutzung		Gebietsnutzung	
SW		Stockwerk	
HR		Richtung	
Höhe Gelände über NHN		m	Bodenhöhe
Höhe IP über NHN	m	Z-Koordinate	
UTM-Koordinate Rechtswert	m		X-Koordinate
UTM-Koordinate Hochwert	m		Y-Koordinate
RW,T	dB(A)	Richtwert Tag	
RW,N	dB(A)	Richtwert Nacht	
LrT	dB(A)	Beurteilungspegel Tag	
LrN	dB(A)	Beurteilungspegel Nacht	
LrT,diff	dB	Grenzwertüberschreitung in Zeitbereich LrT	
LrN,diff	dB	Grenzwertüberschreitung in Zeitbereich LrN	
Sigma(LrT)	dB	Standardabweichung Zeitbereich "Beurteilungspegel Tag"	
Sigma(LrN)	dB	Standardabweichung Zeitbereich "Beurteilungspegel Nacht"	

Repowering Windpark Georgshof WP Georgshof - Windenergieerlass 2016



Immissionsort	Nutzung	SW	HR	Höhe Gelände über NHN m	Höhe IP über NHN m	UTM-Koordinate Rechtswert m	UTM-Koordinate Hochwert m	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)	LrT,diff dB	LrN,diff dB	Sigma(LrT) dB	Sigma(LrN) dB
IP 26a - Arler Weg 10	§35	EG	S	0,00	2,00	32394847,6	5943840,9	60	45	45,6	39,5	-14,4	-5,5	0,00	0,00
IP 26a - Arler Weg 10	§35	1.OG	S	0,00	4,80	32394847,6	5943840,9	60	45	45,8	39,6	-14,2	-5,4	0,00	0,00
IP 26b - Arler Weg 10	§35	EG	N	0,00	2,00	32394844,9	5943862,9	60	45	47,9	43,4	-12,1	-1,6	0,00	0,00
IP 26b - Arler Weg 10	§35	1.OG	N	0,00	4,80	32394844,9	5943862,9	60	45	48,0	43,5	-12,0	-1,5	0,00	0,00
IP 30a - Arler Weg 6	§35	EG	SO	0,00	2,00	32395347,3	5944829,6	60	45	48,7	42,0	-11,3	-3,0	0,00	0,00
IP 30a - Arler Weg 6	§35	1.OG	SO	0,00	4,80	32395347,3	5944829,6	60	45	48,8	42,1	-11,2	-2,9	0,00	0,00
IP 30b - Arler Weg 6	§35	EG	SW	0,00	2,00	32395343,3	5944828,0	60	45	49,9	43,1	-10,1	-1,9	0,00	0,00
IP 30b - Arler Weg 6	§35	1.OG	SW	0,00	4,80	32395343,3	5944828,0	60	45	50,0	43,2	-10,0	-1,8	0,00	0,00
IP 31-05a - Ahornweg 7	WA	EG	S	0,00	2,00	32395782,5	5944912,8	55	40	49,7	39,3	-5,3	-0,7	0,00	0,00
IP 31-05a - Ahornweg 7	WA	1.OG	S	0,00	4,80	32395782,5	5944912,8	55	40	49,7	39,4	-5,3	-0,6	0,00	0,00
IP 31-05b - Ahornweg 7	WA	EG	W	0,00	2,00	32395777,0	5944916,9	55	40	50,3	39,9	-4,7	-0,1	0,00	0,00
IP 31-05b - Ahornweg 7	WA	1.OG	W	0,00	4,80	32395777,0	5944916,9	55	40	50,4	40,0	-4,6	0,0	0,00	0,00
IP 33-03 - Am Galgenhügel 4	WR	EG	S	0,00	2,00	32396380,0	5944902,4	50	35	44,6	34,6	-5,4	-0,4	0,00	0,00
IP 33-03 - Am Galgenhügel 4	WR	1.OG	S	0,00	4,80	32396380,0	5944902,4	50	35	44,7	34,6	-5,3	-0,4	0,00	0,00
IP 39a - Hasenpfad 19	WA	EG	S	0,00	2,00	32396577,9	5944260,3	55	40	45,7	35,7	-9,3	-4,3	0,00	0,00
IP 39a - Hasenpfad 19	WA	1.OG	S	0,00	4,80	32396577,9	5944260,3	55	40	45,7	35,8	-9,3	-4,2	0,00	0,00
IP 39b - Hasenpfad 19	WA	EG	W	0,00	2,00	32396570,7	5944265,6	55	40	46,3	36,3	-8,7	-3,7	0,00	0,00
IP 39b - Hasenpfad 19	WA	1.OG	W	0,00	4,80	32396570,7	5944265,6	55	40	46,4	36,3	-8,6	-3,7	0,00	0,00
IP 42* - WA südlich Hasenpfad	WA	EG		0,00	2,00	32396562,7	5944189,1	55	40	46,7	36,7	-8,3	-3,3	0,00	0,00
IP 42* - WA südlich Hasenpfad	WA	1.OG		0,00	4,80	32396562,7	5944189,1	55	40	46,7	36,7	-8,3	-3,3	0,00	0,00
IP 43* - WA südlich Hasenpfad	WA	EG		0,00	2,00	32396663,8	5944134,1	55	40	45,6	35,7	-9,4	-4,3	0,00	0,00
IP 43* - WA südlich Hasenpfad	WA	1.OG		0,00	4,80	32396663,8	5944134,1	55	40	45,8	35,8	-9,2	-4,2	0,00	0,00
IP 44* - WA südlich Hasenpfad	WA	EG		0,00	2,00	32396776,2	5944078,5	55	40	44,6	34,8	-10,4	-5,2	0,00	0,00
IP 44* - WA südlich Hasenpfad	WA	1.OG		0,00	4,80	32396776,2	5944078,5	55	40	44,7	34,9	-10,3	-5,1	0,00	0,00
IP 45 - Hasenpfad 5	WA	EG	SW	0,00	2,00	32396765,8	5944175,4	55	40	44,5	34,7	-10,5	-5,3	0,00	0,00
IP 45 - Hasenpfad 5	WA	1.OG	SW	0,00	4,80	32396765,8	5944175,4	55	40	44,6	34,7	-10,4	-5,3	0,00	0,00

902 - 20.06.2023
LL18129.1 / AS

ZECH Ingenieurgesellschaft mbH Hessenweg 38 49809 Lingen (05 91) 80016-0

Anlage 5.1
Seite 2 von 2

Repowering Windpark Georgshof WP Georgshof - Windenergieerlass 2016



Legende

WEA		Name der Schallquelle
WEA-Typ		
Betriebszeit		Name des Tagesgangs
Nabenhöhe über NHN	m	Z-Koordinate
Nabenhöhe über Gelände		m
UTM Rechtswert	m	X-Koordinate
UTM Hochwert	m	Y-Koordinate
Spektrum		Name des Schalleistungs-Frequenzspektrum
Lw	dB(A)	Schallleistungspegel pro Anlage
500Hz	dB(A)	Schallleistungspegel dieser Frequenz

Repowering Windpark Georgshof WP Georgshof - Windenergieerlass 2016



WEA	WEA-Typ	Betriebszeit	Nabenhöhe über NHN m	Nabenhöhe über Gelände m	UTM Rechtswert m	UTM Hochwert m	Spektrum	Lw dB(A)	500Hz dB(A)
WEA 01 nachts	E-138 EP3 E3	nachts 100%	111,00	111,00	32.395.055,60	5.944.476,20		101,0	101,0
WEA 01 tags	E-138 EP3 E3	tags 100%	111,00	111,00	32.395.055,60	5.944.476,20		108,0	108,0
WEA 02 nachts	E-138 EP3 E3	nachts 100%	111,00	111,00	32.395.180,50	5.944.213,60		101,0	101,0
WEA 02 tags	E-138 EP3 E3	tags 100%	111,00	111,00	32.395.180,50	5.944.213,60		108,0	108,0
WEA 03 nachts	E-138 EP3 E3	nachts 100%	111,00	111,00	32.395.676,10	5.944.128,90		101,0	101,0
WEA 03 tags	E-138 EP3 E3	tags 100%	111,00	111,00	32.395.676,10	5.944.128,90		108,0	108,0
WEA 04 nachts	E-138 EP3 E3	nachts 100%	111,00	111,00	32.395.784,50	5.943.703,70		101,0	101,0
WEA 04 tags	E-138 EP3 E3	tags 100%	111,00	111,00	32.395.784,50	5.943.703,70		108,0	108,0
WEA 1011414 nachts	E-101	nachts 100%	135,00	135,00	32.395.511,40	5.943.846,20		94,0	94,0
WEA 1011414 tags	E-101	tags 100%	135,00	135,00	32.395.511,40	5.943.846,20		106,8	106,8
WEA 1011415 nachts	E-101	nachts 100%	135,00	135,00	32.395.441,90	5.943.548,10		101,0	101,0
WEA 1011415 tags	E-101	tags 100%	135,00	135,00	32.395.441,90	5.943.548,10		106,8	106,8
WEA 1011416 nachts	E-101	nachts 100%	135,00	135,00	32.395.439,10	5.943.246,60		103,5	103,5
WEA 1011416 tags	E-101	tags 100%	135,00	135,00	32.395.439,10	5.943.246,60		106,8	106,8
WEA 1011417 nachts	E-101	nachts 100%	135,00	135,00	32.395.773,20	5.943.395,90		101,3	101,3
WEA 1011417 tags	E-101	tags 100%	135,00	135,00	32.395.773,20	5.943.395,90		106,8	106,8
WEA 40117 nachts	E-40/5.4	nachts 100%	50,00	50,00	32.395.196,60	5.943.995,00		103,5	103,5
WEA 40117 tags	E-40/5.4	tags 100%	50,00	50,00	32.395.196,60	5.943.995,00		103,5	103,5
WEA 40118 nachts	E-40/5.4	außer Betrieb	50,00	50,00	32.395.245,70	5.943.787,50		103,5	103,5
WEA 40118 tags	E-40/5.4	tags 100%	50,00	50,00	32.395.245,70	5.943.787,50		103,5	103,5
WEA 40120 nachts	E-40/5.4	nachts 100%	50,00	50,00	32.395.344,10	5.943.363,50		103,5	103,5
WEA 40120 tags	E-40/5.4	tags 100%	50,00	50,00	32.395.344,10	5.943.363,50		103,5	103,5
WEA Verweyen nachts	E-138 EP3 E3	nachts 100%	111,00	111,00	32.395.508,00	5.944.421,00		101,0	101,0
WEA Verweyen tags	E-138 EP3 E3	tags 100%	111,00	111,00	32.395.508,00	5.944.421,00		108,0	108,0

Repowering Windpark Georgshof WP Georgshof - Windenergieerlass 2016

Legende

WEA		Name der Schallquelle
Lw	dB(A)	Schallleistungspegel pro Anlage
S	m	Mittlere Entfernung Schallquelle - Immissionsort
Ko	dB	Zuschlag für gerichtete Abstrahlung
Adiv	dB	Mittlere Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
Agr	dB	Mittlere Dämpfung aufgrund Bodeneffekt
Abar	dB	Mittlere Dämpfung aufgrund Abschirmung
Aatm	dB	Mittlere Dämpfung aufgrund Luftabsorption
Ls	dB(A)	Unbewerteter Schalldruck am Immissionsort $L_s = L_w + K_o + A_{DI} + A_{div} + A_{gr} + A_{bar} + A_{atm} + A_{fol_site_house} + A_{wind} + d_{Lrefl}$
dLrefl	dB(A)	Pegelerhöhung durch Reflexionen
Cmet(LrT)	dB	Meteorologische Korrektur
dLw(LrT)	dB	Korrektur Betriebszeiten
Cmet(LrN)	dB	Meteorologische Korrektur
ZR(LrT)	dB	Ruhezeitenzuschlag (Anteil)
LrT	dB(A)	Beurteilungspegel Tag
dLw(LrN)	dB	Korrektur Betriebszeiten
LrN	dB(A)	Beurteilungspegel Nacht

Repowering Windpark Georgshof WP Georgshof - Windenergieerlass 2016



WEA	Lw dB(A)	S m	Ko dB	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	Ls dB(A)	dLrefl dB(A)	Cmet(LrT) dB	dLw(LrT) dB	Cmet(LrN) dB	ZR(LrT) dB	LrT dB(A)	dLw(LrN) dB	LrN dB(A)
IP 26b - Arler Weg 10 §35 SW 1.OG HR N RW,T 60 dB(A) RW,N 45 dB(A) LrT 48,0 dB(A) LrN 43,5 dB(A) LrT,diff -12,0 dB(A) LrN,diff -1,5 dB(A) Sigma(LrT) 0,00 dB(A) Sigma(LrN) 0,00 dB(A)																
WEA 01 nachts	101,0	657,1	3,0	-67,3	-1,7	0,0	-1,3	33,7	0,0	0,0		0,0			0,0	33,7
WEA 01 tags	108,0	657,1	3,0	-67,3	-1,7	0,0	-1,3	40,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,7	0,0	
WEA 02 nachts	101,0	496,8	3,0	-64,9	-0,7	0,0	-1,0	37,4	0,0	0,0		0,0			0,0	37,4
WEA 02 tags	108,0	496,8	3,0	-64,9	-0,7	0,0	-1,0	44,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,4	0,0	
WEA 03 nachts	101,0	879,1	3,0	-69,9	-2,5	0,0	-1,7	29,9	0,0	0,0		0,0			0,0	29,9
WEA 03 tags	108,0	879,1	3,0	-69,9	-2,5	0,0	-1,7	36,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,9	0,0	
WEA 04 nachts	101,0	958,9	3,0	-70,6	-2,7	-14,1	-1,8	14,7	0,0	0,0		0,0			0,0	14,7
WEA 04 tags	108,0	958,9	3,0	-70,6	-2,7	-14,1	-1,8	21,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,7	0,0	
WEA 40117 nachts	103,5	378,4	3,0	-62,6	-2,2	0,0	-0,7	41,0	0,0	0,0		0,0			0,0	41,0
WEA 40117 tags	103,5	378,4	3,0	-62,6	-2,2	0,0	-0,7	41,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,0	0,0	
WEA 40118 nachts	103,5		0,0													
WEA 40118 tags	103,5	410,3	3,0	-63,3	-2,4	-14,8	-0,8	25,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,2	0,0	
WEA 40120 nachts	103,5	707,5	3,0	-68,0	-3,5	-16,0	-1,4	17,7	0,0	-0,8		-0,4			0,0	17,3
WEA 40120 tags	103,5	707,5	3,0	-68,0	-3,5	-16,0	-1,4	17,7	0,0	-0,8	0,0	-0,4	0,0	16,9	0,0	
WEA 1011414 nachts	94,0	679,3	3,0	-67,6	-1,2	-12,0	-1,3	14,9	0,0	0,0		0,0			0,0	14,9
WEA 1011414 tags	106,8	679,3	3,0	-67,6	-1,2	-12,0	-1,3	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,7	0,0	
WEA 1011415 nachts	101,0	687,3	3,0	-67,7	-1,3	-17,0	-1,3	16,7	0,0	0,0		0,0			0,0	16,7
WEA 1011415 tags	106,8	687,3	3,0	-67,7	-1,3	-17,0	-1,3	22,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,5	0,0	
WEA 1011416 nachts	103,5	865,9	3,0	-69,7	-2,0	-16,8	-1,7	16,3	0,0	0,0		0,0			0,0	16,3
WEA 1011416 tags	106,8	865,9	3,0	-69,7	-2,0	-16,8	-1,7	19,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,6	0,0	
WEA 1011417 nachts	101,3	1.047,2	3,0	-71,4	-2,5	-15,8	-2,0	12,6	0,0	0,0		0,0			0,0	12,6
WEA 1011417 tags	106,8	1.047,2	3,0	-71,4	-2,5	-15,8	-2,0	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,1	0,0	
WEA Verweyen nachts	101,0	873,1	3,0	-69,8	-2,5	0,0	-1,7	30,0	0,0	0,0		0,0			0,0	30,0
WEA Verweyen tags	108,0	873,1	3,0	-69,8	-2,5	0,0	-1,7	37,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,0	0,0	

Repowering Windpark Georgshof WP Georgshof - Windenergieerlass 2016



WEA	Lw dB(A)	S m	Ko dB	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	Ls dB(A)	dLrefl dB(A)	Cmet(LrT) dB	dLw(LrT) dB	Cmet(LrN) dB	ZR(LrT) dB	LrT dB(A)	dLw(LrN) dB	LrN dB(A)
IP 31-05b - Ahornweg 7 WA SW 1.OG HR W RW,T 55 dB(A) RW,N 40 dB(A) LrT 50,4 dB(A) LrN 40,0 dB(A) LrT,diff -4,6 dB(A) LrN,diff 0,0 dB(A) Sigma(LrT) 0,00 dB(A) Sigma(LrN) 0,00 dB(A)																
WEA 01 nachts	101,0	852,0	3,0	-69,6	-2,4	0,0	-1,6	30,3	0,0	0,0		0,0			0,0	30,3
WEA 01 tags	108,0	852,0	3,0	-69,6	-2,4	0,0	-1,6	37,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	40,9	0,0	
WEA 02 nachts	101,0	928,3	3,0	-70,3	-2,6	0,0	-1,8	29,2	0,0	0,0		0,0			0,0	29,2
WEA 02 tags	108,0	928,3	3,0	-70,3	-2,6	0,0	-1,8	36,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	39,9		
WEA 03 nachts	101,0	801,5	3,0	-69,1	-2,3	0,0	-1,5	33,2	2,1	0,0		0,0			0,0	33,2
WEA 03 tags	108,0	801,5	3,0	-69,1	-2,3	0,0	-1,5	40,2	2,1	0,0	0,0	0,0	3,6	43,8		
WEA 04 nachts	101,0	1.217,9	3,0	-72,7	-3,2	0,0	-2,3	25,8	0,0	-0,2		-0,1			0,0	25,7
WEA 04 tags	108,0	1.217,9	3,0	-72,7	-3,2	0,0	-2,3	32,8	0,0	-0,2	0,0	-0,1	3,6	36,3		
WEA 40117 nachts	103,5	1.090,3	3,0	-71,7	-3,9	0,0	-2,1	28,7	0,0	-1,7		-0,9			0,0	27,8
WEA 40117 tags	103,5	1.090,3	3,0	-71,7	-3,9	0,0	-2,1	28,7	0,0	-1,7	0,0	-0,9	3,6	30,6		
WEA 40118 nachts	103,5		0,0													
WEA 40118 tags	103,5	1.248,9	3,0	-72,9	-4,0	0,0	-2,4	27,1	0,0	-2,0	0,0	-1,1	3,6	28,8		
WEA 40120 nachts	103,5	1.613,2	3,0	-75,1	-4,2	0,0	-3,1	26,3	2,3	-2,3		-1,3			0,0	25,1
WEA 40120 tags	103,5	1.613,2	3,0	-75,1	-4,2	0,0	-3,1	26,3	2,3	-2,3	0,0	-1,3	3,6	27,6		
WEA 1011414 nachts	94,0	1.110,8	3,0	-71,9	-2,6	0,0	-2,1	22,5	2,2	0,0		0,0			0,0	22,5
WEA 1011414 tags	106,8	1.110,8	3,0	-71,9	-2,6	0,0	-2,1	35,3	2,2	0,0	0,0	0,0	3,6	39,0		
WEA 1011415 nachts	101,0	1.415,2	3,0	-74,0	-3,1	0,0	-2,7	26,4	2,2	0,0		0,0			0,0	26,4
WEA 1011415 tags	106,8	1.415,2	3,0	-74,0	-3,1	0,0	-2,7	32,2	2,2	0,0	0,0	0,0	3,6	35,8		
WEA 1011416 nachts	103,5	1.709,1	3,0	-75,6	-3,4	0,0	-3,3	26,5	2,3	-0,6		-0,3			0,0	26,1
WEA 1011416 tags	106,8	1.709,1	3,0	-75,6	-3,4	0,0	-3,3	29,7	2,3	-0,6	0,0	-0,3	3,6	32,7		
WEA 1011417 nachts	101,3	1.526,6	3,0	-74,7	-3,2	0,0	-2,9	23,5	0,0	-0,3		-0,2			0,0	23,3
WEA 1011417 tags	106,8	1.526,6	3,0	-74,7	-3,2	0,0	-2,9	29,0	0,0	-0,3	0,0	-0,2	3,6	32,3		
WEA Verweyen nachts	101,0	574,1	3,0	-66,2	-1,3	0,0	-1,1	35,5	0,0	0,0		0,0			0,0	35,5
WEA Verweyen tags	108,0	574,1	3,0	-66,2	-1,3	0,0	-1,1	42,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	46,1		

Repowering Windpark Georgshof WP Georgshof - Windenergieerlass 2016



WEA	Lw dB(A)	S m	Ko dB	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	Ls dB(A)	dLrefl dB(A)	Cmet(LrT) dB	dLw(LrT) dB	Cmet(LrN) dB	ZR(LrT) dB	LrT dB(A)	dLw(LrN) dB	LrN dB(A)
IP 33-03 - Am Galgenhügel 4 WR SW 1.OG HR S RW,T 50 dB(A) RW,N 35 dB(A) LrT 44,7 dB(A) LrN 34,6 dB(A) LrT,diff -5,3 dB(A) LrN,diff -0,4 dB(A) Sigma(LrT) 0,00 dB(A) Sigma(LrN) 0,00 dB(A)																
WEA 01 nachts	101,0	1.395,4	3,0	-73,9	-3,4	0,0	-2,7	24,1	0,0	-0,6		-0,3			0,0	23,7
WEA 01 tags	108,0	1.395,4	3,0	-73,9	-3,4	0,0	-2,7	31,1	0,0	-0,6	0,0	-0,3	3,6	34,1	0,0	
WEA 02 nachts	101,0	1.387,3	3,0	-73,8	-3,4	0,0	-2,7	24,1	0,0	-0,6		-0,3		0,0	23,8	
WEA 02 tags	108,0	1.387,3	3,0	-73,8	-3,4	0,0	-2,7	31,1	0,0	-0,6	0,0	-0,3	3,6	34,2	0,0	
WEA 03 nachts	101,0	1.051,3	3,0	-71,4	-2,9	0,0	-2,0	27,7	0,0	0,0		0,0		0,0	27,7	
WEA 03 tags	108,0	1.051,3	3,0	-71,4	-2,9	0,0	-2,0	34,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	38,3	0,0	
WEA 04 nachts	101,0	1.342,7	3,0	-73,6	-3,3	0,0	-2,6	24,6	0,0	-0,5		-0,3		0,0	24,3	
WEA 04 tags	108,0	1.342,7	3,0	-73,6	-3,3	0,0	-2,6	31,6	0,0	-0,5	0,0	-0,3	3,6	34,7	0,0	
WEA 40117 nachts	103,5	1.492,0	3,0	-74,5	-4,2	0,0	-2,9	25,0	0,0	-2,2		-1,2		0,0	23,8	
WEA 40117 tags	103,5	1.492,0	3,0	-74,5	-4,2	0,0	-2,9	25,0	0,0	-2,2	0,0	-1,2	3,6	26,4	0,0	
WEA 40118 nachts	103,5		0,0													
WEA 40118 tags	103,5	1.591,2	3,0	-75,0	-4,2	0,0	-3,1	24,2	0,0	-2,3	0,0	-1,2	3,6	25,5	0,0	
WEA 40120 nachts	103,5	1.855,7	3,0	-76,4	-4,3	0,0	-3,6	22,3	0,0	-2,5		-1,3		0,0	20,9	
WEA 40120 tags	103,5	1.855,7	3,0	-76,4	-4,3	0,0	-3,6	22,3	0,0	-2,5	0,0	-1,3	3,6	23,4	0,0	
WEA 1011414 nachts	94,0	1.373,7	3,0	-73,8	-3,0	0,0	-2,6	17,6	0,0	0,0		0,0		0,0	17,6	
WEA 1011414 tags	106,8	1.373,7	3,0	-73,8	-3,0	0,0	-2,6	30,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	34,0	0,0	
WEA 1011415 nachts	101,0	1.652,6	3,0	-75,4	-3,3	0,0	-3,2	22,1	0,0	-0,5		-0,3		0,0	21,8	
WEA 1011415 tags	106,8	1.652,6	3,0	-75,4	-3,3	0,0	-3,2	27,9	0,0	-0,5	0,0	-0,3	3,6	31,0	0,0	
WEA 1011416 nachts	103,5	1.908,9	3,0	-76,6	-3,5	0,0	-3,7	22,7	0,0	-0,9		-0,5		0,0	22,2	
WEA 1011416 tags	106,8	1.908,9	3,0	-76,6	-3,5	0,0	-3,7	26,0	0,0	-0,9	0,0	-0,5	3,6	28,7	0,0	
WEA 1011417 nachts	101,3	1.629,4	3,0	-75,2	-3,3	0,0	-3,1	22,6	0,0	-0,5		-0,3		0,0	22,3	
WEA 1011417 tags	106,8	1.629,4	3,0	-75,2	-3,3	0,0	-3,1	28,1	0,0	-0,5	0,0	-0,3	3,6	31,2	0,0	
WEA Verweyen nachts	101,0	1.001,7	3,0	-71,0	-2,8	0,0	-1,9	28,3	0,0	0,0		0,0		0,0	28,3	
WEA Verweyen tags	108,0	1.001,7	3,0	-71,0	-2,8	0,0	-1,9	35,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	38,9	0,0	

Anlage 6: Schreiben der ENERCON GmbH zu Emissionspegeln der E-40/5.4

ENERCON GmbH · Postfach 1168 · 26581 Aurich

ZECH Ingenieurgesellschaft mbH
z.H. Dipl. Ing. Klaus Johnig
Hessenweg 38
49809 Lingen (Ems)

Ihr Gesprächspartner: Alexander Winter

Telefon: +49 4956/40 46 – 225
Telefax: +49 4956/40 46 – 209
E-Mail: alexander.winter@enercon.de

Datum: 15.04.2015

Schalleistungspegel und Tonhaltigkeit der bestehenden ENERCON E-40/5.40 am Standort 26553 Dornum

Sehr geehrter Herr Johnig,

bezugnehmend auf Ihre Anfrage übersende ich Ihnen folgende Information für die bestehenden Windenergieanlagen ENERCON E-40/5.40 mit den Seriennummern 40030, 40031, 40032, 40033, 40116, 40117, 40118, 40119, 40120, 40121, 40122, 40123, 40124, 40125, 40126, 40127, 40128 und 40129 am Standort 26553 Dornum:

Für die Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-40/5.40 mit 48m Turmhöhe mit den oben genannten Seriennummern ergeben sich bei 95% der Nennleistung ein Schalleistungspegel von **$L_{WA, 95\% \text{ Nennleistung}} = 101,5 \text{ dB(A)}$** und eine Tonhaltigkeit von **$K_{TN, 95\% \text{ Nennleistung}} = 0-1 \text{ dB}$** .

Die Angaben zum Schalleistungspegel sowie der Tonhaltigkeit dieser ENERCON E-40/5.40 beziehen sich auf die Schalleistungspegelvermessung einer ENERCON E-40/5.40 durch das Ing.-Büro KÖTTER beratende Ingenieure, Rheine, gemäß deren Prüfbericht Nr. 23554-2.002 vom 03.03.1998 sowie auf technische Maßnahmen (Software-Update, Nachrüstungen etc.) der Firma ENERCON.

Für die Beantwortung von weiteren Fragen stehe ich Ihnen selbstverständlich unter der Durchwahl 04956/4046-225 gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen,



i.A. Dipl. Phys. Alexander Winter
WRD GmbH
Competence Center
Site Assessment

Anlage 7: Auszüge aus Messberichten zum Anlagentyp ENERCON E-101



Zusammenfassung von Messergebnissen

Typ: Enercon E-101 Betriebsmodus 0

Im Auftrag von

Enercon GmbH

Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Deutsche WindGuard Consulting GmbH

Oldenburger Straße 65
26316 Varel
Deutschland

Projekt-Nr.: VC15460
Bericht-Nr.: MN17008.A1
Berichtsdatum: 01.09.2017

Zusammenfassung von Messergebnissen

Typ: Enercon E-101 Betriebsmodus 0

Beauftragt von:	Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland	
Kontakt (Auftraggeber):	Herr Tino Jennrich	
Erstellt von:	Deutsche WindGuard Consulting GmbH Oldenburger Straße 65 26316 Varel Deutschland Telefon: +49 (0)4451 95 15 0 Fax: +49 (0)4451 95 15 29 E-Mail: info@windguard.de	
Projekt-Nr.:	VC15460	Deutsche WindGuard Consulting GmbH Oldenburger Straße 65 D-26316 Varel Tel.: 04451 / 95 15 - 0 · Fax: 95 15 - 29
Bericht-Nr.:	MN17008.A1	
Datum:	01.09.2017	
Ersteller und Ansprechpartner:	 Stefan Kieselhorst, Dipl.-Ing. (FH)	
Prüfer:	 Markus Meyer zu Himmern, Dipl.-Ing. (FH)	



Die Deutsche WindGuard Consulting GmbH ist ein von der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAKkS) akkreditiertes Prüflaboratorium nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 in den Bereichen Leistungskurvenvermessungen, Windmessungen an Standorten und potenziellen Standorten von Windenergieanlagen, Standortbezogene Energieertragsermittlung von Windparks, Site Suitability Studies, Schallemissions- und Schallimmissionsmessungen, Schallimmissionsermittlung durch Berechnung, Schattenschattenwurferrmittlung durch Berechnung und Belastungsmessungen an Windenergieanlagen.

Notifizierte Stelle für behördlich angeordnete Emissions- und Immissionsmessungen zur Ermittlung von Geräuschen von Windenergieanlagen nach §29 Bundes Immissionsschutz Gesetz (BImSchG).

1 Zusammenfassung

Im Auftrag der Enercon GmbH führte die Deutsche WindGuard Consulting GmbH (DWG) die Zusammenfassung der Schalleistungspegel und weiterer akustischer Kenngrößen als Ergebnisse aus Vermessungen der akustischen Eigenschaften an einer Windenergieanlage (WEA) vom Typ Enercon E-101 im Betriebsmodus 0 durch.

Nach den Vorgaben der *Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen der Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien (FGW) Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte in der Revision 18 (FGW TR1)* [1] kann auf Basis von mindestens drei Messungen nach dieser Richtlinie ein Bericht erstellt werden, der die Schalleistungspegel eines WEA Typs gemäß *IEC 61400-14 TS ed.1 Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines* [2] angibt, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Für die Zusammenfassung lagen drei Messberichte von Vermessungen für den Betriebsmodus 0 gemäß den Vorgaben der FGW TR1 [1] an verschiedenen WEA gleichen Typs, jedoch unterschiedlichen Nabenhöhen vor [6][7][8]. Die Nennleistung der im Bereich von $4,8 \text{ min}^{-1}$ bis $14,7 \text{ min}^{-1}$ drehzahlvariablen WEA im Betriebsmodus 0 beträgt 3.050 kW. Die Nabenhöhen der vermessenen WEA ist 149 m in [6] sowie jeweils 135,4 m in [7] und [8].

Für übereinstimmende Bereiche der Windgeschwindigkeiten aus den Ergebnissen der einzelnen Messungen folgen die arithmetisch gemittelten Schalleistungspegel mit den Maximalwerten und deren Standardabweichungen bei den Nabenhöhen:

99 m	$L_{WA} = 104,5 \text{ dB(A)}$	$s = 0,5 \text{ dB}$
124 m	$L_{WA} = 104,7 \text{ dB(A)}$	$s = 0,5 \text{ dB}$
135,4 m	$L_{WA} = 104,7 \text{ dB(A)}$	$s = 0,4 \text{ dB}$
149 m	$L_{WA} = 104,8 \text{ dB(A)}$	$s = 0,3 \text{ dB}$

Dem subjektiven Höreindruck nach waren an den Messtagen keine Ton- oder Impulshaltigkeiten im Betriebsgeräusch der WEA wahrnehmbar. Die rechnerischen Ermittlungen der Tonhaltigkeiten nach [4] ergaben keine Zuschläge für Tonhaltigkeiten im Nahbereich der WEA [6][7][8]. Eine rechnerische Ermittlung der Impulshaltigkeit war nicht erforderlich, Zuschläge für Impulshaltigkeit im Nahbereich der WEA sind nicht zu vergeben.

2.3 Gemittelte Schalleistungspegel für eine Nabenhöhe 135,4 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 Dreekamp 5 26605 Aurich	Anlagenbezeichnung Nennleistung Nabenhöhe Rotordurchmesser	Enercon E-101 3050 kW – BM 0 135,4 m 101 m
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	1010859	1010896	1010921
Standort	53925 Schleiden	26629 Bagband	26409 Abens
Vermessene Nabenhöhe	149,0 m	135,4 m	135,4 m
Messinstitut	Kötter Consulting Engineers GmbH&Co. KG	WindGuard Consulting GmbH	WindGuard Consulting GmbH
Prüfbericht	214656-04.03	MN15052.A0	MN16030.A1
Datum	18.01.2017	25.09.2015	14.10.2016
Getriebetyp	getriebelos	getriebelos	getriebelos
Generatortyp	G-101/30-G4	G-101/30-G4	G-101/30-G4
Rotorblatttyp	E101-2	E-101-2	E-101-2

Schallemissionsparameter: Messwerte (LK: D0372846-2_#_de_#_Betriebsmodi_E-101__3050_kW)

Schalleistungspegel $L_{WA,P}$ in dB(A):

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	101,5	103,8	104,8	105,1	--	104,4
2	100,9	103,2	104,3	--	--	103,8
3	102,3	104,5	105,1	104,9	--	104,9
Mittelwert L_W in dB(A)	101,6	103,8	104,7	--	--	104,4
Standardabweichung s in dB	0,7	0,7	0,4	--	--	0,6
K in dB nach [2] mit $\sigma_R = 0,5$ dB	1,6	1,6	1,2	--	--	1,4

¹⁾ Entspricht der Windgeschwindigkeit bei 95% Nennleistung.

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 1 von 2

Schallemissionswerte: 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	7,4 m/s ¹⁾
1	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	--
2	0 dB	0 dB	0 dB	--	--	--
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	--

Impulzzuschlag K_{IN} :

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	7,4 m/s ¹⁾
1	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	--
2	0 dB	0 dB	0 dB	--	--	--
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	--

Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) für $v_s = 8$ m/s in dB(A)

F in Hz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P}$ in dB(A)	80,7	81,0	83,3	85,1	87,3	88,9	90,0	92,8	95,1	95,3	95,3	96,1
F in Hz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,P}$ in dB(A)	94,7	94,2	93,6	90,6	88,5	86,1	84,7	80,9	77,4	71,6	65,8	61,4

Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) für $v_s = 8$ m/s in dB(A)

F in Hz		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
$L_{WA,P}$ in dB(A)		86,6	92,1	97,9	100,4	99,0	93,5	86,8	73,1			

Die Angaben ersetzen nicht den o.g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: Keine ausreichende Anzahl Messwerte im Windbin 10 m/s in 1 und 3.
Keine ausreichende Anzahl Messwerte im Windbin 9 m/s und 10 m/s in 2.

Ausgestellt durch: Deutsche WindGuard Consulting GmbH
Oldenburger Straße 65
26316 Varel

Deutsche WindGuard
Consulting GmbH
Oldenburger Straße 65
D-26316 Varel
Tel.: 04451 / 95 15 - 0 · Fax: 95 15 - 29



Berichtsnummer: MN17008.A1
Datum: 01.09.2017

Unterschrift

Unterschrift

DEUTSCHE WINDGUARD

Schallemissionsmessung an einer Windenergieanlage

Typ: E-101
Betriebsmodus 94 dB

Standort: Abens, Niedersachsen

Im Auftrag von

Enercon GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

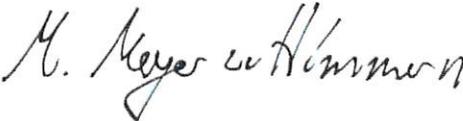
Deutsche WindGuard Consulting GmbH
Oldenburger Straße 65
26316 Varel
Deutschland

Projekt-Nr.: VC17460
Bericht-Nr.: MN18033.A2
Berichtsdatum: 12.10.2018

Schallemissionsmessung an einer Windenergieanlage

Typ: E-101 Betriebsmodus 94 dB

Standort: Abens, Niedersachsen

Beauftragt von:	Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland	
Erstellt von:	Deutsche WindGuard Consulting GmbH Oldenburger Straße 65 26316 Varel Deutschland Telefon: +49 (0)4451 95 15 0 Fax: +49 (0)4451 95 15 29 E-Mail: info@windguard.de	
Projekt-Nr.:	VC17460	Deutsche WindGuard Consulting GmbH Oldenburger Straße 65 D-26316 Varel Tel.: 04451 / 95 15 - 0 · Fax: 95 15 - 29
Bericht-Nr.:	MN18033.A2	
Berichtsdatum:	12.10.2018	
Messungsdatum:	13.02.2018	
Ersteller:	 Markus Meyer zu Himmern, Dipl.-Ing. (FH)	
Prüfer:	 Stefan Kieselhorst, Dipl.-Ing. (FH)	



Die Deutsche WindGuard Consulting GmbH ist ein von der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) akkreditiertes Prüflaboratorium nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 in den Bereichen Leistungskurvenvermessungen, Windmessungen an Standorten und potenziellen Standorten von Windenergieanlagen, Standortbezogene Energieertragsermittlung von Windparks, Site Suitability Studies, Schallemissions- und Schallimmissionsmessungen, Schallimmissionsermittlung durch Berechnung, Schattenwurfermittlung durch Berechnung und Belastungsmessungen an Windenergieanlagen. Notifizierte Stelle für behördlich angeordnete Emissions- und Immissionsmessungen zur Ermittlung von Geräuschen von Windenergieanlagen nach §29 Bundes Immissionsschutz Gesetz (BImSchG).

1 Zusammenfassung

Im Auftrag der Enercon GmbH führte die Deutsche WindGuard Consulting GmbH die Vermessung der akustischen Eigenschaften an einer Windenergieanlage vom Typ E-101 am Standort Abens in Niedersachsen, durch.

Die Vermessung für den Betriebsmodus E-101 3050 kW – BM 94 dB - Rev.0.0 wurde am 13.02.2018 gemäß den Vorgaben des International Standard Wind turbine generator systems – Part 11: Acoustic noise measurement techniques Edition 2:2002 with ammendment 1:2006 IEC 61400-11 [1] und den Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen der Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte in der Revision 18 [2] sowie der Verfahrensweisung QM-PKL-MN-VA [3] durchgeführt.

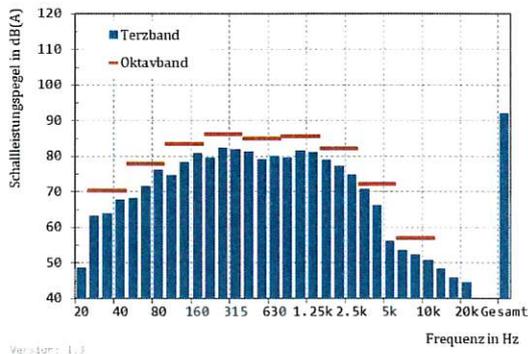
Die Nennleistung der im Bereich von $4,8 \text{ min}^{-1}$ bis $8,7 \text{ min}^{-1}$ drehzahlvariablen WEA im Betriebsmodus 94 dB beträgt 910 kW. Die Nabenhöhe der vermessenen WEA ist 135,4 m.

Für den angegebenen Betriebsmodus wurde ein maximaler Schalleistungspegel von 92,0 dB(A) bei einer standardisierten Windgeschwindigkeit von 7,0 m/s in einer Höhe von 10 m ermittelt.

Am Messtag waren im Nahfeld subjektiv keine Ton- oder Impulshaltigkeiten im Betriebsgeräusch der WEA wahrnehmbar.

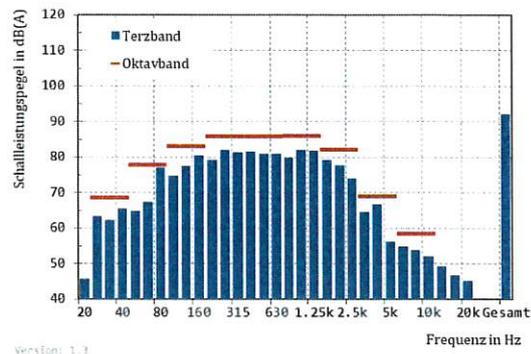
Die rechnerische Ermittlung der Tonhaltigkeit nach [1] ergab keine zu vergebenden Zuschläge für Tonhaltigkeit im Nahbereich der WEA. Zuschläge für Impulshaltigkeiten im Nahbereich der WEA sind nicht zu vergeben.

Für den maximalen Schalleistungspegel wurde nach [2] eine Unsicherheit U_c von 1,1 dB ermittelt.



Version: 1.3

Abbildung 8: Terzspektrum für das ganzzahlige Windgeschwindigkeitsbin 6 m/s.



Version: 1.3

Abbildung 9: Terzspektrum für das ganzzahlige Windgeschwindigkeitsbin 7 m/s.

Frequenz f in Hz	L_w Terz in dB(A)	L_w Oktav in dB(A)	Frequenz f in Hz	L_w Terz in dB(A)	L_w Oktav in dB(A)
20	48.5		800	79.5	
25	63.2		1000	81.4	85.5
31.5	63.8	70.2	1250	81.1	
40	67.8		1600	78.9	
50	68.1		2000	77.2	82.1
63	71.6	77.9	2500	74.8	
80	76.1		3150	70.8	
100	74.6		4000	66.3	72.2
125	78.2	83.3	5000	56.1	
160	80.8		6300	53.4	
200	79.6		8000	52.3	57.0
250	82.3	86.2	10000	50.7	
315	81.9		12500	48.3	
400	81.2		16000	45.8	51.3
500	79.1	85.0	20000	44.5	
630	80.0		Gesamt	91.9	

Tabelle 11: Terz- und Oktavspektren für das ganzzahlige Windgeschwindigkeitsbin 6 m/s.

Frequenz f in Hz	L_w Terz in dB(A)	L_w Oktav in dB(A)	Frequenz f in Hz	L_w Terz in dB(A)	L_w Oktav in dB(A)
20	45.5		800	79.8	
25	63.1		1000	81.8	86.0
31.5	62.2	68.5	1250	81.8	
40	65.3		1600	79.2	
50	64.8		2000	77.5	82.1
63	67.3	77.7	2500	73.9	
80	77.0		3150	64.5	
100	74.6		4000	66.6	68.9
125	77.5	82.9	5000	56.1	
160	80.4		6300	54.9	
200	79.2		8000	53.7	58.5
250	81.9	85.7	10000	52.0	
315	81.3		12500	49.3	
400	81.5		16000	46.6	52.1
500	80.7	85.8	20000	45.0	
630	80.9		Gesamt	92.0	

Tabelle 12: Terz- und Oktavspektren für das ganzzahlige Windgeschwindigkeitsbin 7 m/s.



Schallemissionsmessung an einer Windenergieanlage

Typ: E-101
Betriebsmodus BM 101 dB

Standort: Dornum, Niedersachsen

Im Auftrag von

Rasteder Projektierungs GmbH

Zum Breen 40
26180 Rastede
Deutschland

Deutsche WindGuard Consulting GmbH

Oldenburger Straße 65
26316 Varel
Deutschland

Projekt-Nr.: VC17342
Bericht-Nr.: MN18062.A0
Berichtsdatum: 27.12.2018

1 Zusammenfassung

Im Auftrag der Rasteder Projektierungs GmbH führte die Deutsche WindGuard Consulting GmbH (DWG) die Vermessung der akustischen Eigenschaften an einer Windenergieanlage (WEA) vom Typ E-101 mit Trailing Edge Serrations (TES) am Standort Dornum in Niedersachsen, durch.

Die Vermessung für den Betriebsmodus BM 101 dB wurde am 02.11.2018 gemäß den Vorgaben der IEC 61400-11 [1] und der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen der Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien (FGW) Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte in der Revision 18 [2] sowie der Verfahrensanweisung QM-PKL-MN-VA [6] durchgeführt.

Die Nennleistung der im Bereich von $4,8 \text{ min}^{-1}$ bis $12,0 \text{ min}^{-1}$ drehzahlvariablen WEA im Betriebsmodus BM 101 dB beträgt 2270 kW.

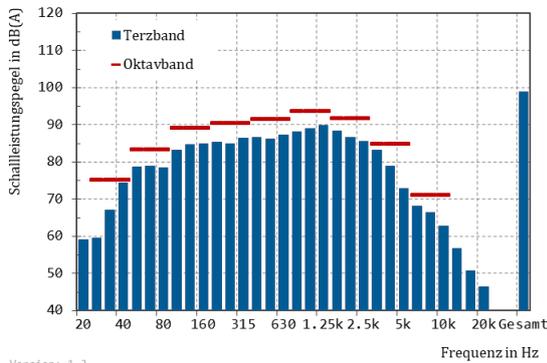
Für den angegebenen Betriebsmodus wurde ein maximaler Schalleistungspegel von 99,0 dB(A) bei einer standardisierten Windgeschwindigkeit von 7.3 m/s^1 in einer Höhe von 10 m ermittelt.

Am Messtag waren im Nahfeld subjektiv keine Ton- oder Impulshaltigkeiten im Betriebsgeräusch der WEA wahrnehmbar.

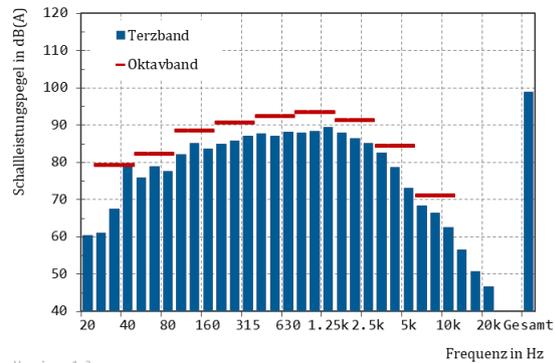
Die rechnerische Ermittlung der Tonhaltigkeit nach [1] ergab den in Kapitel 5.3 und im Anhang A5 spezifizierten Zuschlag für Tonhaltigkeit im Nahbereich der WEA, Zuschläge für Impulshaltigkeiten im Nahbereich der WEA sind nicht zu vergeben.

Für das Windgeschwindigkeitsbin 7 m/s wurde nach [2] eine Unsicherheit U_c von 0,6 dB ermittelt.

¹ Das entspricht der standardisierten Windgeschwindigkeit bei 95% Nennleistung der WEA im vermessenen Betriebsmodus.



Version: 1.3



Version: 1.3

Abbildung 8: Terzspektrum für das ganzzahlige Windgeschwindigkeitsbin 7 m/s.

Abbildung 9: Terzspektrum für das ganzzahlige Windgeschwindigkeitsbin 8 m/s.

Frequenz f in Hz	L_w Terz in dB(A)	L_w Oktav in dB(A)	Frequenz f in Hz	L_w Terz in dB(A)	L_w Oktav in dB(A)
20	59.0		800	88.1	
25	59.6		1000	89.0	93.8
31.5	67.0	75.2	1250	89.9	
40	74.3		1600	88.3	
50	78.7		2000	86.7	91.8
63	79.0	83.5	2500	85.7	
80	78.4		3150	83.1	
100	83.1		4000	78.9	84.8
125	84.6	89.1	5000	72.8	
160	85.0		6300	68.2	
200	85.4		8000	66.5	71.1
250	84.9	90.4	10000	62.8	
315	86.3		12500	56.6	
400	86.7		16000	50.6	57.9
500	86.2	91.5	20000	46.5	
630	87.3		Gesamt	98.9	

Tabelle 11: Terz- und Oktavspektren für das ganzzahlige Windgeschwindigkeitsbin 7 m/s.

Frequenz f in Hz	L_w Terz in dB(A)	L_w Oktav in dB(A)	Frequenz f in Hz	L_w Terz in dB(A)	L_w Oktav in dB(A)
20	60.3		800	87.9	
25	61.1		1000	88.4	93.4
31.5	67.5	79.4	1250	89.5	
40	79.1		1600	87.9	
50	75.8		2000	86.3	91.4
63	79.0	82.4	2500	85.0	
80	77.5		3150	82.6	
100	82.0		4000	78.7	84.4
125	85.1	88.5	5000	73.2	
160	83.6		6300	68.3	
200	85.0		8000	66.4	71.1
250	85.8	90.8	10000	62.6	
315	87.1		12500	56.5	
400	87.6		16000	50.6	57.8
500	87.0	92.4	20000	46.6	
630	88.1		Gesamt	98.9	

Tabelle 12: Terz- und Oktavspektren für das ganzzahlige Windgeschwindigkeitsbin 8 m/s.

A8 Herstellerbescheinigung

Herstellerbescheinigung, Kurzfassung für akustische Nachmessungen
Manufacturer's certificate, Short version for control measurements of acoustic noise

1. Allgemeine Informationen – General information	
Anlagenhersteller – turbine manufacturer :	Enercon
Spezifische Anlagenbezeichnung – specific turbine type name :	E-101
Seriennummer der vermessenen WEA – serial number of tested WT :	1011415
Standort der vermessenen WEA – location of tested WT :	26553 Dornum
Koordinaten des Standortes – coordinates of turbine location (WGS 84, dezimal – WGS 84, decimal) :	Lat: 53,63028° / Lon: 7,41882°
Rotorachse – rotor axis :	horizontal – horizontal
Nennleistung – rated power :	3050 kW
Leistungsregelung – power control :	pitch
Nabenhöhe über Grund – hub height above ground :	135,40 m
Nabenhöhe über Fundamentflansch – hub height above top of foundation flange :	135,20 m
Nennwindgeschwindigkeit – rated wind speed :	12,0 m/s
Ein- / Abschaltwindgeschwindigkeit – cut-in / cut out wind speed :	2,5 m/s / 25,00 m/s
2. Rotor – Rotor	
Durchmesser – rotor diameter :	101,00 m
Anzahl der Blätter – number of blades :	3
Nabenart – kind of hub :	starr – rigid
Anordnung zum Turm – position relative to tower :	luf – upwind
Drehzahlbereich / Drehzahlstufen – rot. speed range / stages of rot. speed :	4,8 - 12 UpM (BM 101 dB) – 4,8 - 12 rpm (OM 101 dB)
Rotorblatteinstellwinkel – rotor blade pitch setting :	variabel – variable
Konuswinkel – cone angle :	0°
Achsneigung – tilt angle :	5°
Horizontaler Abstand Rotormittelpunkt - Turmmittellinie – horiz. distance between centre of rotor and tower centre line :	6,00 m
3. Rotorblatt – Rotor blade	
Hersteller – manufacturer :	ENERCON
Typenbezeichnung – type :	E101-2
Seriennummern der Rotorblätter – serial numbers of rotor blades :	1: KTA1635 2: KTA1636 3: KTA1637
Zusatzkomponenten (z.B. stall strips, Vortex-Gen., Turbulatoren) – additional components (e.g. stall strips, vortex gen., trip strips) :	TES
4. Getriebe – Gearbox	
Hersteller – manufacturer :	entfällt – non existent
Typenbezeichnung – type :	entfällt – non existent
Seriennummer des Getriebes – serial number of gear box :	entfällt – non existent
Ausführung – design :	entfällt – non existent
Übersetzungsverhältnis – gear ratio :	entfällt – non existent
5. Generator – Generator	
Hersteller – manufacturer :	ENERCON
Typenbezeichnung – type :	G-101/30-G4
Seriennummer des Generators – serial number of generator :	Rotor: CF388-1-0183 Stator: CF004-2-0187 CF006-2-0187
Anzahl – number of generators :	1
Art – design :	synchron, Ringgenerator
Nennleistung(en) – rated power value(s) :	3250 kW
Drehzahlbereich / Drehzahlstufen – rot. speed range / stages of rot. speed :	4,8 - 12 UpM (BM 101 dB) – 4,8 - 12 rpm (OM 101 dB)
6. Turm – Tower	
Ausführung – design :	Rohr – tubular, konisch – conical
Material – material :	Stahl / Betonfertigteile – steel / precast concrete
Durchmesser - Turmfuß – foot of the tower diameter :	10,730 m
7. Betriebsführung / Regelung – Control system	
Art der Leistungsregelung – kind of power control :	pitch
Antrieb der Leistungsregelung – actuation of power control :	elektrisch – electrical
Hersteller der Betriebsführung / Regelung – manufacturer of control system :	ENERCON
Typenbezeichnung der Betriebsführung / Regelung – control system type :	CS101a
Bezeichnung der verwendeten Steuerungskurve – designation of used control setup :	ENERCON E-101 3050 kW - BM 101 dB Rev. 0.0 – ENERCON E-101 3050 kW - OM 101 dB Rev. 0.0
Bezeichnung / Messbericht der verwendeten Leistungskurve – designation of power curve report :	D0736821-0_#_de_#_Datenblatt_Leistungsoptimierte_Schallbetriebe_E-101_3050 kW
Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren Schallemmission, Leistungskurve und elektrische Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet sind, die o. g. Eigenschaften aufweist. – The manufacturer of the wind turbine (WT) confirms that the WT whose noise level, performance curve and power quality is measured and depicted in the test reports shows the characteristics given above.	

Aurich, 16.01.2019


ENERCON
ENERCON GmbH
Dreerkamp 5
26605 Aurich

Stempel und Unterschrift des Herstellers
manufacturer's stamp and signature

Document Information:		Document name :	
Compiled/Date:	A. Winter / 14.01.2019		
Department:	CS Fleet Support Engineering / SM		FSE-SM_HB_1-01_E-101_1011415_Dornum.pdf
Checked/Date:	I. Heidenreich / 16.01.2019		

DEUTSCHE WINDGUARD

Schallemissionsmessung an einer Windenergieanlage

**Typ: E-101
Betriebsmodus 102 dB**

Standort: Abens, Niedersachsen

Im Auftrag von

Enercon GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Deutsche WindGuard Consulting GmbH
Oldenburger Straße 65
26316 Varel
Deutschland

Projekt-Nr.: VC17460
Bericht-Nr.: MN17049.A2
Berichtsdatum: 19.10.2018

Schallemissionsmessung an einer Windenergieanlage

Typ: E-101 Betriebsmodus 102 dB

Standort: Abens, Niedersachsen

Beauftragt von:

Enercon GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Erstellt von:

Deutsche WindGuard Consulting GmbH
Oldenburger Straße 65
26316 Varel
Deutschland
Telefon: +49 (0)4451 95 15 0
Fax: +49 (0)4451 95 15 29
E-Mail: info@windguard.de

Projekt-Nr.:

VC17460

Bericht-Nr.:

MN17049.A2

Berichtsdatum:

19.10.2018

Messungsdatum:

17.10.2017

Deutsche WindGuard

Consulting GmbH

Oldenburger Straße 65

D-26316 Varel

Tel.: 04451 / 95 15 - 0 · Fax: 95 15 - 29

Ersteller:

Markus Meyer zu Himmern, Dipl.-Ing. (FH)



Prüfer:

Stefan Kieselhorst, Dipl.-Ing. (FH)



Die Deutsche WindGuard Consulting GmbH ist ein von der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) akkreditiertes Prüflaboratorium nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 in den Bereichen Leistungskurvenmessungen, Windmessungen an Standorten und potenziellen Standorten von Windenergieanlagen, Standortbezogene Energieertragsermittlung von Windparks, Site Suitability Studies, Schallemissions- und Schallimmissionsmessungen, Schallimmissionsermittlung durch Berechnung, Schattenwurferrmittlung durch Berechnung und Belastungsmessungen an Windenergieanlagen. Notifizierte Stelle für behördlich angeordnete Emissions- und Immissionsmessungen zur Ermittlung von Geräuschen von Windenergieanlagen nach §29 Bundes Immissionsschutz Gesetz (BImSchG).

1 Zusammenfassung

Im Auftrag der Enercon GmbH führte die Deutsche WindGuard Consulting GmbH (DWG) die Vermessung der akustischen Eigenschaften an einer Windenergieanlage (WEA) vom Typ E-101 am Standort Abens in Niedersachsen, durch.

Die Vermessung für den Betriebsmodus 102 dB wurde am 17.10.2017 gemäß den Vorgaben des International Standard Wind turbine generator systems – Part 11: Acoustic noise measurement techniques Edition 2:2002 with ammendment 1:2006 IEC 61400-11 [1] und der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen der Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien (FGW) Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte in der Revision 18 [2] sowie der Verfahrensanweisung QM-PKL-MN-VA [3] durchgeführt.

Die Nennleistung der im Bereich von $4,8 \text{ min}^{-1}$ bis $12,6 \text{ min}^{-1}$ drehzahlvariablen WEA im Betriebsmodus 102 dB beträgt 2.470 kW.

Für den angegebenen Betriebsmodus wurde ein maximaler Schalleistungspegel von 101,5 dB(A) bei einer standardisierten Windgeschwindigkeit von 8 m/s in einer Höhe von 10 m ermittelt.

Subjektiv waren am Messtag keine Ton- oder Impulshaltigkeiten im Betriebsgeräusch der WEA wahrnehmbar.

Die rechnerische Ermittlung der Tonhaltigkeit nach [1] ergab den in Kapitel 5.3 erläuterten Zuschlag für Tonhaltigkeit im Nahbereich der WEA. Zuschläge für Impulshaltigkeiten im Nahbereich der WEA sind nicht zu vergeben.

Für den maximalen Schalleistungspegel wurde nach [2] eine Unsicherheit U_C von 0,7 dB ermittelt.

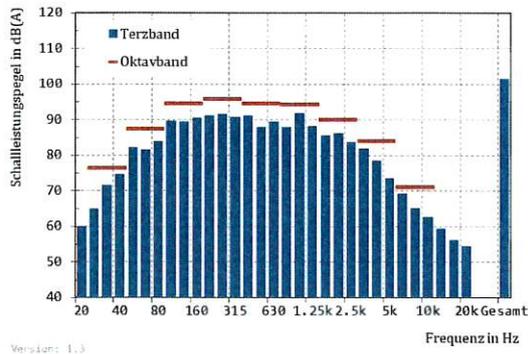


Abbildung 9: Terzspektrum für das ganzzahlige Windgeschwindigkeitsbin 8 m/s.

Frequenz f in Hz	L_w Terz in dB(A)	L_w Oktav in dB(A)	Frequenz f in Hz	L_w Terz in dB(A)	L_w Oktav in dB(A)
20	59.9		800	88.0	
25	65.0		1000	91.8	94.4
31.5	71.5	76.6	1250	88.1	
40	74.6		1600	85.5	
50	82.2		2000	86.3	90.1
63	81.5	87.4	2500	83.7	
80	83.8		3150	82.0	
100	89.6		4000	78.4	84.0
125	89.4	94.6	5000	73.5	
160	90.4		6300	69.1	
200	91.2		8000	65.2	71.2
250	91.5	95.9	10000	62.5	
315	90.7		12500	59.3	
400	91.2		16000	56.0	61.8
500	87.9	94.5	20000	54.3	
630	89.5		Gesamt	101.5	

Tabelle 11: Terz- und Oktavspektren für das ganzzahlige Windgeschwindigkeitsbin 8 m/s.

**Messbericht über die Ermittlung der Schallemissionen der
Windenergieanlage vom Typ Enercon E-101 mit der
Seriennummer E-1011417 im Windpark Georgshof
Betriebsmodus 101 dB**

Dokumenten-Nr.: 20-244-GJH-02 Messstelle nach § 29b BImSchG

Datum: 17.02.2021



Auftraggeber: Rasteder Projektierungs GmbH
Zum Breen 40
D-26180 Rastede

Auftragnehmer: T&H Ingenieure GmbH
Bremerhavener Heerstraße 10
28717 Bremen

Fon: +49 (0) 421 79 400 60-0
Fax: +49 (0) 421 79 400 60-1
E-Mail: info@th-ingenieure.de

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Hünenberg
B.Eng. Christian Bäßler

Dieses Gutachten besteht aus 17 Seiten Textteil und 23 Seiten Anlagen. Eine auszugsweise Veröffentlichung des Gutachtens bedarf der vorherigen schriftlichen Genehmigung der unterzeichnenden Gutachter.

1 Zusammenfassung

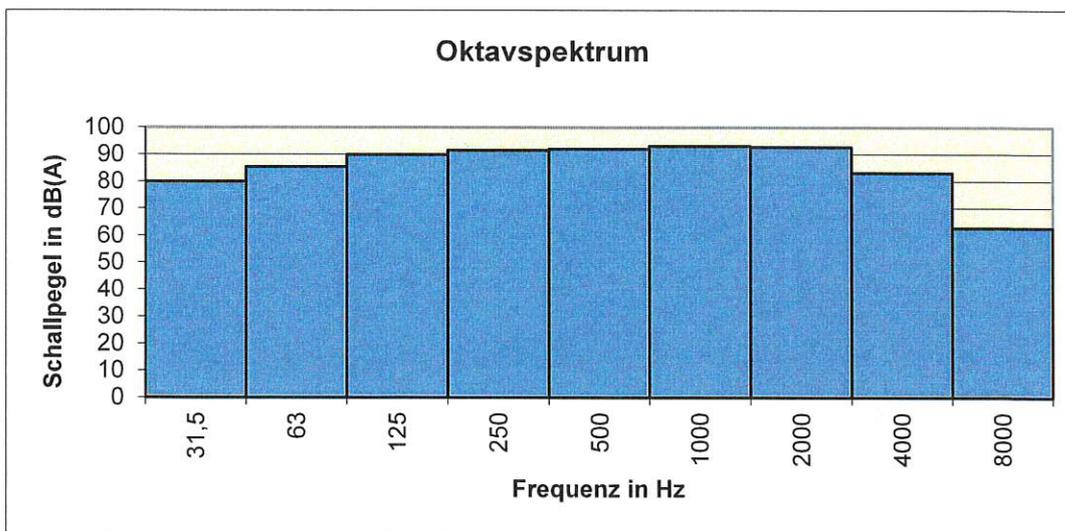
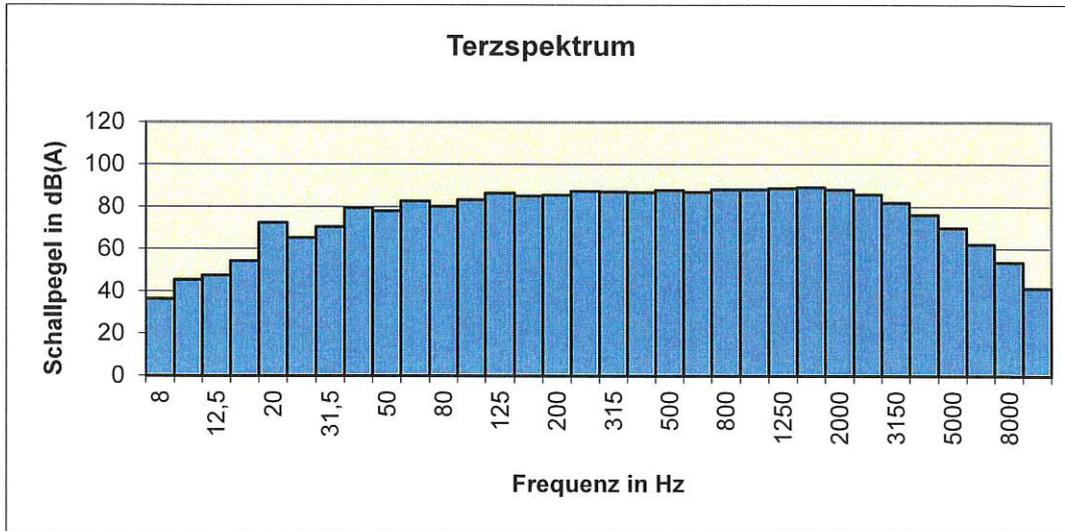
In diesem Messbericht wird die Ermittlung des immissionswirksamen Schalleistungspegels der Windenergieanlage (WEA) 02 vom Typ Enercon E-101 mit der Seriennummer 1011417 am Standort Windpark Georgshof / Dornum dargestellt. Die WEA wurde während der Messung im Betriebsmodus 101 dB mit einer reduzierten Leistung von 2.270 kW und einer maximalen mittleren Rotornendrehzahl von ca. 12,0 U/Min. betrieben. Die über die standardisierte Windgeschwindigkeit aufgetragenen 10 - Sek. - Mittelwerte der gemessenen Schallpegel für den Betriebsmodus 101 dB sind in Anlage 4.1 dargestellt. Die Ergebnisse der gemäß DIN EN 61400-11 /3/ durchgeführten Auswertung für die ganzzahligen standardisierten Windgeschwindigkeiten v_s sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1 Messergebnisse über standardisierter Windgeschwindigkeit v_s , Betriebsmodus 101 dB mit einer Rotornendrehzahl von ca. 12,0 U/Min.

standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	7,3 m/s
Anzahl der gültigen Messwerte Mittelwerte WEA an / aus	34/95	67/109	77/73	28/27	-
Mittlere Rotordrehzahl in 1/Min. ca.	11,1	11,6	12,0	12,0	-
Mittlere elektrische Wirkleistung in kW ca.	1.620	2.080	2.270	2.270	2.160
Schallpegel L_{s+n} in dB(A), WEA und Fremdgeräusch	47,6	48,6	48,7	48,4	48,7
Schallpegel L_n in dB(A), WEA abgeschaltet	43,6	43,8	43,9	44,1	43,8
Schallpegel L_s in dB(A), WEA ohne Fremdgeräusch	46,3	47,3	47,4	47,1	47,4
Schalleistungspegel in dB(A)	98,2	99,2	99,3	99,0	99,3
Fremdgeräuschabstand in dB	4,0	4,8	4,7	4,3	4,9
Tonzuschlag K_{TN}	0	0	0	0	-
Impulzzuschlag K_{IN}	0	0	0	0	-

Fettdruck Betrieb bei 95 % der reduzierten Nennleistung von 2.270 kW (ca. 2.160 kW)

Der höchste Schalleistungspegel wurde mit 99,3 dB(A) bei 95% der reduzierten Nennleistung und in der Windgeschwindigkeitsklasse von $v_s = 8$ m/s ermittelt. Von der Windenergieanlage ging am Messtag keine immissionsrelevante Ton- oder Impulshaltigkeit aus. Der gemäß DIN EN 61400-11 /3/ zur Bestimmung des Schalleistungspegels angestrebte Fremdgeräuschabstand von 6 dB wurde in den immissionsrelevanten Windgeschwindigkeitsklassen nicht ganz erreicht. Daher wurde in den Windgeschwindigkeitsklassen mit einem Fremdgeräuschabstand zwischen 3 dB und 6 dB eine pauschale Fremdgeräuschkorrektur von 1,3 dB berücksichtigt.



Terzschalleistungspegel für $v_s = 7,3$ m/s in dB(A)												
Frequenz	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
$L_{WA,P}$	36,4	45,3	47,6	54,3	72,5	65,4	70,4	79,4	77,9	82,6	80,1	83,2
Frequenz	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1 k	1,25 k	1,6 k
$L_{WA,P}$	86,3	85,1	85,6	87,4	87,1	86,6	87,8	87,0	88,1	88,1	88,7	89,2
Frequenz	2 k	2,5 k	3,15 k	4 k	5 k	6,3 k	8 k	10 k				
$L_{WA,P}$	88,1	85,8	81,8	76,2	70,0	62,1	53,7	41,5				
Oktavschalleistungspegel für $v_s = 7,3$ m/s in dB(A)												
Frequenz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
$L_{WA,P}$	80,0	85,4	89,8	91,5	91,9	93,1	92,7	83,1	62,7			

Terz- und Oktavspektren bei $v_s = 7,3$ m/s

Anlage 8: Auszug aus den Hersteller-Datenblättern zum Anlagentyp ENERCON E-138
EP3 E3

Technisches Datenblatt

Oktavbandpegel Betriebsmodus 0 s

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D1018700/4.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-01-17	de	DA	WRD Wobben Research and Development GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbarer Betriebsmodus	6
2	Allgemeines	7
3	Informationen zu Oktavbandpegeln	7
4	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	8
4.1	Betriebsmodus 0 s	8

4 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

4.1 Betriebsmodus 0 s

Folgende Oktavbandpegelwerte gelten unter Berücksichtigung der im Datenblatt Betriebsmodi aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 2: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
11	78,1	87,4	93,1	96,4	99,7	101,9	98,3	90,0	73,0

Technisches Datenblatt

Oktavbandpegel Betriebsmodus 99,0 dB

**ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D02650495/1.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-01-17	de	DA	WRD Wobben Research and Development GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	6
2	Allgemeines	7
3	Informationen zu Oktavbandpegeln	7
4	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	8
4.1	Betriebsmodus 99,0 dB	8

4 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

4.1 Betriebsmodus 99,0 dB

Folgende Oktavbandpegelwerte gelten unter Berücksichtigung der im Datenblatt Betriebsmodi aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 2: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12,5	73,6	83,7	85,6	86,4	89,3	93,4	95,6	83,8	68,9

Technisches Datenblatt

Terzbandpegel Betriebsmodus 0 s

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D1018696/4.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-01-17	de	DA	WRD Wobben Research and Development 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
diverse	Datenblatt Betriebsmodi

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbarer Betriebsmodus	6
2	Allgemeines	7
3	Informationen zu Terzbandpegeln	7
4	Betriebsmodus 0 s	8
4.1	Terzbandpegel NH	8

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

EIO	Ersatzimmissionsort
HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
IO	Immissionsort
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

Größen, Einheiten, Formeln

v_H	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_s	Standardisierte Windgeschwindigkeit

1 Verfügbarer Betriebsmodus

In der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, welcher Betriebsmodus für welche Turmvarianten bzw. Nabelhöhen verfügbar ist.

Tab. 1: Verfügbarer Betriebsmodus

Be- trieb s- mo- dus	Turmvariante und Nabelhöhe (NH)				
	E-138 EP3 E3- ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E3- ST-99-FB-C-01	E-138 EP3 E3- HST-111-FB- C-01	E-138 EP3 E3- HST-131-FB- C-01	E-138 EP3 E3- HT-160-ES- C-01
	NH 81 m	NH 99 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
0 s	x	x	x	x	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Dieses Dokument beinhaltet Zusatzinformationen zum Datenblatt Betriebsmodi. Im Übrigen gelten die im Datenblatt Betriebsmodi aufgeführten Regelungen hinsichtlich der technischen Eigenschaften der Windenergieanlage.

3 Informationen zu Terzbandpegeln

Für Terzbandpegel bis zur Terzbandmittenfrequenz von 2000 Hz gelten die Angaben zur Unsicherheit gemäß Datenblatt Betriebsmodi. Für Frequenzen größer 2000 Hz nehmen aufgrund physikalischer Effekte die Unsicherheiten zu. Diese Frequenzen haben keinen Einfluss auf den Immissionsort (IO) oder auf den Ersatzimmissionsort (EIO) und sind grundsätzlich vernachlässigbar. Bei verschiedenen Messungen an bestehenden ENERCON Windenergieanlagen verschiedener Typen gemäß den anwendbaren Richtlinien ergaben sich Unsicherheiten für die Terzbandpegel im Frequenzbereich 4000 Hz bei $\pm 2,5$ dB(A) und im Frequenzbereich 8000 Hz bei $\pm 8,0$ dB(A). Angesichts der begrenzten Untersuchungen kann eine Reproduzierbarkeit dieser Messungen für alle ENERCON Windenergieanlagen bei gleichen Unsicherheiten nicht garantiert werden.

Die Zuordnung der Terzbandpegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Terzbandpegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt. Die nachfolgend angegebenen Terzbandpegel wurden auf Basis von aeroakustischen Simulationen ermittelt. Die einzelnen Terzbandpegelwerte können nicht garantiert werden. Der Summenpegel aller Terzbandpegel pro Windgeschwindigkeit entspricht dem Schalleistungspegel bei dieser Windgeschwindigkeit, welcher im zugrundeliegenden Datenblatt für die jeweiligen Betriebsmodi angegeben ist. Daher ist der Summenpegel im Rahmen des im Datenblatt festgelegten Geltungsbereichs und auf Basis der anwendbaren Normen und Richtlinien einzuhalten.

4 Betriebsmodus 0 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. 2: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

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	48,0	50,7	53,1	55,3	57,3	59,1	60,9	62,0	62,4	62,6	62,9
25	52,7	55,4	57,8	60,0	62,0	63,8	65,6	66,8	67,1	67,4	67,7
31,5	56,8	59,5	61,9	64,2	66,2	68,0	69,8	70,9	71,3	71,5	71,8
40	60,4	63,1	65,5	67,8	69,8	71,6	73,4	74,6	75,0	75,2	75,5
50	65,7	67,6	69,6	71,5	73,3	75,1	76,8	77,9	78,3	78,5	78,7
63	67,7	69,9	72,0	74,1	76,0	77,7	79,5	80,6	81,0	81,2	81,4
80	70,3	72,6	74,8	76,9	78,8	80,6	82,3	83,4	83,8	84,0	84,2
100	75,6	77,1	78,7	80,4	82,0	83,5	85,1	86,1	86,4	86,6	86,8
125	76,5	78,3	80,0	81,9	83,5	85,1	86,7	87,7	87,9	88,1	88,2
160	76,6	78,6	80,5	82,4	84,0	85,6	87,1	88,1	88,3	88,4	88,5
200	82,7	83,7	84,7	85,8	86,9	88,1	89,2	90,0	90,1	90,1	90,2
250	82,9	84,1	85,4	86,7	88,0	89,3	90,5	91,3	91,3	91,4	91,3
315	83,5	84,9	86,4	87,9	89,3	90,6	92,0	92,8	92,8	92,8	92,7
400	84,3	85,8	87,4	89,0	90,5	91,9	93,3	94,1	94,1	94,1	94,0
500	84,5	86,2	87,9	89,7	91,2	92,7	94,2	95,1	95,0	95,0	94,9
630	84,9	86,6	88,3	90,1	91,6	93,2	94,7	95,6	95,6	95,6	95,6
800	86,3	87,7	89,2	90,7	92,2	93,6	95,1	96,0	96,3	96,4	96,3
1000	88,1	89,2	90,5	91,9	93,2	94,5	95,8	96,8	97,2	97,5	97,4
1250	88,3	89,4	90,6	91,9	93,2	94,4	95,7	96,7	97,2	97,4	97,4
1600	85,7	86,9	88,2	89,7	91,0	92,4	93,9	94,8	95,0	95,0	95,0
2000	84,4	85,5	86,7	88,1	89,5	90,8	92,2	93,1	93,3	93,3	93,3
2500	83,0	83,9	85,0	86,3	87,5	88,8	90,1	91,0	91,1	91,1	91,1
3150	75,6	77,6	79,5	81,5	83,3	84,9	86,6	87,6	87,7	87,8	87,8
4000	72,3	74,1	76,0	77,9	79,6	81,2	82,9	83,9	84,1	84,1	84,2
5000	68,1	69,7	71,4	73,2	74,9	76,5	78,1	79,2	79,4	79,4	79,5
6300	57,4	60,2	62,7	65,1	67,1	69,0	70,8	72,0	72,2	72,2	72,3
8000	46,8	49,5	52,0	54,5	56,6	58,5	60,3	61,5	61,7	61,8	61,9
10000	32,4	35,0	37,4	39,8	41,9	43,9	45,8	47,0	47,1	47,2	47,3

Tab. 3: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

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	63,2	63,5	63,7	64,0	64,2	64,5	64,6	64,8	65,0	65,1
25	67,9	68,3	68,5	68,7	69,0	69,2	69,4	69,5	69,7	69,9
31,5	72,1	72,4	72,6	72,9	73,1	73,4	73,5	73,7	73,9	74,0
40	75,7	76,1	76,3	76,5	76,8	77,0	77,1	77,3	77,5	77,7
50	79,0	79,3	79,5	79,8	80,0	80,2	80,4	80,5	80,7	80,9
63	81,7	82,0	82,2	82,4	82,7	82,9	83,0	83,2	83,3	83,5
80	84,5	84,8	85,0	85,2	85,4	85,6	85,7	85,9	86,0	86,2
100	87,0	87,3	87,5	87,6	87,8	87,9	88,0	88,1	88,2	88,4
125	88,4	88,7	88,8	88,9	88,9	89,1	89,1	89,2	89,2	89,4
160	88,6	88,8	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	89,0
200	90,2	90,4	90,4	90,3	90,2	90,2	90,2	90,1	90,0	90,0
250	91,4	91,5	91,5	91,3	91,2	91,1	91,0	90,8	90,7	90,7
315	92,7	92,8	92,8	92,5	92,3	92,2	92,0	91,8	91,7	91,6
400	94,0	94,1	94,0	93,7	93,5	93,4	93,2	93,0	92,8	92,7
500	94,9	95,0	94,9	94,7	94,5	94,4	94,2	94,0	93,8	93,7
630	95,5	95,6	95,6	95,4	95,3	95,3	95,2	95,0	94,9	94,8
800	96,3	96,4	96,4	96,4	96,3	96,3	96,3	96,2	96,1	96,1
1000	97,4	97,5	97,5	97,6	97,6	97,6	97,6	97,6	97,6	97,6
1250	97,4	97,5	97,5	97,6	97,7	97,7	97,7	97,8	97,8	97,8
1600	95,0	95,1	95,1	95,3	95,4	95,5	95,5	95,7	95,8	95,9
2000	93,3	93,4	93,4	93,6	93,7	93,8	94,0	94,3	94,5	94,6
2500	91,1	91,3	91,3	91,5	91,7	91,8	92,1	92,5	92,6	92,7
3150	87,8	88,0	88,0	88,3	88,6	88,8	89,2	89,5	89,5	89,4
4000	84,2	84,4	84,5	84,9	85,2	85,4	85,7	85,7	85,5	85,3
5000	79,6	79,7	79,9	80,3	80,5	80,7	80,7	80,4	80,1	80,0
6300	72,4	72,6	72,7	73,1	73,2	73,2	72,9	72,5	72,2	72,0
8000	61,9	62,1	62,2	62,4	62,4	62,2	61,9	61,4	61,1	60,9
10000	47,3	47,4	47,5	47,6	47,5	47,3	47,0	46,4	46,1	45,8

Technisches Datenblatt

Oktavbandpegel Betriebsmodus 0 s

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D1018700/4.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-01-17	de	DA	WRD Wobben Research and Development 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.

Übergeordnete Normen und Richtlinien

Dokument-ID	Dokument
ISO 266:1997	Acoustic – Preferred frequencies

Zugehörige Dokumente

Dokument-ID	Dokument
diverse	Datenblatt Betriebsmodi

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbarer Betriebsmodus	6
2	Allgemeines	7
3	Informationen zu Oktavbandpegeln	7
4	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	8
4.1	Betriebsmodus 0 s	8

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

EIO	Ersatzimmissionsort
HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
IO	Immissionsort
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

Größen, Einheiten, Formeln

L_o	Oktavbandpegel
L_T	Terzbandpegel
v_H	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_s	Standardisierte Windgeschwindigkeit

1 Verfügbarer Betriebsmodus

In der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, welcher Betriebsmodus für welche Turmvarianten bzw. Nabelhöhen verfügbar ist.

Tab. 1: Verfügbarer Betriebsmodus

Betriebsmodus	Turmvariante und Nabelhöhe (NH)				
	E-138 EP3 E3-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E3-ST-99-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01
	NH 81 m	NH 99 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
0 s	x	x	x	x	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Dieses Dokument beinhaltet Zusatzinformationen zum Datenblatt Betriebsmodi. Im Übrigen gelten die im Datenblatt Betriebsmodi aufgeführten Regelungen hinsichtlich der technischen Eigenschaften der Windenergieanlage.

3 Informationen zu Oktavbandpegeln

Für Oktavbandpegel bis zur Oktavbandmittenfrequenz von 2000 Hz gelten die Angaben zur Unsicherheit gemäß Datenblatt Betriebsmodi. Für Frequenzen größer 2000 Hz nehmen aufgrund physikalischer Effekte die Unsicherheiten zu. Diese Frequenzen haben keinen Einfluss auf den Immissionsort (IO) oder auf den Ersatzimmissionsort (EIO) und sind grundsätzlich vernachlässigbar. Bei verschiedenen Messungen an bestehenden ENERCON Windenergieanlagen verschiedener Typen gemäß den anwendbaren Richtlinien ergaben sich Unsicherheiten für die Oktavbandpegel im Frequenzbereich 4000 Hz bei $\pm 2,5$ dB(A) und im Frequenzbereich 8000 Hz bei $\pm 8,0$ dB(A). Angesichts der begrenzten Untersuchungen kann eine Reproduzierbarkeit dieser Messungen für alle ENERCON Windenergieanlagen bei gleichen Unsicherheiten nicht garantiert werden.

Die Zuordnung der Oktavbandpegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Oktavbandpegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt. Die nachfolgend angegebenen Oktavbandpegel wurden auf Basis von aeroakustischen Simulationen ermittelt. Die einzelnen Oktavbandpegelwerte können nicht garantiert werden. Der Summenpegel aller Oktavbandpegel pro Windgeschwindigkeit entspricht dem Schalleistungspegel bei dieser Windgeschwindigkeit, welcher im zugrundeliegenden Datenblatt für die jeweiligen Betriebsmodi angegeben ist. Daher ist der Summenpegel im Rahmen des im Datenblatt festgelegten Geltungsbereichs und auf Basis der anwendbaren Normen und Richtlinien einzuhalten.

Die angegebenen Oktavbandpegel des lautesten Zustands wurden aus den simulierten Terzbandpegelwerten gemäß den Frequenzbändern der ISO 266:1997 im Bereich von 25 Hz bis 10000 Hz erzeugt. Ein Oktavbandpegel L_o wird aus 3 Terzbandpegeln L_{T1} , L_{T2} und L_{T3} gemäß folgender Formel berechnet:

$$L_o = 10 \times \log\left(10^{\frac{L_{T1}}{10}} + 10^{\frac{L_{T2}}{10}} + 10^{\frac{L_{T3}}{10}}\right)$$

4 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

4.1 Betriebsmodus 0 s

Folgende Oktavbandpegelwerte gelten unter Berücksichtigung der im Datenblatt Betriebsmodi aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 2: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
11	78,1	87,4	93,1	96,4	99,7	101,9	98,3	90,0	73,0

Technisches Datenblatt

Leistungsoptimierte Schallbetriebe

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D02438336/3.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-03-02	de	DA	WRD Wobben Research and Development 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.

Übergeordnete Normen und Richtlinien

Dokument-ID	Dokument
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

Zugehörige Dokumente

Dokument-ID	Dokument
diverse	Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	6
2	Allgemeines	7
2.1	Leistungsverhalten	7
2.2	Informationen zu Schalleistungspegeln	7
2.3	Betriebsparameter	7
2.4	Standorteigenschaften	8
2.5	Turbulenzintensität	9
3	Betriebsmodus NR I s	11
3.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR I s	11
3.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR I s	14
4	Betriebsmodus NR II s	16
4.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR II s	16
4.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR II s	19
5	Betriebsmodus NR III s	21
5.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR III s	21
5.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR III s	24

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

Größen, Einheiten, Formeln

L_{WA}	Schallleistungspegel
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. Nabenhöhen verfügbar sind.

Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi

Be- triebs- modus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)				
	E-138 EP3 E3-ST-81-FB- C-01	E-138 EP3 E3-ST-99-FB- C-01	E-138 EP3 E3-HST-111- FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131- FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160- ES-C-01
	NH 81 m	NH 99 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
NR I s	x	x	x	x	x
NR II s	x	x	x	x	x
NR III s	x	x	x	-	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Zu den in diesem Dokument angegebenen technischen Eigenschaften der Windenergieanlage ist zwingend das Beiblatt zu diesem Dokument zu beachten. Eine Übersicht über die Beiblätter steht dem Vertrieb zur Verfügung (D0950052 „Übersicht Beiblätter zu den Schall- und Leistungsdatenblättern“).

2.1 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.

2.2 Informationen zu Schalleistungspegeln

Die Zuordnung der Schalleistungspegel (L_{WA}) 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.

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 $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ und $\sigma_P = 1,2 \text{ dB(A)}$. Es gilt der 90-prozentige Vertrauensbereich:

$$L_{e,\max} = L_W + 1,28 \cdot \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

Ist während einer Vermessung die Differenz zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch kleiner als 6 dB(A), so muss von einer höheren Unsicherheit ausgegangen werden. Richtlinie ist die IEC 61400-11:2012.

Die Schalleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 8 angegebenen Bedingungen berechnet. Es wird eine vorherrschende Turbulenzintensitätsverteilung von 6 % bis 12 % angenommen.

Eine projekt- und/oder standortspezifische Garantie über die Einhaltung des Schalleistungspegels wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

2.3 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.

2.4 Standorteigenschaften

Die Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien sowie Schalleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 8 angegebenen Bedingungen bei unbeschädigten Blattvorderkanten 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
relative Luftfeuchte	70 %
Temperatur	15 °C
Turbulenzintensität	gemäß Kap. 2.5, S. 9
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.

2.5 Turbulenzintensität

Den Gültigkeitsbereich der Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien, hinsichtlich möglicher am Standort vorherrschender Turbulenzintensitäten, definiert die nachfolgende Tabelle. Weitere Einschränkungen sind Tab. 2, S. 8 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 Betriebsmodus NR I s

3.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus NR I s

 Tab. 4: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR 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	2	0,03	0,77
2,50	19	0,13	1,05
3,00	69	0,28	1,04
3,50	146	0,37	0,97
4,00	250	0,43	0,94
4,50	383	0,46	0,92
5,00	540	0,47	0,90
5,50	729	0,48	0,89
6,00	952	0,48	0,89
6,50	1210	0,48	0,88
7,00	1501	0,48	0,86
7,50	1818	0,47	0,83
8,00	2152	0,46	0,79
8,50	2489	0,44	0,75
9,00	2815	0,42	0,69
9,50	3117	0,40	0,64
10,00	3383	0,37	0,58
10,50	3604	0,34	0,53
11,00	3777	0,31	0,48
11,50	3903	0,28	0,43
12,00	3990	0,25	0,38
12,50	4046	0,23	0,34
13,00	4080	0,20	0,30
13,50	4080	0,18	0,27
14,00	4080	0,16	0,24
14,50	4080	0,15	0,21

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	4080	0,13	0,19
15,50	4080	0,12	0,17
16,00	4080	0,11	0,16
16,50	4080	0,10	0,14
17,00	4080	0,09	0,13
17,50	4080	0,08	0,12
18,00	4080	0,08	0,11
18,50	4080	0,07	0,10
19,00	4080	0,07	0,10
19,50	4080	0,06	0,09
20,00	4080	0,06	0,08
20,50	4078	0,05	0,08
21,00	4032	0,05	0,07
21,50	3960	0,04	0,07
22,00	3855	0,04	0,06
22,50	3710	0,04	0,06
23,00	3526	0,03	0,05
23,50	3304	0,03	0,05
24,00	3049	0,02	0,04
24,50	2774	0,02	0,04
25,00	2249	0,02	0,03
25,50	1950	0,01	0,02
26,00	1666	0,01	0,02
26,50	1397	0,01	0,02
27,00	1149	0,01	0,01
27,50	928	0,01	0,01
28,00	787	0,00	0,01

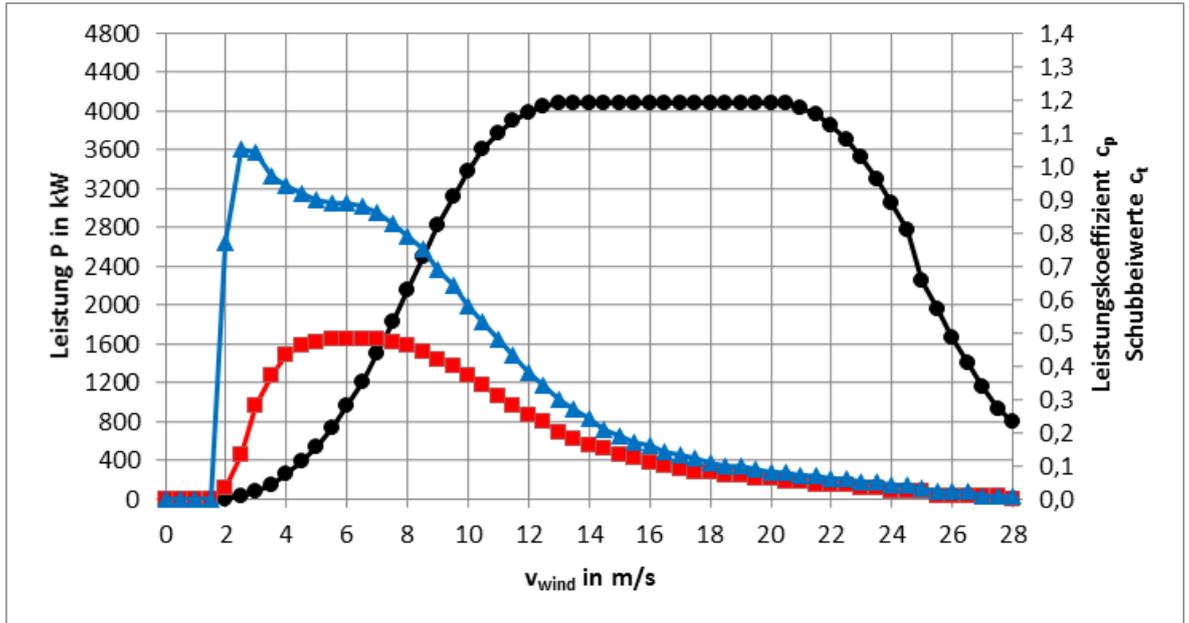


Abb. 1: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR I s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

3.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR I s

Im Betriebsmodus NR I s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 105,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 7 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 5: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	4080	kW
Nennwindgeschwindigkeit	13,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E3-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-ST-99-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	10,6	U/min

Tab. 6: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,3
5,5 m/s	97,6
6 m/s	99,0
6,5 m/s	100,5
7 m/s	101,9
7,5 m/s	103,3
8 m/s	104,6
8,5 m/s	105,0
9 m/s	105,0
9,5 m/s	105,0
10 m/s	105,0
10,5 m/s	105,0
11 m/s	105,0
11,5 m/s	105,0
12 m/s	105,0
12,5 m/s	105,0
13 m/s	105,0
13,5 m/s	105,0

v_H	Schalleistungspegel in dB(A)
14 m/s	105,0
14,5 m/s	105,0
15 m/s	105,0

4 Betriebsmodus NR II s

4.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus NR II s

Tab. 7: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR 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	2	0,03	0,77
2,50	19	0,13	1,05
3,00	69	0,28	1,04
3,50	146	0,37	0,97
4,00	250	0,43	0,94
4,50	383	0,46	0,92
5,00	540	0,47	0,90
5,50	729	0,48	0,89
6,00	951	0,48	0,88
6,50	1205	0,48	0,87
7,00	1485	0,47	0,84
7,50	1782	0,46	0,80
8,00	2084	0,44	0,75
8,50	2379	0,42	0,69
9,00	2658	0,40	0,64
9,50	2915	0,37	0,58
10,00	3146	0,34	0,52
10,50	3346	0,32	0,47
11,00	3512	0,29	0,43
11,50	3642	0,26	0,39
12,00	3737	0,24	0,35
12,50	3804	0,21	0,31
13,00	3849	0,19	0,28
13,50	3870	0,17	0,25
14,00	3870	0,15	0,22
14,50	3870	0,14	0,20

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	3870	0,13	0,18
15,50	3870	0,11	0,16
16,00	3870	0,10	0,15
16,50	3870	0,09	0,14
17,00	3870	0,09	0,12
17,50	3870	0,08	0,11
18,00	3870	0,07	0,11
18,50	3870	0,07	0,10
19,00	3870	0,06	0,09
19,50	3870	0,06	0,08
20,00	3870	0,05	0,08
20,50	3870	0,05	0,07
21,00	3862	0,05	0,07
21,50	3813	0,04	0,06
22,00	3738	0,04	0,06
22,50	3628	0,04	0,05
23,00	3480	0,03	0,05
23,50	3294	0,03	0,05
24,00	3070	0,02	0,04
24,50	2825	0,02	0,04
25,00	2317	0,02	0,03
25,50	2015	0,01	0,02
26,00	1729	0,01	0,02
26,50	1456	0,01	0,02
27,00	1202	0,01	0,01
27,50	975	0,01	0,01
28,00	828	0,00	0,01

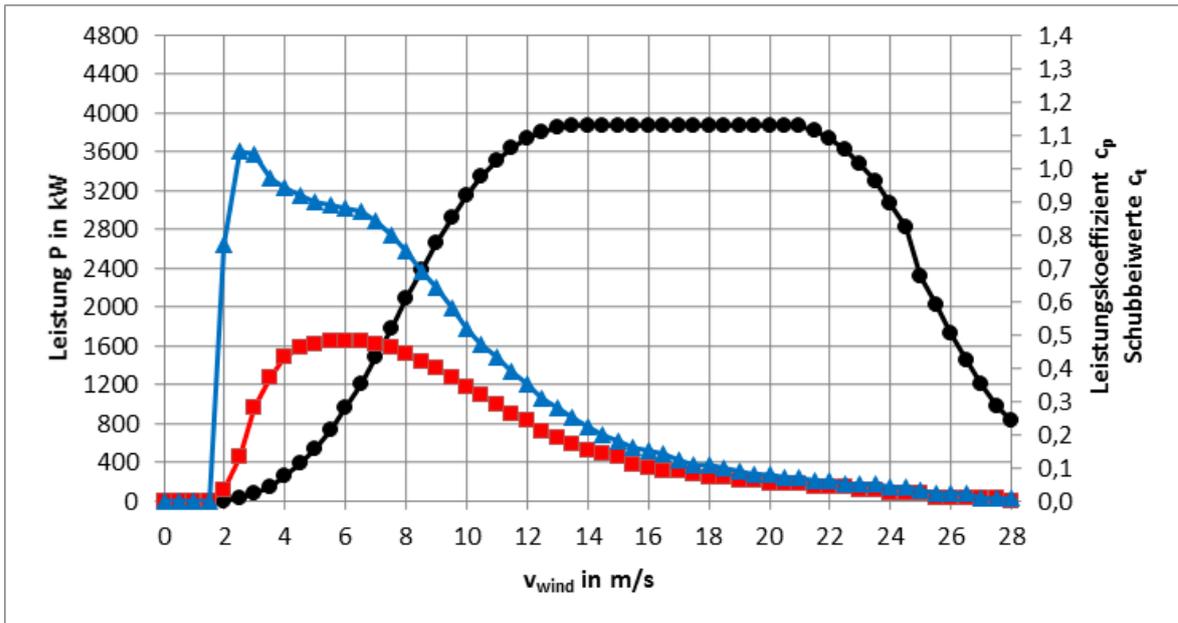
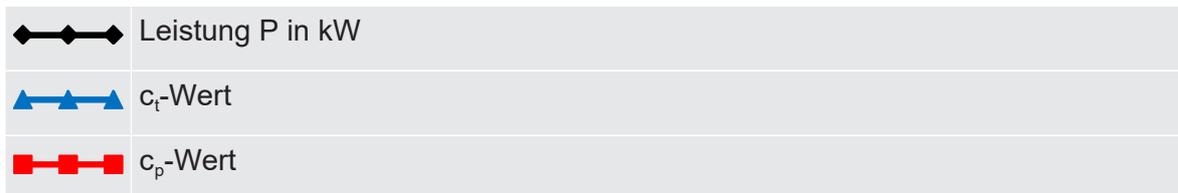


Abb. 2: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR II s



4.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR II s

Im Betriebsmodus NR II s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 104,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 7 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 8: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	3870	kW
Nennwindgeschwindigkeit	13,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E3-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-ST-99-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	10,1	U/min

Tab. 9: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,3
5,5 m/s	97,6
6 m/s	99,0
6,5 m/s	100,5
7 m/s	101,9
7,5 m/s	103,3
8 m/s	104,0
8,5 m/s	104,0
9 m/s	104,0
9,5 m/s	104,0
10 m/s	104,0
10,5 m/s	104,0
11 m/s	104,0
11,5 m/s	104,0
12 m/s	104,0
12,5 m/s	104,0
13 m/s	104,0
13,5 m/s	104,0

v_H	Schalleistungspegel in dB(A)
14 m/s	104,0
14,5 m/s	104,0
15 m/s	104,0

5 Betriebsmodus NR III s

5.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus NR III s

Tab. 10: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR III 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	2	0,03	0,77
2,50	19	0,13	1,05
3,00	69	0,28	1,04
3,50	146	0,37	0,97
4,00	250	0,43	0,94
4,50	383	0,46	0,92
5,00	540	0,47	0,90
5,50	727	0,48	0,89
6,00	942	0,48	0,87
6,50	1183	0,47	0,84
7,00	1440	0,46	0,79
7,50	1703	0,44	0,74
8,00	1964	0,42	0,68
8,50	2215	0,39	0,62
9,00	2455	0,37	0,56
9,50	2680	0,34	0,51
10,00	2890	0,32	0,46
10,50	3080	0,29	0,42
11,00	3247	0,27	0,39
11,50	3388	0,24	0,35
12,00	3500	0,22	0,32
12,50	3583	0,20	0,29
13,00	3643	0,18	0,26
13,50	3682	0,16	0,23
14,00	3700	0,15	0,21
14,50	3700	0,13	0,19

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	3700	0,12	0,17
15,50	3700	0,11	0,16
16,00	3700	0,10	0,14
16,50	3700	0,09	0,13
17,00	3700	0,08	0,12
17,50	3700	0,08	0,11
18,00	3700	0,07	0,10
18,50	3700	0,06	0,09
19,00	3700	0,06	0,09
19,50	3700	0,05	0,08
20,00	3700	0,05	0,08
20,50	3700	0,05	0,07
21,00	3700	0,04	0,07
21,50	3685	0,04	0,06
22,00	3634	0,04	0,06
22,50	3553	0,03	0,05
23,00	3438	0,03	0,05
23,50	3286	0,03	0,04
24,00	3095	0,02	0,04
24,50	2881	0,02	0,04
25,00	2402	0,02	0,03
25,50	2105	0,01	0,03
26,00	1814	0,01	0,02
26,50	1535	0,01	0,02
27,00	1275	0,01	0,01
27,50	1039	0,01	0,01
28,00	885	0,00	0,01

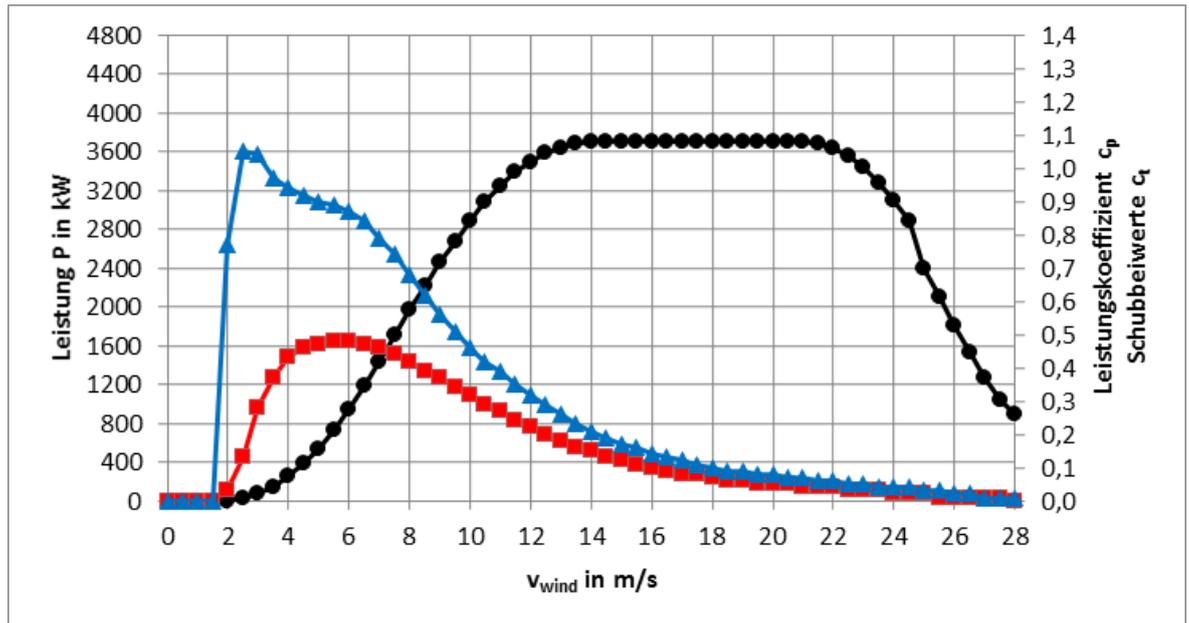


Abb. 3: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR III s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

5.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR III s

Im Betriebsmodus NR III s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 103,2 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 7 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 11: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	3700	kW
Nennwindgeschwindigkeit	14,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E3-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-ST-99-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	9,7	U/min

Tab. 12: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,3
5,5 m/s	97,6
6 m/s	99,0
6,5 m/s	100,5
7 m/s	101,9
7,5 m/s	102,8
8 m/s	102,9
8,5 m/s	103,1
9 m/s	103,2
9,5 m/s	103,2
10 m/s	103,2
10,5 m/s	103,2
11 m/s	103,2
11,5 m/s	103,2
12 m/s	103,2
12,5 m/s	103,2
13 m/s	103,2
13,5 m/s	103,2

v_H	Schalleistungspegel in dB(A)
14 m/s	103,2
14,5 m/s	103,2
15 m/s	103,2

Technisches Datenblatt

Terzbandpegel leistungsoptimierter Schallbetriebe

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D02438343/3.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-03-02	de	DA	WRD Wobben Research and Development 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
diverse	Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	6
2	Allgemeines	7
3	Informationen zu Terzbandpegeln	7
4	Betriebsmodus NR I s	8
4.1	Terzbandpegel NH	8
5	Betriebsmodus NR II s	10
5.1	Terzbandpegel NH	10
6	Betriebsmodus NR III s	12
6.1	Terzbandpegel NH	12

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

EIO	Ersatzimmissionsort
HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
IO	Immissionsort
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

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. Nabenhöhen verfügbar sind.

Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi

Be- triebs- modus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)				
	E-138 EP3 E3-ST-81-FB- C-01	E-138 EP3 E3-ST-99-FB- C-01	E-138 EP3 E3-HST-111- FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131- FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160- ES-C-01
	NH 81 m	NH 99 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
NR I s	x	x	x	x	x
NR II s	x	x	x	x	x
NR III s	x	x	x	-	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Dieses Dokument beinhaltet Zusatzinformationen zum Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe. Im Übrigen gelten die im Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe aufgeführten Regelungen hinsichtlich der technischen Eigenschaften der Windenergieanlage.

3 Informationen zu Terzbandpegeln

Für Terzbandpegel bis zur Terzbandmittenfrequenz von 2000 Hz gelten die Angaben zur Unsicherheit gemäß Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe. Für Frequenzen größer 2000 Hz nehmen aufgrund physikalischer Effekte die Unsicherheiten zu. Diese Frequenzen haben keinen Einfluss auf den Immissionsort (IO) oder auf den Ersatzimmissionsort (EIO) und sind grundsätzlich vernachlässigbar. Bei verschiedenen Messungen an bestehenden ENERCON Windenergieanlagen verschiedener Typen gemäß den anwendbaren Richtlinien ergaben sich Unsicherheiten für die Terzbandpegel im Frequenzbereich 4000 Hz bei $\pm 2,5$ dB(A) und im Frequenzbereich 8000 Hz bei $\pm 8,0$ dB(A). Angesichts der begrenzten Untersuchungen kann eine Reproduzierbarkeit dieser Messungen für alle ENERCON Windenergieanlagen bei gleichen Unsicherheiten nicht garantiert werden.

Die Zuordnung der Terzbandpegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Terzbandpegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt. Die nachfolgend angegebenen Terzbandpegel wurden auf Basis von aeroakustischen Simulationen ermittelt. Die einzelnen Terzbandpegelwerte können nicht garantiert werden. Der Summenpegel aller Terzbandpegel pro Windgeschwindigkeit entspricht dem Schalleistungspegel bei dieser Windgeschwindigkeit, welcher im zugrundeliegenden Datenblatt für die jeweiligen Betriebsmodi angegeben ist. Daher ist der Summenpegel im Rahmen des im Datenblatt festgelegten Geltungsbereichs und auf Basis der anwendbaren Normen und Richtlinien einzuhalten.

4 Betriebsmodus NR 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. 2: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

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	48,0	50,7	53,1	55,3	57,3	59,1	60,8	61,3	61,4	61,6	61,9
25	52,7	55,4	57,8	60,0	62,0	63,8	65,5	66,0	66,1	66,3	66,6
31,5	56,8	59,5	61,9	64,2	66,2	68,0	69,7	70,2	70,3	70,5	70,8
40	60,4	63,1	65,5	67,8	69,8	71,6	73,3	73,8	73,9	74,1	74,4
50	65,7	67,6	69,6	71,5	73,3	75,1	76,7	77,2	77,2	77,4	77,7
63	67,7	69,9	72,0	74,1	76,0	77,7	79,4	79,9	79,9	80,1	80,4
80	70,3	72,6	74,8	76,9	78,8	80,6	82,2	82,7	82,8	83,0	83,2
100	75,6	77,1	78,7	80,4	82,0	83,5	85,0	85,4	85,5	85,6	85,8
125	76,5	78,3	80,0	81,9	83,5	85,1	86,6	87,0	87,0	87,1	87,3
160	76,6	78,6	80,5	82,4	84,0	85,6	87,0	87,4	87,3	87,4	87,5
200	82,7	83,7	84,7	85,8	86,9	88,1	89,1	89,4	89,3	89,3	89,4
250	82,9	84,1	85,4	86,7	88,0	89,3	90,4	90,7	90,5	90,5	90,5
315	83,5	84,9	86,4	87,9	89,3	90,6	91,9	92,1	91,9	91,8	91,8
400	84,3	85,8	87,4	89,0	90,5	91,9	93,2	93,5	93,2	93,1	93,1
500	84,5	86,2	87,9	89,7	91,2	92,7	94,1	94,3	94,1	94,0	93,9
630	84,9	86,6	88,3	90,1	91,6	93,2	94,6	94,9	94,7	94,6	94,6
800	86,3	87,7	89,2	90,7	92,2	93,6	95,0	95,4	95,5	95,5	95,5
1000	88,1	89,2	90,5	91,9	93,2	94,5	95,7	96,4	96,7	96,7	96,7
1250	88,3	89,4	90,6	91,9	93,2	94,4	95,6	96,3	96,6	96,7	96,7
1600	85,7	86,9	88,2	89,7	91,0	92,4	93,8	94,1	94,1	94,1	94,1
2000	84,4	85,5	86,7	88,1	89,5	90,8	92,1	92,4	92,3	92,2	92,2
2500	83,0	83,9	85,0	86,3	87,5	88,8	90,0	90,3	90,1	90,1	90,1
3150	75,6	77,6	79,5	81,5	83,3	84,9	86,5	86,7	86,6	86,6	86,6
4000	72,3	74,1	76,0	77,9	79,6	81,2	82,8	83,0	82,9	82,9	82,9
5000	68,1	69,7	71,4	73,2	74,9	76,5	78,0	78,2	78,1	78,1	78,2
6300	57,4	60,2	62,7	65,1	67,1	69,0	70,7	70,9	70,8	70,8	70,9
8000	46,8	49,5	52,0	54,5	56,6	58,5	60,2	60,4	60,3	60,3	60,4
10000	32,4	35,0	37,4	39,8	41,9	43,9	45,6	45,9	45,8	45,8	45,8

Tab. 3: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

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	62,1	62,3	62,6	62,8	63,1	63,3	63,5	63,7	63,8	64,0
25	66,8	67,1	67,3	67,6	67,8	68,0	68,2	68,4	68,5	68,7
31,5	71,0	71,2	71,5	71,7	71,9	72,2	72,4	72,5	72,7	72,9
40	74,6	74,9	75,1	75,3	75,6	75,8	76,0	76,1	76,3	76,5
50	77,9	78,1	78,4	78,6	78,8	79,0	79,2	79,4	79,5	79,7
63	80,6	80,8	81,1	81,3	81,5	81,7	81,8	82,0	82,1	82,3
80	83,4	83,6	83,8	84,0	84,2	84,4	84,5	84,7	84,8	85,0
100	86,0	86,2	86,4	86,5	86,6	86,8	86,9	87,0	87,1	87,2
125	87,4	87,6	87,7	87,7	87,8	87,9	88,0	88,0	88,1	88,2
160	87,7	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,9
200	89,4	89,5	89,4	89,4	89,3	89,2	89,2	89,1	89,0	89,1
250	90,6	90,6	90,5	90,3	90,2	90,0	90,0	89,8	89,7	89,7
315	91,9	91,8	91,7	91,5	91,3	91,1	91,0	90,8	90,6	90,6
400	93,1	93,1	92,9	92,7	92,5	92,2	92,1	91,9	91,7	91,6
500	93,9	93,9	93,7	93,5	93,4	93,2	93,0	92,8	92,7	92,6
630	94,6	94,5	94,4	94,3	94,2	94,1	94,0	93,9	93,8	93,7
800	95,5	95,4	95,4	95,4	95,4	95,3	95,3	95,3	95,2	95,2
1000	96,7	96,7	96,7	96,8	96,8	96,8	96,9	96,8	96,8	96,8
1250	96,7	96,7	96,8	96,9	96,9	96,9	97,0	97,0	97,0	97,0
1600	94,0	94,0	94,1	94,2	94,3	94,4	94,4	94,6	94,7	94,8
2000	92,2	92,2	92,3	92,4	92,5	92,6	92,8	93,0	93,3	93,4
2500	90,0	90,0	90,2	90,4	90,5	90,6	90,8	91,2	91,4	91,5
3150	86,6	86,6	86,8	87,0	87,3	87,5	87,8	88,2	88,2	88,1
4000	82,9	82,9	83,2	83,6	83,8	84,1	84,3	84,4	84,2	84,1
5000	78,2	78,2	78,6	79,0	79,2	79,4	79,4	79,2	78,9	78,7
6300	70,9	70,9	71,3	71,6	71,8	71,8	71,6	71,2	70,9	70,7
8000	60,4	60,5	60,7	60,9	60,9	60,8	60,6	60,2	59,8	59,6
10000	45,8	45,8	46,0	46,1	46,1	46,0	45,7	45,2	44,8	44,5

5 Betriebsmodus NR 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. 4: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

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	48,0	50,7	53,1	55,3	57,3	59,1	60,0	60,1	60,2	60,4	60,7
25	52,7	55,4	57,8	60,0	62,0	63,9	64,7	64,8	64,9	65,1	65,4
31,5	56,8	59,5	61,9	64,2	66,2	68,0	68,9	69,0	69,1	69,3	69,6
40	60,4	63,1	65,5	67,8	69,8	71,7	72,5	72,6	72,7	72,9	73,2
50	65,7	67,6	69,6	71,5	73,3	75,1	75,9	76,0	76,1	76,3	76,5
63	67,7	69,9	72,0	74,1	76,0	77,8	78,6	78,7	78,7	78,9	79,2
80	70,3	72,6	74,8	76,9	78,8	80,6	81,5	81,5	81,6	81,7	82,0
100	75,6	77,1	78,7	80,4	82,0	83,5	84,3	84,3	84,3	84,5	84,7
125	76,5	78,3	80,0	81,9	83,5	85,1	85,9	85,8	85,8	85,9	86,0
160	76,6	78,6	80,5	82,4	84,0	85,6	86,3	86,3	86,1	86,1	86,3
200	82,7	83,7	84,7	85,8	86,9	88,0	88,6	88,5	88,3	88,2	88,3
250	82,9	84,1	85,4	86,7	88,0	89,2	89,8	89,6	89,4	89,3	89,3
315	83,5	84,9	86,4	87,9	89,3	90,6	91,2	91,0	90,7	90,6	90,6
400	84,3	85,8	87,4	89,0	90,5	91,9	92,5	92,3	92,0	91,8	91,8
500	84,5	86,2	87,9	89,7	91,2	92,7	93,4	93,1	92,8	92,6	92,6
630	84,9	86,6	88,3	90,1	91,6	93,2	93,8	93,7	93,4	93,3	93,3
800	86,3	87,7	89,2	90,7	92,2	93,6	94,4	94,5	94,5	94,5	94,5
1000	88,1	89,2	90,5	91,9	93,2	94,5	95,3	95,6	95,9	96,0	96,1
1250	88,3	89,4	90,6	91,9	93,2	94,4	95,3	95,6	96,0	96,1	96,1
1600	85,7	86,9	88,2	89,7	91,0	92,4	93,1	93,1	93,1	93,1	93,1
2000	84,4	85,5	86,7	88,1	89,5	90,8	91,4	91,3	91,2	91,2	91,2
2500	83,0	83,9	85,0	86,3	87,5	88,8	89,3	89,2	89,0	89,0	89,1
3150	75,6	77,6	79,5	81,5	83,3	84,9	85,6	85,5	85,4	85,4	85,4
4000	72,3	74,1	76,0	77,9	79,6	81,2	81,8	81,8	81,7	81,7	81,8
5000	68,1	69,7	71,4	73,2	74,9	76,5	77,0	77,0	77,0	77,0	77,2
6300	57,4	60,2	62,7	65,1	67,1	69,0	69,6	69,5	69,5	69,6	69,7
8000	46,8	49,5	52,0	54,5	56,6	58,5	59,1	59,0	59,0	59,1	59,2
10000	32,4	35,0	37,4	39,8	41,9	43,9	44,5	44,4	44,4	44,4	44,5

Tab. 5: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

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	60,9	61,2	61,4	61,6	61,8	62,1	62,3	62,5	62,6	62,8
25	65,7	65,9	66,1	66,3	66,6	66,8	67,0	67,2	67,3	67,5
31,5	69,8	70,1	70,3	70,5	70,7	70,9	71,1	71,3	71,5	71,7
40	73,4	73,7	73,9	74,1	74,3	74,5	74,7	74,9	75,1	75,2
50	76,7	77,0	77,2	77,4	77,6	77,8	78,0	78,2	78,3	78,5
63	79,4	79,6	79,8	80,0	80,2	80,4	80,6	80,8	80,9	81,1
80	82,2	82,4	82,6	82,8	82,9	83,1	83,3	83,5	83,6	83,7
100	84,8	85,0	85,2	85,3	85,4	85,6	85,7	85,8	85,9	86,0
125	86,1	86,3	86,4	86,5	86,6	86,7	86,8	86,8	86,9	87,0
160	86,3	86,5	86,5	86,6	86,5	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6
200	88,3	88,4	88,4	88,4	88,3	88,3	88,2	88,1	88,1	88,0
250	89,3	89,3	89,3	89,2	89,1	89,0	88,9	88,8	88,7	88,6
315	90,5	90,5	90,5	90,3	90,1	90,0	89,8	89,7	89,5	89,4
400	91,7	91,7	91,7	91,5	91,3	91,1	90,9	90,8	90,6	90,5
500	92,5	92,5	92,4	92,3	92,1	92,0	91,8	91,7	91,5	91,4
630	93,2	93,2	93,2	93,1	93,0	93,0	92,9	92,8	92,6	92,5
800	94,5	94,5	94,4	94,4	94,4	94,4	94,4	94,3	94,3	94,2
1000	96,0	96,0	96,0	96,0	96,1	96,1	96,1	96,1	96,0	96,0
1250	96,1	96,1	96,1	96,1	96,2	96,2	96,2	96,3	96,3	96,3
1600	93,1	93,1	93,1	93,1	93,2	93,3	93,4	93,5	93,6	93,7
2000	91,2	91,2	91,2	91,3	91,4	91,5	91,6	91,8	92,1	92,2
2500	89,1	89,1	89,1	89,2	89,3	89,5	89,6	90,0	90,2	90,3
3150	85,5	85,5	85,5	85,7	85,9	86,1	86,4	86,8	86,9	86,8
4000	81,9	81,9	82,0	82,2	82,5	82,7	82,9	83,1	82,9	82,7
5000	77,2	77,3	77,4	77,6	77,9	78,0	78,1	77,9	77,6	77,4
6300	69,8	69,9	69,9	70,1	70,3	70,3	70,2	69,9	69,5	69,3
8000	59,2	59,3	59,3	59,4	59,4	59,4	59,2	58,8	58,4	58,1
10000	44,5	44,5	44,6	44,6	44,6	44,5	44,3	43,9	43,4	43,1

6 Betriebsmodus NR III 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. 6: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

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	48,0	50,7	53,1	55,3	57,3	58,6	58,8	59,1	59,3	59,4	59,7
25	52,7	55,4	57,8	60,0	62,0	63,3	63,6	63,9	64,1	64,1	64,4
31,5	56,8	59,5	61,9	64,2	66,1	67,5	67,7	68,0	68,2	68,3	68,5
40	60,4	63,1	65,5	67,8	69,8	71,1	71,3	71,6	71,8	71,9	72,1
50	65,7	67,6	69,6	71,5	73,3	74,5	74,8	75,1	75,2	75,3	75,5
63	67,7	69,9	72,0	74,1	75,9	77,2	77,4	77,7	77,9	77,9	78,1
80	70,3	72,6	74,8	76,9	78,8	80,0	80,2	80,5	80,6	80,7	80,9
100	75,6	77,1	78,7	80,4	81,9	83,0	83,2	83,4	83,5	83,5	83,6
125	76,5	78,3	80,0	81,8	83,5	84,5	84,6	84,8	84,8	84,8	84,9
160	76,6	78,6	80,5	82,3	84,0	85,0	85,0	85,1	85,1	85,0	85,1
200	82,7	83,7	84,7	85,8	86,9	87,6	87,5	87,6	87,5	87,3	87,4
250	82,9	84,1	85,4	86,7	88,0	88,7	88,6	88,6	88,5	88,3	88,3
315	83,5	84,9	86,4	87,9	89,3	90,0	89,9	89,8	89,7	89,5	89,5
400	84,3	85,8	87,4	89,0	90,5	91,3	91,1	91,1	91,0	90,7	90,6
500	84,5	86,2	87,9	89,6	91,2	92,1	91,9	91,9	91,7	91,4	91,4
630	84,9	86,6	88,3	90,0	91,6	92,6	92,5	92,5	92,5	92,3	92,2
800	86,3	87,7	89,2	90,7	92,2	93,1	93,3	93,5	93,7	93,7	93,7
1000	88,1	89,2	90,5	91,9	93,2	94,1	94,5	94,9	95,3	95,5	95,5
1250	88,3	89,4	90,6	91,9	93,1	94,1	94,5	95,0	95,3	95,6	95,6
1600	85,7	86,9	88,2	89,7	91,0	92,0	92,1	92,3	92,3	92,4	92,4
2000	84,4	85,5	86,7	88,1	89,4	90,3	90,4	90,5	90,5	90,4	90,4
2500	83,0	83,9	85,0	86,3	87,5	88,4	88,4	88,5	88,4	88,3	88,3
3150	75,6	77,6	79,5	81,5	83,2	84,4	84,5	84,6	84,6	84,5	84,5
4000	72,3	74,1	76,0	77,9	79,6	80,8	80,9	81,0	81,0	81,0	81,0
5000	68,1	69,7	71,4	73,2	74,8	76,1	76,2	76,4	76,4	76,3	76,4
6300	57,4	60,2	62,7	65,1	67,1	68,6	68,7	68,8	68,8	68,7	68,8
8000	46,8	49,5	52,0	54,5	56,5	58,0	58,1	58,2	58,2	58,1	58,1
10000	32,4	35,0	37,4	39,8	41,9	43,4	43,4	43,5	43,5	43,3	43,3

Tab. 7: Terzbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

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	59,9	60,1	60,4	60,6	60,8	61,0	61,2	61,4	61,6	61,8
25	64,6	64,8	65,1	65,3	65,5	65,7	66,0	66,2	66,3	66,5
31,5	68,8	69,0	69,2	69,4	69,7	69,9	70,1	70,3	70,4	70,6
40	72,4	72,6	72,8	73,0	73,3	73,5	73,7	73,9	74,0	74,2
50	75,7	75,9	76,1	76,3	76,6	76,8	77,0	77,1	77,3	77,4
63	78,4	78,6	78,8	79,0	79,2	79,4	79,6	79,7	79,9	80,0
80	81,1	81,3	81,5	81,7	81,9	82,1	82,2	82,4	82,5	82,7
100	83,8	84,0	84,1	84,3	84,4	84,6	84,7	84,8	84,9	85,0
125	85,1	85,2	85,4	85,5	85,6	85,7	85,8	85,8	85,9	86,0
160	85,2	85,3	85,4	85,5	85,5	85,6	85,6	85,6	85,6	85,6
200	87,4	87,5	87,5	87,6	87,5	87,5	87,4	87,3	87,3	87,2
250	88,3	88,3	88,3	88,4	88,3	88,2	88,0	87,9	87,8	87,8
315	89,5	89,4	89,4	89,4	89,3	89,1	88,9	88,8	88,7	88,6
400	90,6	90,6	90,6	90,5	90,4	90,2	90,0	89,8	89,7	89,6
500	91,4	91,3	91,3	91,3	91,1	91,0	90,8	90,7	90,5	90,4
630	92,2	92,2	92,2	92,1	92,1	92,0	91,9	91,8	91,7	91,6
800	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,6	93,6	93,5	93,5
1000	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5
1250	95,6	95,6	95,6	95,6	95,6	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7
1600	92,3	92,3	92,3	92,3	92,4	92,4	92,5	92,6	92,7	92,8
2000	90,4	90,4	90,4	90,4	90,4	90,5	90,6	90,8	91,1	91,3
2500	88,3	88,3	88,3	88,3	88,4	88,5	88,7	88,9	89,2	89,3
3150	84,6	84,6	84,6	84,6	84,8	85,0	85,2	85,6	85,8	85,7
4000	81,1	81,1	81,1	81,2	81,4	81,6	81,8	82,0	81,9	81,7
5000	76,4	76,5	76,5	76,5	76,7	76,9	77,0	76,9	76,6	76,4
6300	68,8	68,8	68,9	68,9	69,0	69,1	69,0	68,8	68,3	68,1
8000	58,1	58,1	58,1	58,1	58,2	58,1	58,0	57,7	57,3	57,0
10000	43,4	43,3	43,3	43,3	43,4	43,3	43,2	42,9	42,3	41,9

Technisches Datenblatt

Oktavbandpegel leistungsoptimierter Schallbetriebe

**ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D02438346/3.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-03-02	de	DA	WRD Wobben Research and Development 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.

Übergeordnete Normen und Richtlinien

Dokument-ID	Dokument
ISO 266:1997	Acoustic – Preferred frequencies

Zugehörige Dokumente

Dokument-ID	Dokument
diverse	Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	6
2	Allgemeines	7
3	Informationen zu Oktavbandpegeln	7
4	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	8
4.1	Betriebsmodus NR I s	8
4.2	Betriebsmodus NR II s	8
4.3	Betriebsmodus NR III s	8

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

EIO	Ersatzimmissionsort
HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
IO	Immissionsort
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

Größen, Einheiten, Formeln

L_o	Oktavbandpegel
L_T	Terzbandpegel
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

Be- triebs- modus	Turmvariante und Nabhöhe (NH)				
	E-138 EP3 E3-ST-81-FB- C-01	E-138 EP3 E3-ST-99-FB- C-01	E-138 EP3 E3-HST-111- FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131- FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160- ES-C-01
	NH 81 m	NH 99 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
NR I s	x	x	x	x	x
NR II s	x	x	x	x	x
NR III s	x	x	x	-	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Dieses Dokument beinhaltet Zusatzinformationen zum Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe. Im Übrigen gelten die im Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe aufgeführten Regelungen hinsichtlich der technischen Eigenschaften der Windenergieanlage.

3 Informationen zu Oktavbandpegeln

Für Oktavbandpegel bis zur Oktavbandmittenfrequenz von 2000 Hz gelten die Angaben zur Unsicherheit gemäß Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe. Für Frequenzen größer 2000 Hz nehmen aufgrund physikalischer Effekte die Unsicherheiten zu. Diese Frequenzen haben keinen Einfluss auf den Immissionsort (IO) oder auf den Ersatzimmissionsort (EIO) und sind grundsätzlich vernachlässigbar. Bei verschiedenen Messungen an bestehenden ENERCON Windenergieanlagen verschiedener Typen gemäß den anwendbaren Richtlinien ergaben sich Unsicherheiten für die Oktavbandpegel im Frequenzbereich 4000 Hz bei $\pm 2,5$ dB(A) und im Frequenzbereich 8000 Hz bei $\pm 8,0$ dB(A). Angesichts der begrenzten Untersuchungen kann eine Reproduzierbarkeit dieser Messungen für alle ENERCON Windenergieanlagen bei gleichen Unsicherheiten nicht garantiert werden.

Die Zuordnung der Oktavbandpegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Oktavbandpegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt. Die nachfolgend angegebenen Oktavbandpegel wurden auf Basis von aeroakustischen Simulationen ermittelt. Die einzelnen Oktavbandpegelwerte können nicht garantiert werden. Der Summenpegel aller Oktavbandpegel pro Windgeschwindigkeit entspricht dem Schallleistungspegel bei dieser Windgeschwindigkeit, welcher im zugrundeliegenden Datenblatt für die jeweiligen Betriebsmodi angegeben ist. Daher ist der Summenpegel im Rahmen des im Datenblatt festgelegten Geltungsbereichs und auf Basis der anwendbaren Normen und Richtlinien einzuhalten.

Die angegebenen Oktavbandpegel des lautesten Zustands wurden aus den simulierten Terzbandpegelwerten gemäß den Frequenzbändern der ISO 266:1997 im Bereich von 25 Hz bis 10000 Hz erzeugt. Ein Oktavbandpegel L_O wird aus 3 Terzbandpegeln L_{T1} , L_{T2} und L_{T3} gemäß folgender Formel berechnet:

$$L_O = 10 \times \log\left(10^{\frac{L_{T1}}{10}} + 10^{\frac{L_{T2}}{10}} + 10^{\frac{L_{T3}}{10}}\right)$$

4 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

4.1 Betriebsmodus NR I s

Folgende Oktavbandpegelwerte gelten unter Berücksichtigung der im Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 2: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	75,8	85,3	91,5	95,6	99,0	100,8	97,3	88,7	71,3

4.2 Betriebsmodus NR II s

Folgende Oktavbandpegelwerte gelten unter Berücksichtigung der im Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 3: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	74,5	84,0	90,4	94,8	98,0	99,8	96,3	87,5	70,0

4.3 Betriebsmodus NR III s

Folgende Oktavbandpegelwerte gelten unter Berücksichtigung der im Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 4: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	73,9	83,2	89,3	93,4	96,5	99,6	95,5	86,6	69,2

Technische Beschreibung

Schallreduzierung

ENERCON Platform Independent Control System (PI-CS)

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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D02533651/1.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2022-09-23	de	DB	WRD Wobben Research and Development GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Funktionsweise	5
2.1	Bedingungstypen	6
2.1.1	Tageszeitraum	6
2.1.2	Wochentag/Zeitraum	6
2.1.3	Windrichtungssektor	7
2.1.4	Windgeschwindigkeitsbereich	7
2.1.5	Datumsperiode	8
2.1.6	Regen	8
2.1.7	Max. Temperatur	9
2.1.8	Externes Signal	9
2.1.9	Digitaler Hardware-Eingang	9
3	Parameter	10
3.1	Aktivierung der Schallreduzierung	10
3.2	Aktivierung von Gruppe X	10
3.3	Schallbetriebsmodus Gruppe X	10
3.4	Tageszeitraum	11
3.5	Wochentag/Zeitraum	12
3.6	Windrichtungssektor	13
3.7	Windgeschwindigkeitsbereich	14
3.8	Datumsperiode	15
3.9	Regen	16
3.10	Max. Temperatur	17
3.11	Externes Signal	18
3.12	Digitaler Hardware-Eingang	18
4	Statusmeldungen	19

1 Einleitung

Für ENERCON Windenergieanlagen stehen verschiedene schallreduzierte Betriebsmodi zur Verfügung. Bei Betrieb in einem schallreduzierten Betriebsmodus wird die Drehzahl der Windenergieanlage reduziert, wodurch die Schallemission der Windenergieanlage abnimmt. Die schallreduzierten Betriebsmodi unterscheiden sich in der Intensität der Schallreduktion und erfüllen jederzeit die am Standort geltenden Anforderungen in Bezug auf zulässige Schallemissionen.

Dieses Dokument ist gültig für ENERCON Windenergieanlagen mit folgendem Steuerungstyp:

- PI-CS

2 Funktionsweise

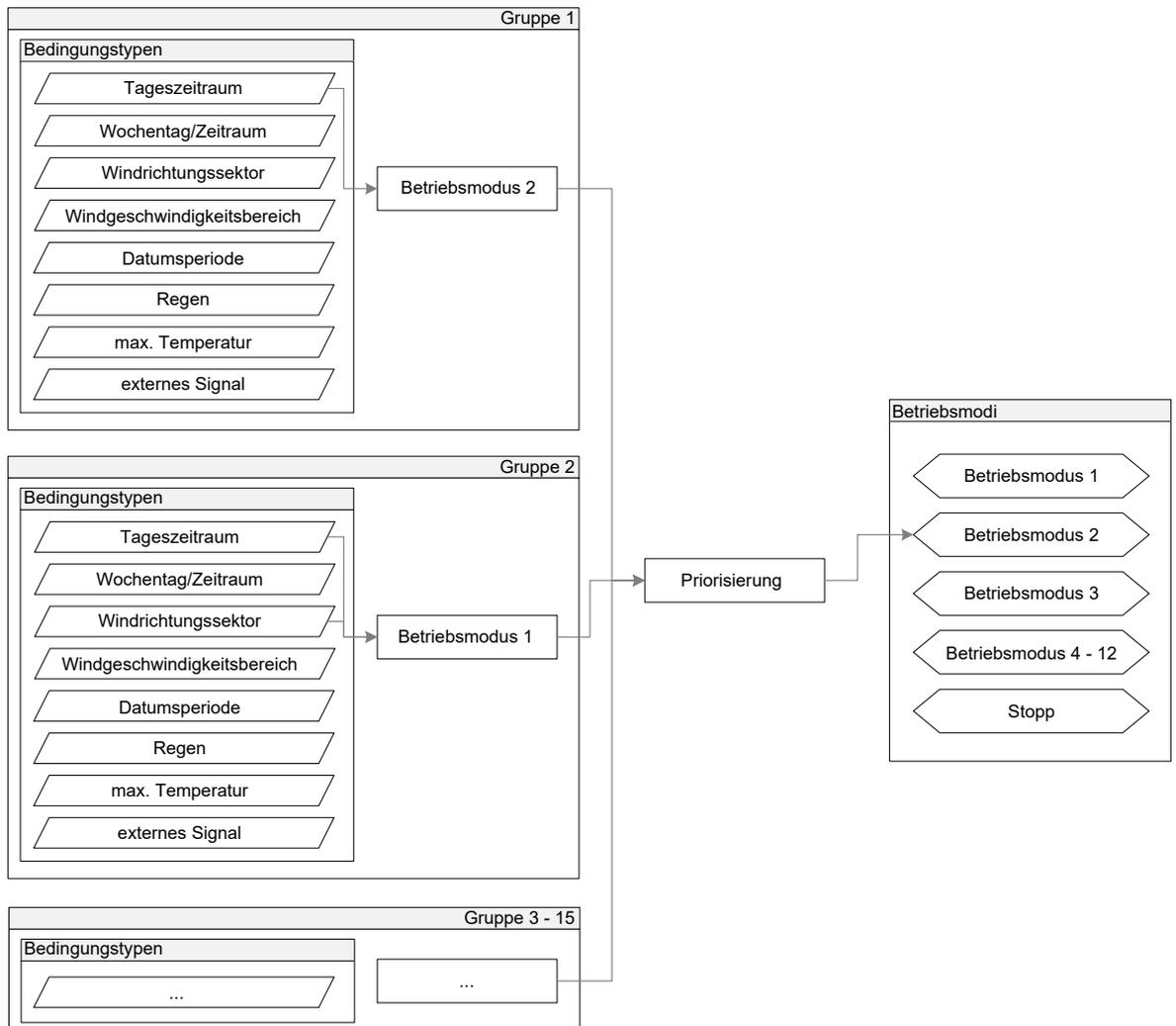


Abb. 1: Funktionsweise der Schallreduzierung

Zur Schallreduzierung stehen 12+1 Betriebsmodi zur Verfügung (12 Betriebsmodi, 1 Stopp).

Die verschiedenen Bedingungsstypen werden zu einer Gruppe zusammengefasst. Die Gruppen werden den Betriebsmodi zugewiesen.

Es können insgesamt 15 Gruppen mit jeweils 8 Bedingungsstypen parametrisiert werden.

Falls die Bedingungen für mehr als 1 Gruppe erfüllt sind, besitzt Gruppe 1 die höchste Priorität und Gruppe 15 die niedrigste.

2.1 Bedingungstypen

Ein Bedingungstyp besteht aus einer oder mehreren Einzelbedingungen. Die Einzelbedingungen werden über Parameter für jede Windenergieanlage eingestellt.

Wenn die Parameter einer Einzelbedingung auf den gleichen Wert eingestellt werden, ist diese Einzelbedingung deaktiviert (Ausnahme = Datumsperiode).

Damit ein Bedingungstyp ausgewertet wird, muss dieser durch einen Parameter aktiviert werden.

Folgende Bedingungstypen können ausgewählt werden:

- Tageszeitraum
- Wochentag/Zeitraum
- Windrichtungssektor
- Windgeschwindigkeitsbereich
- Datumsperiode
- Regen
- max. Temperatur
- externes Signal

2.1.1 Tageszeitraum

Über den Bedingungstyp *Tageszeitraum* kann ein schallreduzierter Betriebsmodus über einen Zeitraum aktiviert werden.

Die Einzelbedingung ist erfüllt, wenn die Uhrzeit innerhalb des parametrisierten Zeitraums liegt.

Es können 2 Zeiträume pro Gruppe festgelegt werden.

Tab. 1: Beispiel Tageszeitraum

Gruppe	Startzeit	Endzeit
1	22:00 Uhr	06:00 Uhr
	13:00 Uhr	15:00 Uhr
2	22:00 Uhr	06:00 Uhr
	00:00 Uhr	00:00 Uhr

2.1.2 Wochentag/Zeitraum

Über den Bedingungstyp *Wochentag/Zeitraum* kann ein schallreduzierter Betriebsmodus über einen Wochentag und einen Zeitraum aktiviert werden.

Die Einzelbedingung ist erfüllt, wenn die Uhrzeit innerhalb des parametrisierten Zeitraums liegt.

Es kann 1 Wochentag und Zeitraum pro Gruppe festgelegt werden.

Tab. 2: Beispiel Wochentag/Zeitraum

Gruppe	Startzeit	Endzeit
1	Freitag 18:00 Uhr	Montag 06:00 Uhr
2	Mittwoch 18:00 Uhr	Donnerstag 06:00 Uhr

2.1.3 Windrichtungssektor

Über den Bedingungstyp *Windrichtungssektor* kann ein schallreduzierter Betriebsmodus über einen Windrichtungssektor aktiviert werden.

Die Einzelbedingung ist erfüllt, wenn die Gondelposition innerhalb des parametrisierten Windrichtungssektors liegt und die Verzögerungszeit abgelaufen ist.

Die Einzelbedingung ist nicht mehr erfüllt, wenn die Gondelposition außerhalb des parametrisierten Windrichtungssektors liegt und die Verzögerungszeit abgelaufen ist.

Es können 3 Windrichtungssektoren pro Gruppe festgelegt werden.

Die Anfangs- und Endwinkel werden als 1-s-Mittelwert gemessen.

Tab. 3: Beispiel Windrichtungssektor

Gruppe	Anfangswinkel	Endwinkel	Verzögerungszeit
1	30°	60°	120 s
	80°	105°	
	0°	0°	
2	310°	15°	
	195°	270°	
	0°	0°	

2.1.4 Windgeschwindigkeitsbereich

Über den Bedingungstyp *Windgeschwindigkeitsbereich* kann ein schallreduzierter Betriebsmodus über einen Windgeschwindigkeitsbereich aktiviert werden.

Die Einzelbedingung ist erfüllt, wenn die Windgeschwindigkeit innerhalb des parametrisierten Windgeschwindigkeitsbereichs liegt und die Verzögerungszeit abgelaufen ist.

Die Einzelbedingung ist nicht mehr erfüllt, wenn die Windgeschwindigkeit außerhalb des parametrisierten Windgeschwindigkeitsbereichs liegt und die Verzögerungszeit abgelaufen ist.

Es kann 1 Windgeschwindigkeitsbereich pro Gruppe festgelegt werden.

Die Anfangs- und Endwindgeschwindigkeit werden als 1-min-Mittelwert gemessen.

Tab. 4: Beispiel Windgeschwindigkeitsbereich

Gruppe	Anfangswindgeschwindigkeit	Endwindgeschwindigkeit	Verzögerungszeit
1	4,5 m/s	5,5 m/s	120 s
2	5,5 m/s	6,5 m/s	

2.1.5 Datumsperiode

Über den Bedingungstyp *Datumsperiode* kann ein schallreduzierter Betriebsmodus über eine Datumsperiode aktiviert werden.

Um einen einzelnen Tag zu parametrieren, muss für die Start- und Endzeit das gleiche Datum eingetragen und die jeweilige Einzelbedingung aktiviert werden.

Die Einzelbedingung ist erfüllt, wenn das Datum innerhalb der parametrierten Datumsperiode liegt.

Es können 3 Datumsperioden pro Gruppe festgelegt werden.

Der Bedingungstyp sollte nur zusammen mit anderen Bedingungstypen, die die Grundbedingungen (z. B. Tageszeitraum) definieren, verwendet werden.

Tab. 5: Beispiel Datumsperiode

Gruppe	Startzeit	Endzeit
1	01.05.	30.09.
	01.10.	01.04.
	01.01.	01.01.
2	01.06.	30.08.
	01.09.	01.04.
	01.01.	01.01.

2.1.6 Regen

Über den Bedingungstyp *Regen* kann der schallreduzierte Betriebsmodus über die Intensität des Regens deaktiviert werden.

Die Einzelbedingung ist erfüllt, wenn die Regenintensität oberhalb des parametrierten Regenschwellwerts liegt und die Verzögerungszeit abgelaufen ist.

Die Einzelbedingung ist nicht mehr erfüllt, wenn die Regenintensität unterhalb des parametrierten Regenschwellwerts liegt und die Verzögerungszeit abgelaufen ist.

Es kann 1 Regenintensität für alle Gruppen festgelegt werden.

Der Bedingungstyp sollte nur zusammen mit anderen Bedingungstypen, die die Grundbedingungen (z. B. Tageszeitraum) definieren, verwendet werden.

Tab. 6: Beispiel Regen

Gruppe	Intensität	Verzögerungszeit
-	0,15 mm/min	60 s

2.1.7 Max. Temperatur

Über den Bedingungstyp *max. Temperatur* kann ein schallreduzierter Betriebsmodus über eine max. Temperatur aktiviert werden.

Die Einzelbedingung ist erfüllt, sobald die Außentemperatur (1-Minuten-Mittelwert) innerhalb des parametrisierten Messintervalls oberhalb der parametrisierten max. Temperatur liegt. Die Einzelbedingung bleibt bis zum Startzeitpunkt des nächsten Messintervalls erfüllt.

Es kann 1 max. Temperatur für alle Gruppen festgelegt werden.

Der Bedingungstyp sollte nur zusammen mit anderen Bedingungstypen, die die Grundbedingungen (z. B. Tageszeitraum) definieren, verwendet werden.

Tab. 7: Beispiel max. Temperatur

Gruppe	Max. Temperatur	Startzeitpunkt des Messintervalls	Endzeit des Messintervalls
-	30 °C	21:00 Uhr	06:00 Uhr

2.1.8 Externes Signal

Über den Bedingungstyp *externes Signal* kann ein schallreduzierter Betriebsmodus über ein externes Signal (z. B. ENERCON SCADA) aktiviert werden.

Es kann 1 externes Signal pro Gruppe festgelegt werden.

2.1.9 Digitaler Hardware-Eingang

Über den Bedingungstyp *digitaler Hardware-Eingang* kann ein schallreduzierter Betriebsmodus über ein digitales Hardware-Signal aktiviert werden. Der digitale Hardware-Eingang kann als Öffner- oder Schließkontakt konfiguriert werden.

Für jede Gruppe kann individuell festgelegt werden, ob der digitale Hardware-Eingang berücksichtigt werden soll.

3 Parameter

3.1 Aktivierung der Schallreduzierung

Parameter: *WALV1/Snd1.ActSnd* (Activate sound reduction)

Gibt an, ob der schallreduzierte Betrieb aktiviert oder deaktiviert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

3.2 Aktivierung von Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.ActGrX* (Activate group X)

Gibt an, ob die Gruppe X (X = 1 – 15) aktiviert oder deaktiviert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

3.3 Schallbetriebsmodus Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.OpModGrX* (Operating mode group X)

Gibt an, welcher Schallbetriebsmodus für die Gruppe X (X = 1 – 15) ausgeführt wird.

Einstellung	Beschreibung
0	kein schallreduzierter Betrieb
1	Schallbetriebsmodus 1
2	Schallbetriebsmodus 2
3	Schallbetriebsmodus 3
4	Schallbetriebsmodus 4
5	Schallbetriebsmodus 5
6	Schallbetriebsmodus 6
7	Schallbetriebsmodus 7
8	Schallbetriebsmodus 8
9	Schallbetriebsmodus 9
10	Schallbetriebsmodus 10
11	Schallbetriebsmodus 11
12	Schallbetriebsmodus 12
99	Windenergieanlage anhalten

Einstellmöglichkeiten	Standard
0 – 99	0

3.4 Tageszeitraum

Aktivierung Tageszeit Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.ActDayTmGrX* (Activate daily time group X)

Gibt an, ob der Bedingungstyp *Tageszeitraum* für die Gruppe X (X = 1 – 15) aktiviert oder deaktiviert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

Tages-Startzeit i Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.StrDayTmiGrX* (Start daily time i group X)

Gibt die Aktivierungszeit für den Bedingungstyp *Tageszeitraum* für die Gruppe X (X = 1 – 15) an.

Pro Gruppe können 2 Startzeiten (i = 1, 2) parametrierbar werden.

Einstellmöglichkeiten	Standard
00:00 – 23:59 Uhr	00:00 Uhr

Tages-Stoppzeit i Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.StopDayTmiGrX* (Stop daily time i group X)

Gibt die Deaktivierungszeit für den Bedingungstyp *Tageszeitraum* für die Gruppe X (X = 1 – 15) an.

Pro Gruppe können 2 Endzeiten (i = 1, 2) parametrierbar werden.

Einstellmöglichkeiten	Standard
00:00 – 23:59 Uhr	00:00 Uhr

3.5 Wochentag/Zeitraum

Aktivierung Wochentags-Periode Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.ActWeekDayGrX* (Activate weekday group X)

Gibt an, ob der Bedingungstyp *Wochentag/Zeitraum* für die Gruppe X (X = 1 – 15) aktiviert oder deaktiviert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

Wochentag Startzeit Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.StrWeekDayTmGrX* (Start weekday time group X)

Gibt die Aktivierungszeit für den Bedingungstyp *Wochentag/Zeitraum* für die Gruppe X (X = 1 – 15) an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
Montag 00:00 – Sonntag 23:59 Uhr	Montag 00:00 Uhr

Wochentag Stoppzeit Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.StopWeekDayTmGrX* (Stop weekday time group X)

Gibt die Deaktivierungszeit für den Bedingungstyp *Wochentag/Zeitraum* für die Gruppe X (X = 1 – 15) an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
Montag 00:00 – Sonntag 23:59 Uhr	Montag 00:00 Uhr

3.6 Windrichtungssektor

Aktivierung Windrichtungssektor Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.ActNacPosGrX* (Activate nacelle position group X)

Gibt an, ob der Bedingungstyp *Windrichtungssektor* für die Gruppe X (X = 1 – 15) aktiviert oder deaktiviert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

Start Sektor i Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.StrNacPosiGrX* (Start nacelle position i group X)

Gibt den Anfangswinkel für den Bedingungstyp *Windrichtungssektor* für die Gruppe X (X = 1 – 15) an.

Pro Gruppe können 3 Anfangswinkel (i = 1 – 3) parametrisiert werden.

Einstellmöglichkeiten	Standard
0° – 359°	0°

Ende Sektor i Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.StopNacPosiGrX* (Stop nacelle position i group X)

Gibt den Endwinkel für den Bedingungstyp *Windrichtungssektor* für die Gruppe X (X = 1 – 15) an.

Pro Gruppe können 3 Endwinkel (i = 1 – 3) parametrisiert werden.

Einstellmöglichkeiten	Standard
0° – 359°	0°

Verzögerungszeit Sektor

Parameter: *WALV1/Snd1.NacPosTmDI* (Nacelle position time delay)

Gibt die Verzögerungszeit für alle Einzelbedingungen des Bedingungstyps *Windrichtungssektor* an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
30 s – 600 s	120 s

3.7 Windgeschwindigkeitsbereich

Aktivierung Windgeschwindigkeitsbereich Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.ActWdSpdGrX* (Activate wind speed group X)

Gibt an, ob der Bedingungstyp *Windgeschwindigkeitsbereich* für die Gruppe X (X = 1 – 15) aktiviert oder deaktiviert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

Start Windgeschwindigkeit Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.StrWdSpdGrX* (Start wind speed group X)

Gibt die Startwindgeschwindigkeit für den Bedingungstyp *Windgeschwindigkeitsbereich* für die Gruppe X (X = 1 – 15) an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
0 m/s – 50 m/s	0 m/s

Stoppwindgeschwindigkeit Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.StopWdSpdGrX* (Stop wind speed group X)

Gibt die Stoppwindgeschwindigkeit für den Bedingungstyp *Windgeschwindigkeitsbereich* für die Gruppe X (X = 1 – 15) an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
0 m/s – 50 m/s	0 m/s

Verzögerungszeit Windgeschwindigkeit

Parameter: *WALV1/Snd1.WdSpdTmDI* (Wind speed time delay)

Gibt die Verzögerungszeit für alle Einzelbedingungen des Bedingungstyps *Windgeschwindigkeitsbereich* an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
10 s – 600 s	120 s

3.8 Datumsperiode

Aktivierung Datumsperiode i Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.ActDatePeriGrX* (Activate date period i group X)

Gibt an, ob die Einzelbedingung (i = 1 – 3) des Bedingungstyp *Datumsperiode* für die Gruppe X (X = 1 – 15) aktiviert oder deaktiviert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

Datumsperiode Starttag i Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.StrDatePeriGrX* (Start date period i group X)

Gibt den Starttag für den Bedingungstyp *Datumsperiode* für die Gruppe X (X = 1 – 15) an. Pro Gruppe können 3 Starttage (i = 1 – 3) parametrisiert werden.

Einstellmöglichkeiten	Standard
01.01. – 31.12.	01.01.

Datumsperiode Endtag i Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.StopDatePeriGrX* (Stop date period i group X)

Gibt den Endtag für den Bedingungstyp *Datumsperiode* für die Gruppe X (X = 1 – 15) an. Pro Gruppe können 3 Endtage (i = 1 – 3) parametrisiert werden.

Einstellmöglichkeiten	Standard
01.01. – 31.12.	01.01.

3.9 Regen

Aktivierung Regen Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.ActRnGrX* (Activate rain group X)

Gibt an, ob der Bedingungstyp *Regen* für die Gruppe X (X = 1 – 15) aktiviert oder deaktiviert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

Regenschwellwert

Parameter: *WALV1/Snd1.RnLim* (Rain limit)

Gibt die Deaktivierungsschwelle für den Bedingungstyp *Regen* für alle Gruppen an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
0,07 mm/min – 9,99 mm/min	0,15 mm/min

Verzögerungszeit Regen

Parameter: *WALV1/Snd1.RnTmDI* (Rain time delay)

Gibt die Verzögerungszeit des Bedingungstyps *Regen* an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
10 s – 600 s	60 s

3.10 Max. Temperatur

Aktivierung max. Temperatur Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.ActTmpGrX* (Activate temperature group X)

Gibt an, ob der Bedingungstyp *max. Temperatur* für die Gruppe X (X = 1 – 15) aktiviert oder deaktiviert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

Temperaturschwellwert

Parameter: *WALV1/Snd1.TmpLim* (Temperature limit)

Gibt den Schwellwert für den Bedingungstyp *max. Temperatur* für alle Gruppen an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
-30 °C – 50 °C	40 °C

Start Messintervall

Parameter: *WALV1/Snd1.StrTmpMeasDayTm* (Start temperature measurement daily time)

Gibt den Startzeitpunkt des Messintervalls für den Bedingungstyp *max. Temperatur* für alle Gruppen an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
00:00 Uhr – 23:59 Uhr	00:00 Uhr

Ende Messintervall

Parameter: *WALV1/Snd1.StopTmpMeasDayTm* (Stop temperature measurement daily time)

Gibt den Endzeitpunkt des Messintervalls für den Bedingungstyp *max. Temperatur* für alle Gruppen an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
00:00 Uhr – 23:59 Uhr	00:00 Uhr

3.11 Externes Signal

Aktivierung externes Signal Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.ActExSigGrX* (Activate external signal group X)

Gibt an, ob der Bedingungstyp *externes Signal* für die Gruppe X (X = 1 – 15) aktiviert oder deaktiviert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

3.12 Digitaler Hardware-Eingang

Aktivierung digitaler Hardware-Eingang Gruppe X

Parameter: *WALV1/Snd1.ActDigSigGrX* (Activate digital signal group X)

Gibt an, ob der Bedingungstyp *digitaler Hardware-Eingang* für die Gruppe X (X = 1 – 15) aktiviert oder deaktiviert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

Kontakttyp Externer Stopp

Parameter: *WTUR1/Tur1.ExStopSwParam* (External stop switch parameter)

Gibt an, ob der digitale Hardware-Eingang als Öffner- oder Schließerkontakt konfiguriert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein = Schließerkontakt	ein
aus = Öffnerkontakt	

4 Statusmeldungen

Tab. 8: Statusmeldungen

Typ	Nr.	Name	Beschreibung / Grund	Ausgelöste Anhalteprozedur
I	6:1	Schallreduzierung : Betriebsmodus 1	Die Schallreduzierung hat den Betriebsmodus 1 angefordert.	-
I	6:2	Schallreduzierung : Betriebsmodus 2	Die Schallreduzierung hat den Betriebsmodus 2 angefordert.	-
I	6:3	Schallreduzierung : Betriebsmodus 3	Die Schallreduzierung hat den Betriebsmodus 3 angefordert.	-
I	6:4	Schallreduzierung : Betriebsmodus 4	Die Schallreduzierung hat den Betriebsmodus 4 angefordert.	-
I	6:5	Schallreduzierung : Betriebsmodus 5	Die Schallreduzierung hat den Betriebsmodus 5 angefordert.	-
I	6:6	Schallreduzierung : Betriebsmodus 6	Die Schallreduzierung hat den Betriebsmodus 6 angefordert.	-
I	6:7	Schallreduzierung : Betriebsmodus 7	Die Schallreduzierung hat den Betriebsmodus 7 angefordert.	-
I	6:8	Schallreduzierung : Betriebsmodus 8	Die Schallreduzierung hat den Betriebsmodus 8 angefordert.	-
I	6:9	Schallreduzierung : Betriebsmodus 9	Die Schallreduzierung hat den Betriebsmodus 9 angefordert.	-
I	6:10	Schallreduzierung : Betriebsmodus 10	Die Schallreduzierung hat den Betriebsmodus 10 angefordert.	-
I	6:11	Schallreduzierung : Betriebsmodus 11	Die Schallreduzierung hat den Betriebsmodus 11 angefordert.	-
I	6:12	Schallreduzierung : Betriebsmodus 12	Die Schallreduzierung hat den Betriebsmodus 12 angefordert.	-
I	6:13	Schallreduzierung : Windenergieanlage angehalten	Die Schallreduzierung hat das Anhalten der Windenergieanlage angefordert.	Standard stop

Technisches Datenblatt

Betriebsmodus 101,0 dB

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D02650476/3.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-01-17	de	DA	WRD Wobben Research and Development 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.

Übergeordnete Normen und Richtlinien

Dokument-ID	Dokument
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

Zugehörige Dokumente

Dokument-ID	Dokument
diverse	Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	6
2	Allgemeines	7
2.1	Leistungsverhalten	7
2.2	Informationen zu Schalleistungspegeln	7
2.3	Betriebsparameter	7
2.4	Standorteigenschaften	8
2.5	Turbulenzintensität	9
3	Betriebsmodus 101,0 dB	11
3.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 101,0 dB	11
3.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 101,0 dB	14

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

Größen, Einheiten, Formeln

L_{WA}	Schallleistungspegel
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. Nabenhöhen verfügbar sind.

Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi

Be- triebs- mo- dus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)				
	E-138 EP3 E3- ST-81-FB- C-01	E-138 EP3 E3- ST-99-FB- C-01	E-138 EP3 E3- HST-111-FB- C-01	E-138 EP3 E3- HST-131-FB- C-01	E-138 EP3 E3- HT-160-ES- C-01
	NH 81 m	NH 99 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
101,0 dB	x	x	x	-	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Zu den in diesem Dokument angegebenen technischen Eigenschaften der Windenergieanlage ist zwingend das Beiblatt zu diesem Dokument zu beachten. Eine Übersicht über die Beiblätter steht dem Vertrieb zur Verfügung (D0950052 „Übersicht Beiblätter zu den Schall- und Leistungsdatenblättern“).

2.1 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.

2.2 Informationen zu Schalleistungspegeln

Die Zuordnung der Schalleistungspegel (L_{WA}) 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.

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 $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ und $\sigma_P = 1,2 \text{ dB(A)}$. Es gilt der 90-prozentige Vertrauensbereich:

$$L_{e,\max} = L_W + 1,28 \cdot \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

Ist während einer Vermessung die Differenz zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch kleiner als 6 dB(A), so muss von einer höheren Unsicherheit ausgegangen werden. Richtlinie ist die IEC 61400-11:2012.

Die Schalleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 8 angegebenen Bedingungen berechnet. Es wird eine vorherrschende Turbulenzintensitätsverteilung von 6 % bis 12 % angenommen.

Eine projekt- und/oder standortspezifische Garantie über die Einhaltung des Schalleistungspegels wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

2.3 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.

2.4 Standorteigenschaften

Die Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien sowie Schalleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 8 angegebenen Bedingungen bei unbeschädigten Blattvorderkanten 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
relative Luftfeuchte	70 %
Temperatur	15 °C
Turbulenzintensität	gemäß Kap. 2.5, S. 9
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.

2.5 Turbulenzintensität

Den Gültigkeitsbereich der Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien, hinsichtlich möglicher am Standort vorherrschender Turbulenzintensitäten, definiert die nachfolgende Tabelle. Weitere Einschränkungen sind Tab. 2, S. 8 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 Betriebsmodus 101,0 dB

3.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus 101,0 dB

Tab. 4: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus 101,0 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	0	0,00	0,00
2,00	3	0,04	0,78
2,50	22	0,15	1,06
3,00	72	0,29	1,04
3,50	149	0,38	0,98
4,00	253	0,43	0,94
4,50	386	0,46	0,92
5,00	541	0,47	0,89
5,50	725	0,48	0,87
6,00	931	0,47	0,83
6,50	1153	0,46	0,78
7,00	1382	0,44	0,72
7,50	1611	0,42	0,66
8,00	1834	0,39	0,60
8,50	2048	0,36	0,55
9,00	2248	0,34	0,50
9,50	2429	0,31	0,46
10,00	2587	0,28	0,41
10,50	2717	0,26	0,37
11,00	2818	0,23	0,34
11,50	2892	0,21	0,30
12,00	2942	0,19	0,27
12,50	2974	0,17	0,24
13,00	2993	0,15	0,21
13,50	3000	0,13	0,19
14,00	3000	0,12	0,17
14,50	3000	0,11	0,15

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
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	3000	0,04	0,06
20,50	3000	0,04	0,06
21,00	3000	0,04	0,05
21,50	3000	0,03	0,05
22,00	2989	0,03	0,05
22,50	2956	0,03	0,04
23,00	2905	0,03	0,04
23,50	2829	0,02	0,04
24,00	2723	0,02	0,04
24,50	2594	0,02	0,03
25,00	2270	0,02	0,03
25,50	2045	0,01	0,02
26,00	1799	0,01	0,02
26,50	1549	0,01	0,02
27,00	1306	0,01	0,01
27,50	1082	0,01	0,01
28,00	932	0,01	0,01

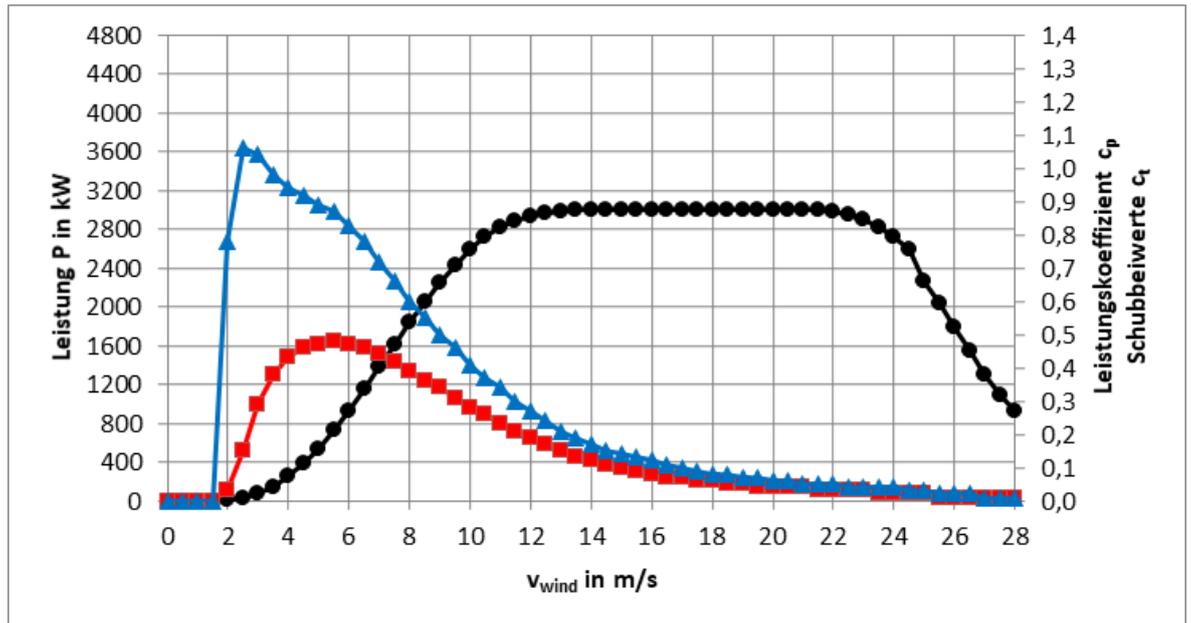


Abb. 1: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinie E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus 101,0 dB

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

3.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 101,0 dB

Im Betriebsmodus 101,0 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 101,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 7 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 5: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	3000	kW
Nennwindgeschwindigkeit	13,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E3-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-ST-99-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	8,6	U/min

Tab. 6: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	95,6
5,5 m/s	96,8
6 m/s	98,1
6,5 m/s	99,4
7 m/s	99,5
7,5 m/s	99,6
8 m/s	99,8
8,5 m/s	100,0
9 m/s	100,1
9,5 m/s	100,3
10 m/s	100,4
10,5 m/s	100,6
11 m/s	100,8
11,5 m/s	101,0
12 m/s	101,0
12,5 m/s	101,0
13 m/s	101,0
13,5 m/s	101,0

v_H	Schalleistungspegel in dB(A)
14 m/s	101,0
14,5 m/s	101,0
15 m/s	101,0

Technische Beschreibung

Sektormanagement

ENERCON Platform Independent Control System (PI-CS)

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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D02551657/0.3-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2022-07-26	de	DB	WRD Wobben Research and Development GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
2	Parametrierung der Sektoren	5
3	Durchfahren von Sektorgrenzen	7
4	Dokumentation	8
5	Parameter	9
5.1	Aktivierung Sektormanagement	9
5.2	Aktivierung von Sektor X	9
5.3	Startwinkel Sektor X	9
5.4	Stoppwinkel Sektor X	9
5.5	Aktivierung Windgeschwindigkeitsbedingung Sektor X	9
5.6	Startwindgeschwindigkeit Sektor X	10
5.7	Stoppwindgeschwindigkeit Sektor X	10
5.8	Maximale Wirkleistung Sektor X	10
5.9	Minimaler Blattwinkel Sektor X	10
5.10	Minimale Rotordrehzahl Sektor X	10
5.11	Aktivierung Windenergieanlage anhalten Sektor X	11
6	Statusmeldungen	12

1 Allgemeines

Das Sektormanagement ist eine Standardfunktion der ENERCON Windenergieanlage, die die Windenergieanlage abhängig von Windgeschwindigkeiten und Gondelpositionen abregelt oder anhält (Trudelbetrieb).

Anwendungsmöglichkeiten des Sektormanagements:

- Reduzierung von Turbulenzen, die von der Windenergieanlage erzeugt werden und zu unerwünschten Lasten an den sich in Windrichtung dahinter befindlichen Windenergieanlagen führen können (Wake-Effekt)
- Reduzierung von Belastungen der Windenergieanlage zum Schutz besonderer Objekte (z. B. Gasleitungen, Tanks)

Aufgrund der resultierenden Ertragseinbußen wird empfohlen, die Notwendigkeit des Sektormanagements standortbezogen zu prüfen.

Dieses Dokument ist gültig für ENERCON Windenergieanlagen mit folgendem Steuerungstyp:

- PI-CS

2 Parametrierung der Sektoren

Ein Sektor wird durch einen Start- und Stoppwinkel der Gondelposition sowie eine Start- und Stoppwindgeschwindigkeit gebildet. Das Sektormanagement stellt 25 Sektoren zur Verfügung. Jeder der 25 Sektoren kann durch einen Parameter aktiviert oder deaktiviert werden. Zusätzlich kann das gesamte Sektormanagement durch einen Parameter aktiviert oder deaktiviert werden.

Start- und Stoppwinkel eines Sektors

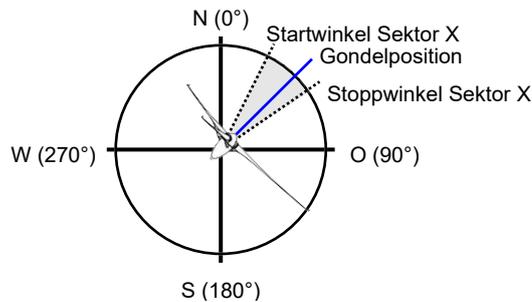


Abb. 1: Start- und Stoppwinkel eines Sektors

Die Start- und Stoppwinkel der Gondelposition jedes Sektors können zwischen 0° und 359° in 1° -Schritten parametrierbar sein. Der Bereich zwischen Start- und Stoppwinkel wird im Uhrzeigersinn gebildet.

Start- und Stoppwindgeschwindigkeit eines Sektors

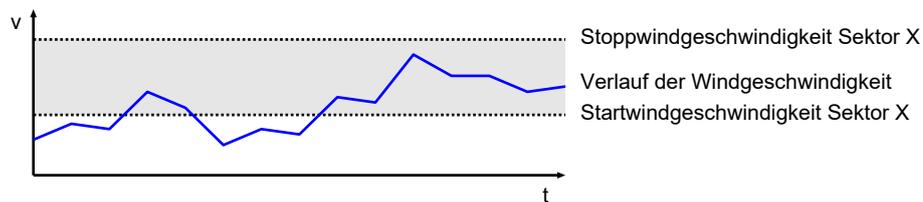


Abb. 2: Start- und Stoppwindgeschwindigkeit eines Sektors

Die Start- und Stoppwindgeschwindigkeit jedes Sektors kann zwischen 0 m/s und 60 m/s in $0,1\text{-m/s}$ -Schritten parametrierbar sein. Die Differenz zwischen Start- und Stoppwindgeschwindigkeit eines Sektors muss mindestens 1 m/s betragen.

Die Windgeschwindigkeitsbedingung kann pro Sektor durch einen Parameter aktiviert oder deaktiviert werden.

Begrenzungen eines Sektors

Wenn die Bedingungen für einen Sektor erfüllt sind, können folgende Begrenzungen parametrierbar sein:

- Begrenzung der Leistung
 - Für jeden parametrierbaren Sektor kann eine maximale Leistung (Wirkleistung) parametrierbar sein, die die Windenergieanlage nicht überschreiten soll.
- Begrenzung des minimalen Blattwinkels
 - Für jeden parametrierbaren Sektor kann ein minimaler Blattwinkel parametrierbar sein, den die Windenergieanlage nicht unterschreiten soll.
- Begrenzung der Drehzahl
 - Für jeden parametrierbaren Sektor kann eine maximale Rotordrehzahl parametrierbar sein, die die Windenergieanlage nicht überschreiten soll.

Anhalten der Windenergieanlage

Für jeden parametrisierten Sektor kann parametrisiert werden, dass die Windenergieanlage bei Betreten des Sektors anhält (Standard stop).

3 Durchfahren von Sektorgrenzen

Die Windenergieanlage wird abgeregelt bzw. angehalten, wenn die Gondelposition innerhalb eines parametrierten Start- und Stoppwinkels liegt und die Windgeschwindigkeit (10-Minuten-Mittelwert) innerhalb der parametrierten Start- und Stoppwindgeschwindigkeit liegt.

Verlässt die Windenergieanlage den Sektor, wird die Abregelung erst nach Ablauf von 60 s, das Anhalten erst nach Ablauf von 10 min aufgehoben. Auf diese Weise wird verhindert, dass die Windenergieanlage z. B. bei böigen Windverhältnissen ständig zwischen normalem und abgeregeltem Betrieb wechselt.

Wenn zwei oder mehr Sektoren gleichzeitig aktiv sind, gelten folgende Regeln:

- Eine angeforderte Anhalteprozedur hat die höchste Priorität.
- Die Grenze für den minimalen Blattwinkel wird auf den höchsten Wert aller aktiven Sektoren gesetzt.
- Die Wirkleistungsgrenze wird auf den niedrigsten Wert aller aktiven Sektoren gesetzt.
- Die Rotordrehzahlgrenze wird auf den niedrigsten Wert aller aktiven Sektoren gesetzt



Das Sektormanagement hält die Windenergieanlage nicht während einer Turmkabelentdrillung und auch nicht während einer Positionierung der Gondel bei Eisansatz an, da die Windenergieanlage dann bereits angehalten ist und die Windrichtung nicht mehr mit der Gondelposition übereinstimmt.

Um Leistungssprünge beim Durchfahren der Sektorgrenzen zu verhindern, sind Leistungsgradienten definiert. Sie gelten für alle Sektoren.

4 Dokumentation

Für jeden der 25 Sektoren wird aufgezeichnet, wie lange die Windenergieanlage im jeweiligen Sektor war. Die Daten können auf Wunsch zur Verfügung gestellt werden.

5 Parameter

5.1 Aktivierung Sektormanagement

Parameter: *WALV1/Sect1.ActSectMgt* (Activate sector management)

Gibt an, ob das Sektormanagement aktiviert oder deaktiviert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

5.2 Aktivierung von Sektor X

Parameter: *WALV1/Sect1.ActSectX* (Activate sector X)

Gibt an, ob der Sektor X (X = 1 – 25) aktiviert oder deaktiviert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

5.3 Startwinkel Sektor X

Parameter: *WALV1/Sect1.StrAngSectX* (Start angle sector X)

Gibt den Startwinkel für den Sektor X (X = 1 – 25) an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
0 – 359°	0

5.4 Stoppwinkel Sektor X

Parameter: *WALV1/Sect1.StopAngSectX* (Stop angle sector X)

Gibt den Stoppwinkel für den Sektor X (X = 1 – 25) an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
0 – 359°	0

5.5 Aktivierung Windgeschwindigkeitsbedingung Sektor X

Parameter: *WALV1/Sect1.ActWdSpdSectX* (Activate wind speed sector X)

Gibt an, ob die Windgeschwindigkeitsbedingung für den Sektor X (X = 1 – 25) aktiviert oder deaktiviert ist.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

5.6 Startwindgeschwindigkeit Sektor X

Parameter: *WALV1/Sect1.StrWdSpdSectX* (Start wind speed sector X)

Gibt die Startwindgeschwindigkeit für den Sektor X (X = 1 – 25) an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
0 – 60 m/s	0 m/s

5.7 Stoppwindgeschwindigkeit Sektor X

Parameter: *WALV1/Sect1.StopWdSpdSectX* (Stop wind speed sector X)

Gibt die Stoppwindgeschwindigkeit für den Sektor X (X = 1 – 25) an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
0 – 60 m/s	0 m/s

5.8 Maximale Wirkleistung Sektor X

Parameter: *WALV1/Sect1.LimPwrSectX* (Limit power sector X)

Gibt die Begrenzung der maximalen Wirkleistung für den Sektor X (X = 1 – 25) an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
10 – 6000 kW	windenergieanlagenspezifisch

5.9 Minimaler Blattwinkel Sektor X

Parameter: *WALV1/Sect1.LimBlAngSectX* (Limit blade angle sector X)

Gibt die Begrenzung des minimalen Blattwinkels für den Sektor X (X = 1 – 25) an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
-4 – +30°	windenergieanlagenspezifisch

5.10 Minimale Rotordrehzahl Sektor X

Parameter: *WALV1/Sect1.LimRotSpdSectX* (Limit rotor speed sector X)

Gibt die Begrenzung der minimalen Rotordrehzahl für den Sektor X (X = 1 – 25) an.

Einstellmöglichkeiten	Standard
2,5 – 15 U/min	windenergieanlagenspezifisch

5.11 Aktivierung Windenergieanlage anhalten Sektor X

Parameter: *WALV1/Sect1.TurStopSectX* (Turbine Stop sector X)

Gibt an, ob die Windenergieanlage im Sektor X (X = 1 – 25) anhält.

Einstellmöglichkeiten	Standard
ein/aus	aus

6 Statusmeldungen

Tab. 1: Statusmeldungen

Typ	Nr.	Name	Beschreibung	Ausgelöste Anhalteprozedur
I	13:n (n = 1 – 25)	Sector management : Wind Sector n	Das Sektormanagement hat einen reduzierten Betrieb angefordert.	-
E	13:101	Sector management : Stop by an active sector	Mindestens ein aktiver Sektor hat das Anhalten der Windenergieanlage angefordert.	Standard stop

4.7 Sonstige Emissionen

Anlagen:

- 4.7.1._D0229982_10.0-de-TB Schattenabschaltung.pdf
- 4.7.2._5044-23-S1 Rotorschattenwurfberechnung und Rotorschattenwurf-Regelung - Standort Georgshof III.pdf

Technische Beschreibung

Schattenabschaltung

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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
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	D0229982/10.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2022-10-19	de	DB	WRD Wobben Research and Development GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
2	Funktionsweise	4
2.1	Bestimmung der potentiellen Schattenwurfzeit	4
2.2	Messung der Beleuchtungsstärke	4
2.3	Abschaltautomatik	5
2.4	Erweiterte Funktionen	5
3	Sicherheit	5
4	Protokollierung	6

1 Allgemeines

Dieses Dokument gilt für die Windenergieanlagen der Plattformen EP1 (E-44, E-53), EP2 (E-70 E4, E-82 E2, E-82 E4, E-92, E-103 EP2), EP3 (E-115 EP3 E3, E-115 EP3 E4, E-126 EP3, E-138 EP3, E-138 EP3 E2 und E-138 EP3 E3) und für die E-160 EP5 E3 R1.

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.

2 Funktionsweise

Die ENERCON 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.

Zusätzlich müssen die optional verfügbaren Sensoren zur Messung der Beleuchtungsstärke verbaut sein.

Die Sensoren werden windenergieanlagenspezifisch im Turm bzw. in der Gondel verbaut.

2.1 Bestimmung der potentiellen Schattenwurfzeit

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, Rotor Durchmesser und Koordinaten der Windenergieanlage sowie der Lage des Immissionsorts und dessen Topografie berechnet.

Die daraus ermittelten Abschaltzeiten werden in die Steuerung der Windenergieanlage programmiert.

Ein Feinabgleich dieser Abschaltzeiten ist für jeden Immissionsort und Zeitraum jederzeit durchführbar.

2.2 Messung der Beleuchtungsstärke

Die Erzeugung periodischen Schattenwurfs ist abhängig von der Sonneneinstrahlung. Gemäß den Aussagen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) ist Schattenwurf zu erwarten, wenn die Sonneneinstrahlung auf der zur Einfallrichtung normalen Ebene mehr als 120 W/m^2 beträgt.

Die Höhe der Beleuchtungsstärke auf einer waagerechten Messfläche wird vom Sonnenstand sowie vom fotometrischen Strahlungsäquivalent beeinflusst. Dieses wird von der Lichtbrechung und der Lufttrübung bestimmt und ist ebenfalls vom Sonnenstand abhängig. Für die Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit zum Sonnenstand können somit nur näherungsweise Werte bestimmt werden.

Für die Schattenabschaltung wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem das Auftreten von Schattenwurf jederzeit genau beurteilt werden kann. Zur Messung der Beleuchtungsstärke werden die Sensoren so angeordnet, dass sich mindestens ein Sensor auf der Sonnenseite und ein Sensor auf der Schattenseite befindet.

Die Steuerung der Windenergieanlage ermittelt aus den Messwerten der Sensoren die höchste und die niedrigste Beleuchtungsstärke, also die Licht- und die Schattenintensität.

Die Beurteilung, ob Schattenwurf möglich ist, erfolgt somit nicht über eine mit Toleranzen behaftete Messung der Beleuchtungsstärke, sondern über das Verhältnis von Licht- zu Schattenintensität und der daraus ermittelten Abschaltintensität.

Für eine Beleuchtungsstärke von 120 W/m^2 beträgt die ermittelte Abschaltintensität 36 %. Dieser Wert ist unabhängig vom Sonnenstand. Sinkt das Verhältnis von Licht- zu Schattenintensität unter 36 %, liegt eine Beleuchtungsstärke von mehr als 120 W/m^2 vor. Es kommt zu Schattenwurf.

Dieser Wert wurde im Rahmen eines 2-jährigen Praxistests von Schattenabschaltmodulen validiert. Die Abschaltintensität kann bei Bedarf individuell verändert werden.

2.3 Abschaltautomatik

Sobald innerhalb des programmierten Zeitfensters der eingestellte Wert der Abschaltintensität unterschritten ist, wird die Schattenabschaltung aktiviert. Eine Mittelwertbildung für die gemessene Beleuchtungsstärke erfolgt nicht. Die Abschaltautomatik reagiert auch bei einer kurzzeitigen Unterschreitung des eingestellten Werts der Abschaltintensität. Eine Verzögerungszeit für das Ansprechen der Schattenabschaltung kann über Filterzeiten definiert werden. Ein Parameter legt fest, wie lange im Mittel das Verhältnis von Licht- zu Schattenintensität unter dem voreingestellten Wert der Abschaltintensität liegen muss, damit die Schattenabschaltung aktiviert wird.

Ändern sich die Lichtverhältnisse so, dass Schattenwurf nicht mehr möglich ist, bleibt die Schattenabschaltung zunächst aktiv. Die Schattenabschaltung wird deaktiviert und die Windenergieanlage nimmt den Betrieb wieder auf, wenn das programmierte Zeitfenster abgelaufen ist oder wenn über einen vorgegebenen Zeitraum der Wert der Abschaltintensität dauerhaft überschritten wird. Ein Parameter legt fest, wie lange im Mittel das Verhältnis von Licht- zu Schattenintensität über dem voreingestellten Wert der Abschaltintensität liegen muss, damit die Schattenabschaltung deaktiviert wird.

2.4 Erweiterte Funktionen

Die Schattenabschaltung kann auch ohne Berücksichtigung der Beleuchtungsstärke erfolgen. Dabei wird die Windenergieanlage zeitgesteuert nach den in der Steuerung programmierten Zeitfenstern abgeschaltet. Die Windenergieanlage wird dann auch bei Bewölkung angehalten.

Durch die verfügbare Wochentagfunktion kann die Abschaltung auf ausgewählte Wochentage begrenzt werden. Diese Funktion ist beispielsweise für Windenergieanlagen sinnvoll, die an Industrie- oder Gewerbegebiete angrenzen, in denen an Wochenenden keine Tätigkeiten in schützenswerten Arbeitsräumen stattfinden.

Die erweiterten Funktionen können gezielt für ausgewählte Immissionsorte umgesetzt werden.

3 Sicherheit

Die Funktion der Lichtsensorik wird während des Betriebs 2-mal täglich automatisch auf Plausibilität geprüft. Sind die gemessenen Werte nicht plausibel, wird eine Meldung generiert.

Durch den Ausfall eines Sensors, z. B. durch Kabelbruch oder Kurzschluss, fällt das Verhältnis von Schatten- zu Lichtintensität unter den Wert der Abschaltintensität. Die Windenergieanlage hält innerhalb des programmierten Zeitfensters an und eine Meldung wird generiert.

4 Protokollierung

Die Aktivierung der Schattenabschaltung wird von der Datenfernübertragung 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.



**Rotorschattenwurfberechnung
und Rotorschattenwurf-Regelung
für den Betrieb von
fünf Windenergieanlagen
am Standort Georgshof III**

Bericht-Nr. 5044-23-S1

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

IEL GmbH — Kirchdorfer Straße 26 — 26603 Aurich ' 04941-9558-0



Rotorschattenwurfberechnung und Rotorschattenwurf-Regelung für den Betrieb von fünf Windenergieanlagen am Standort Georgshof III

Bericht Nr.: 5044-23-S1

Auftraggeber: Windpark Georgshof GmbH & Co. KG
Joachimsfeld 1
26553 Dornum

Theo Verweyen
Westerstraße 16
26553 Dornum

Auftragnehmer: IEL GmbH
Kirchdorfer Straße 26
26603 Aurich

Telefon: 04941 - 9558-0
E-Mail: mail@iel-gmbh.de

Bearbeiter: Ralf-Martin Marksfeldt
(Stellvertretender Leiter Rotorschattenwurf)

Prüfer: Sabine Schulz, Dipl.-Phys.
(Projektbearbeiterin Rotorschattenwurf)

Textteil: 33 Seiten (inkl. Deckblätter)
Anhang: 61 Seiten (inkl. Deckblätter)
CD-ROM: 952 Seiten

Datum: 02. August 2023



Auflistung der erstellten Berichte:

Berichtsnummer	Datum	Titel	Gegenstand / Inhaltliche Änderungen
5044-23-S1	02.08.2023	Rotorschattenwurf-berechnung und Rotorschattenwurf-Regelung	Erstgutachten

Hinweise:

Die vorliegende Ausarbeitung wurde nach bestem Wissen und Gewissen und dem aktuellen Stand der Technik unparteiisch erstellt.

Diese Ausarbeitung (Textteil und Anhang) darf nur in ihrer Gesamtheit und nur vom Auftraggeber zu dem in der Aufgabenstellung definierten Zweck verwendet werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung und Veröffentlichung dieser Ausarbeitung ist nur mit schriftlicher Zustimmung der IEL GmbH erlaubt.

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den untersuchten Prüfgegenstand.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 5

2. Örtliche Beschreibung 5

3. Kartenmaterial und Koordinaten-Bezugssystem..... 6

4. Aufgabenstellung 7

5. Berechnungsgrundlagen 7

5.1 Sonnenstandsrechnung und geometrische Hauptgrößen 7

5.2 Blatttiefe und Beschattungsbereich..... 9

5.3 Kappungswinkel 9

5.4 Geometrie für WEA und IP 10

5.5 Gewächshausmodus..... 10

5.6 Hindernisse 11

5.7 Berechnungsjahr 11

5.8 Schattenwurfdauer (worst-case-Szenario) 11

6. Astronomisch mögliche und meteorologisch wahrscheinliche Schattenwurfdauer 12

7. Orientierungswerte..... 12

8. Windenergieanlagen..... 13

8.1 Geplante Windenergieanlagen (Zusatzbelastung) 13

8.2 Schattenminderungsmaßnahmen des geplanten Anlagentyps 14

8.3 Weitere Windenergieanlagen bzw. Vorbelastung..... 14

9. Immissionspunkte 20

10. Rechenergebnisse und Beurteilung 23

10.1 Rechenergebnisse 24

10.2 Beurteilung..... 27

11. Zeitfenster für WEA-Abschaltungen 27

12. Qualität der Ergebnisse 30

13. Zusammenfassung 31

Anhang 33

1. Einleitung

Am Standort Georgshof III ist von der Windpark Georgshof GmbH & Co. KG und von Herrn Theo Verweyen die Errichtung und der Betrieb von insgesamt fünf Windenergieanlagen (Windpark Georgshof GmbH & Co. KG: GH-III 01 bis Gh-III 04; Theo Verweyen: Gh-III 05) vom Anlagentyp ENERCON E-138 EP3 E3 mit einer Nabhöhe von 111,0 m und einem Rotordurchmesser von 138,3 m geplant. Diese sollen in einem sogenannten Repowering zehn bestehende Windenergieanlagen des Anlagentyps ENERCON E-40 / 5.40 ersetzen.

Im Umfeld der geplanten WEA befinden sich diverse weitere WEA in Betrieb bzw. in Planung. Deren Relevanz für den hier zu betrachtenden Standort wird überprüft und gegebenenfalls in den Berechnungen der Vor-, und der Gesamtbelastung berücksichtigt.

Der Betrieb von Windenergieanlagen kann in ihrer Umgebung Störwirkungen durch Geräusche, Lichtreflexionen oder direkten Schattenwurf des Rotors nach sich ziehen. Die Erfüllung der Anforderungen an den Lärmschutz wird üblicherweise gesondert nachgewiesen, während sich Lichtreflexionen, der sog. "Diskoeffekt", durch die Wahl einer matten Oberfläche der Rotorblätter weitgehend vermeiden lassen. Bestimmend dafür ist der Glanzgrad gemäß DIN EN ISO 2813¹.

Die Berechnungen erfolgen mit dem Programm windPRO[®] Version 3.6. Die IEL GmbH ist ein durch die DAkkS (Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH) nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018⁶ akkreditiertes Prüflaboratorium. Die vorliegenden Berechnungen werden nach den LAI WEA-Schattenwurf-Hinweisen² vom 23.01.2020 erstellt.

2. Örtliche Beschreibung

Der Standort befindet sich im niedersächsischen Landkreis Aurich, auf dem Gebiet der Gemeinde Dornum.

Die geplanten Windenergieanlagen sollen in landwirtschaftlich genutzter Fläche im nördlichen Bereich des Windparks „Dornum-Westerholt“ errichtet werden. Ca. 1,3 km östlich der geplanten WEA verläuft die Landstraße L7 durch den Ortsteil Schwittersum.

Im Umfeld des geplanten Standortes befinden sich diverse weitere Windenergieanlagen in Betrieb. Diese 131 WEA werden nachfolgend als Vorbelastung berücksichtigt (vgl. Abschnitt 8.3).

Im Einflussbereich der geplanten WEA befinden sich einige Wohnbauten im Außenbereich sowie die Ortschaft Dornum mit dem südlichen Ortsteil Schwittersum.

Die Windenergieanlagen und Immissionspunkte liegen auf nahezu ebenem Niveau um 0,0 m. Die minimalen Höhenunterschiede werden in Form eines digitalen Geländemodells auf Grundlage des frei verfügbaren EU-DEM (SRTM und ASTER GDEM) im 25m-Grid berücksichtigt.

In der nachfolgenden Karte ist das Untersuchungsgebiet dargestellt.

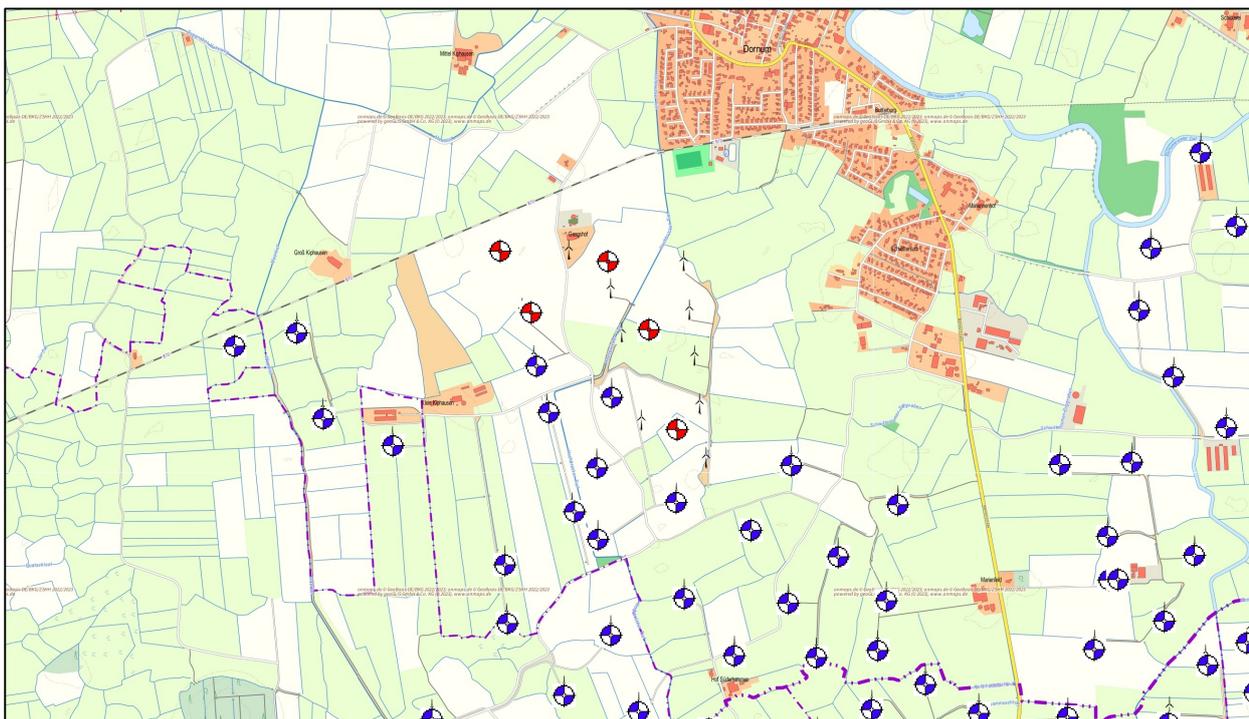


Abb. 1: Übersichtskarte (Vorbelastung = blau / Zusatzbelastung = rot)

Die Standortbegehung wurde im Juni 2023 durch einen Mitarbeiter der IEL GmbH durchgeführt. Für einen Teil der Immissionspunkte liegen Fotos vor; die Fotodokumentation dient hier lediglich internen Zwecken.

3. Kartenmaterial und Koordinaten-Bezugssystem

Die Koordinaten der geplanten Windenergieanlagen wurden vom Auftraggeber im UTM-System WGS84 / Zone 32 zur Verfügung gestellt und mittels geeigneter Software ins Koordinatensystem ETRS89 / Zone 32 transformiert. Die Koordinaten der bestehenden Windenergieanlagen sind aus vorangegangenen Untersuchungen bekannt.

Die Koordinaten der untersuchten Immissionspunkte wurden mittels des vorliegenden Kartenmaterials ermittelt. Eine detaillierte Beschreibung sowie die Auflistung der Koordinaten der untersuchten Immissionspunkte ist dem Abschnitt 9 zu entnehmen. Als Kartenmaterial dienen die Karten des Onlineservice onmaps (geoGLIS GmbH & Co. KG) ermittelt. Die Basis der onmaps-Karte sind ATKIS©-Daten sowie Gebäudeumringe aus dem deutschen Liegenschaftskataster (ALKIS).

4. Aufgabenstellung

Die vorliegende Untersuchung dient der Beantwortung der Frage nach den Zeitpunkten, der Dauer sowie der Zulässigkeit möglicher Beeinträchtigungen durch Rotorschattenwurf, die durch den Betrieb der drehenden Rotoren an maßgeblichen Immissionspunkten (IP) verursacht werden.

Die hier näher zu untersuchenden Immissionen durch direkten Schattenwurf des Rotors können sich bei drehendem Rotor störend auswirken. Aus der Rotordrehzahl und der Anzahl der Rotorblätter einer Windenergieanlage ergibt sich die jeweilige Frequenz, mit der stark wechselnde Lichtverhältnisse im Schattenbereich der Rotorkreisfläche auftreten können. Die Frequenzen sind abhängig vom Windenergieanlagentyp. In der Regel handelt es sich bei vergleichbaren Anlagengrößen um niedrige Frequenzen im Bereich von etwa 0,2 - 0,6 Hz. Mit dieser Frequenz ändern sich für den Beobachter im Rotorschattenbereich die Lichtverhältnisse (hell/dunkel).

Anhand von Berechnungen lassen sich für definierte Immissionspunkte Aussagen über die möglichen Zeitpunkte treffen, an denen Rotorschattenwurf auftreten kann. Für die standortspezifischen Gegebenheiten an den Immissionspunkten wird in Tabellen aufgezeigt, wann diese Ereignisse auftreten können. Hieraus ergeben sich zunächst die astronomisch möglichen Zeiten für Rotorschattenwurf, für die jedoch ein wolkenfreier Himmel und die jeweils ungünstigste Rotorstellung vorausgesetzt wird. Tatsächlich werden die astronomisch möglichen Schattenwurfzeiten durch den Grad der Bewölkung und den windrichtungsabhängigen Azimutwinkel des Rotors deutlich reduziert.

Die astronomisch möglichen Schattenwurfzeiten werden zur Beurteilung herangezogen, indem sie Orientierungswerten für die tägliche und jährliche Dauer gegenübergestellt werden.

In einem zweiten Schritt (s. Kap. 11) sollen bei Überschreitungen der Orientierungswerte Zeitfenster ermittelt werden, in denen die geplanten Anlagen bei Sonnenschein außer Betrieb gesetzt werden, um so die Einhaltung der Orientierungswerte zu gewährleisten.

5. Berechnungsgrundlagen

5.1 Sonnenstandsberechnung und geometrische Hauptgrößen

Der Planet Erde rotiert einmal am Tag um seine Eigenrotationsachse, welche rechtwinklig zur Äquatorebene steht. Zusätzlich bewegt sie sich, mit einer jährlichen Umkreisung, auf einer elliptischen Bahn um die Sonne. Die Aufgabenstellung erfordert die Bestimmung der Sonnenposition für einen erdfesten Beobachter zu einem gegebenem Datum und gegebener Uhrzeit. Die Sonnenposition für einen zukünftigen Zeitpunkt ist jedoch nicht exakt zu ermitteln. Alle derzeit bekannten Algorithmen zur Bestimmung von Sonnenpositionen sind, wie auch das hier verwendete Verfahren, lediglich Näherungsverfahren, die sich auf verschiedene interpolierte Funktionen stützen und periodisch wiederkehrende Zustände beschreiben. Zur Verdeutlichung seien folgende Sachverhalte kurz genannt.

Die Rotationsachse der Erde steht nicht rechtwinklig auf der Bewegungsebene zur Sonne, sondern schräg hierzu. Die daraus resultierende Schiefe der Ekliptik ist die Neigung der Erdrotationsachse bzw. der Winkel zwischen dem Himmelsäquator und der Ekliptik **e**. Sie beträgt ca. 23,5°. Für Beobachtungspunkte auf der Erde ergeben sich hieraus jahreszeitliche Änderungen des Winkels zwischen Himmelsäquator und Bewegungsebene zur Sonne. Diese Änderung durchläuft innerhalb eines Jahres die positiven und negativen Maximalwerte der Ekliptik (-23.5° bis +23.5°) und wird als Deklination **d** bezeichnet. Die Deklination erreicht jeweils am 21. Juni ihren größten und am 21. Dezember ihren kleinsten Winkel. Diese Tage sind demnach der jeweils längste bzw. kürzeste Tag eines Jahres. Die Tage, an denen die Deklination 0° beträgt und sich eine Tagundnachtgleiche ergibt, werden Frühjahrs- und Herbstäquinox genannt.

Die Bewegungsabläufe der Erde werden durch die Gravitation des Mondtrabanten sowie anderer Planeten und der Sonne beeinflusst. Diese Einflüsse, wie auch die Präzession, Nutation und Aberration, wurden von Jean Meeus³ mathematisch beschrieben.

Diese Methode ist ein tragbarer Kompromiss zwischen der Genauigkeit des Ergebnisses und dem zu dessen Erreichung zu betreibenden Rechenaufwandes, insbesondere für Flächenmatrizen. Die Berechnung des Einstrahlwinkels **h_s** der Sonne gegenüber einer waagrecht ausgerichteten Fläche ergibt sich aus dem nachfolgend dargelegten formelmäßigen Zusammenhang:

$$\sin h = \sin d \cdot \sin f + \cos d \cdot \cos f \cdot \cos H \quad \text{mit:}$$

- h** = Höhenwinkel, positive Werte über und negative unter dem Horizont,
- f** = geographische Breite des Standortes,
- d** = Deklination zwischen Sonne u. Äquatorebene sowie
- H** = lokaler Stundenwinkel für die mittlere Ortszeit (MOZ).

Zur vollständigen Positionsbestimmung wird zusätzlich der Azimutwinkel **A** benötigt, welcher, gemessen am Horizont des Immissionspunktes, den Winkel zwischen geographisch Süd und Sonne wiedergibt (der auf geographisch Nord bezogene Azimutwinkel ergibt sich aus einer Korrektur um 180°).

$$\tan A = \sin H \cdot (\cos H \cdot \sin f - \tan d \cdot \cos f)^{-1}$$

Mit den Winkeln, die sich aus vorausgehenden Gleichungen ergeben, lassen sich aus den transformierten Koordinaten der WEA für definierte Immissionspunkte die Sonnenbahnen sowie deren Verdeckung durch die Fläche des Rotors ermitteln.

Die Sonne wird bei der Berechnung der Schattenwurfzeiten als Punktquelle betrachtet. Gegenüber einer Betrachtung mit der realen Sonnengeometrie resultiert jeweils für den Beginn und das Ende der Schattenwurfdauer im Mittel eine Zeitdifferenz von ca. 1 Minute und 4 Sekunden. Diese Zeiten werden vernachlässigt, da in ihnen nur maximal die Hälfte der Sonne von der schmalen Blattspitze verdeckt wird.

Die Ermittlung des Schattenwurfs für einen Immissionspunkt basiert auf den vertikalen und horizontalen Winkeln zwischen dem Immissionsort und den jeweiligen WEA, sowie dem vertikalen und horizontalen Winkel des Sonnenstandes zu einem bestimmten Kalenderzeitpunkt an einem bestimmten Ort. Die geometrischen Hauptgrößen werden nachfolgend dargestellt.

5.2 Blatttiefe und Beschattungsbereich

Nachfolgend wird ein Berechnungsansatz dargestellt, mit dem die Schattenreichweite ermittelt wird. Sie ist als Entfernung definiert, in welcher der Schatten eines drehenden Rotors keine relevante Störung mehr liefert.

Gemäß den LAI-Hinweisen können Einwirkungen durch periodischen Schattenwurf dann sicher ausgeschlossen werden, wenn alle in Frage kommenden Immissionsorte in der Anlagenumgebung außerhalb des möglichen Beschattungsbereiches der jeweiligen WEA liegen. Der zu prüfende Bereich ergibt sich aus dem Abstand zur WEA, in welchem die Sonnenfläche gerade zu 20 % durch ein Rotorblatt verdeckt wird. Der Verdeckungsgrad hängt von der Entfernung zur WEA und von der Blatttiefe ab. Da die Blatttiefe nicht über den gesamten Flügel konstant ist, erfolgt der Rechenansatz wie üblich mit der mittleren Blatttiefe. Der LAI geht von einer 20%-Verdeckung für die Reichweitenbegrenzung² aus. Die maximale Blatttiefe, die Blatttiefe bei 90% Rotorradius sowie die daraus resultierende Schattenreichweite für den hier berücksichtigten WEA-Typ gehen aus der Tabelle 1 (Kap.8.1, geplante WEA) und dem Hauptergebnis im Anhang hervor. Zur Ermittlung der 20%-Verdeckung wird folgende Formel verwendet:

$$0,2 \cdot \mathbf{SF} = 2 \cdot \left(\left(\frac{2 \cdot \alpha \cdot \mathbf{SF}}{360} \right) + (\cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha) \cdot \mathbf{SR}^2) \right)$$

mit:

- SR = Sonnenradius (696.000 km),
- SF = Fläche der Sonnenscheibe $\mathbf{SR}^2 \cdot \pi = 1.521.837.746.881 \text{ km}^2$ sowie
- α = Winkel zur Bestimmung des Flächenanteils.

5.3 Kappungswinkel

Für Sonnenstände unterhalb eines vertikalen Kappungswinkels von 3° über dem Horizont wirkt der Schatten nicht mehr als zu beurteilende Immission, da dann die Durchdringung der atmosphärischen Schichten eine höhere Streuung und Absorption bewirkt und den Rotorschatten dadurch stark abschwächt. Durch den Kappungswinkel wird insofern die Schattenreichweite auch über den höchsten Rotorpunkt begrenzt. Der Kappungswinkel ist im Hauptergebnis dokumentiert.

5.4 Geometrie für WEA und IP

In den Tabellen 2 und 3 (Windenergieanlagen) sowie Tabelle 4 (Immissionspunkte) werden folgende Bezeichnungen verwendet:

h_s	= Nabenhöhe der WEA ü. Geländeoberkante (GOK),
$h_s \text{ grd}; h_i \text{ grd}$	= Höhe ü. NN für WEA - Fuß- bzw. Immissionspunkt,
$h_s \text{ abs}; h_i \text{ abs}$	= Höhe ü. NN für WEA - Nabe bzw. Immissionspunkt,
h_i	= Höhe des Immissionspunktes ü. GOK,
IP	= Immissionspunkt und
Dh	= Höhendifferenz zw. Nabenhöhe der WEA und dem IP.

Die Geometrie Größen sind in der nachfolgenden Abbildung veranschaulicht.

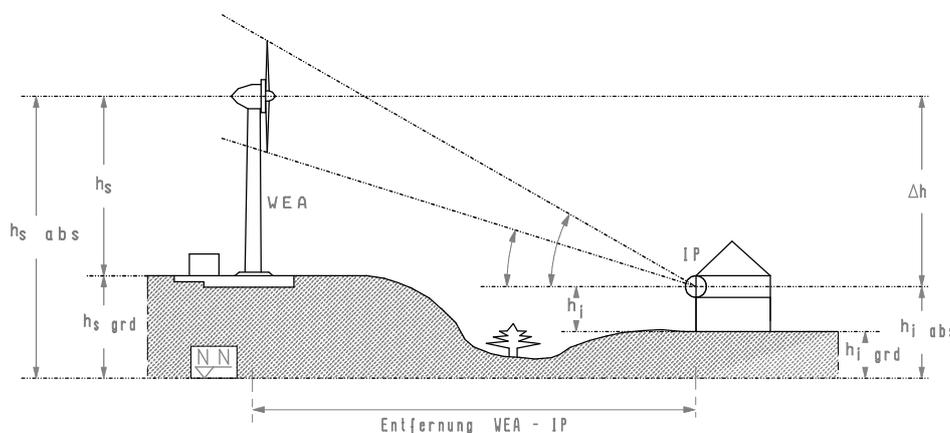


Abb. 2: Geometrische Verhältnisse, Vertikalschnitt

Bei der Ermittlung der Entfernungen zwischen den Immissionspunkten und den Windenergieanlagen bleibt der Abstand zwischen Rotorebene und Turmachse LAI-konform unberücksichtigt.

5.5 Gewächshausmodus

Bei den Berechnungen wird von frei eingestrahltten Immissionspunkten ausgegangen. Dies bedeutet, dass Verdeckungen durch Gebäudefronten am Immissionspunkt selbst, durch andere Gebäude und insbesondere durch Bewuchs unberücksichtigt bleiben.

Diese Betrachtungsweise wird auch als sog. Gewächshausmodus bezeichnet und wird allgemein als konservativ angesehen, weil die schützenswerten Gebäude in der Realität meist nur zwei Seiten mit Fenstern oder Glastüren besitzen, welche den emittierenden Windenergieanlagen zugewandt sind.

5.6 Hindernisse

Gem. LAI-Richtlinie dürfen dauerhafte natürliche und künstliche lichtundurchlässige Hindernisse, die den periodischen Schattenwurf von WEA begrenzen, berücksichtigt werden. Dies liegt in Ermessensspielraum der Genehmigungsbehörden.

Die Software windPRO berücksichtigt die Orographie über eine Sichtbarkeitsanalyse, d.h. ist die WEA vom Immissionspunkt aufgrund der Geländestruktur nicht zu sehen, so werden für diese WEA auch keine Schattenwurfzeiten berechnet.

Welche sonstigen Hindernisse gegebenenfalls berücksichtigt werden sollten, hängt davon ab, ob sicher anzunehmen ist, dass diese Hindernisse über die gesamte Lebensdauer der WEA bestehen bleiben. Im vorliegenden Fall werden keine weiteren Hindernisse berücksichtigt.

5.7 Berechnungsjahr

Gemäß LAI-Hinweisen Kap. 2 ist für das Summieren der Jahresstunden das Kalenderjahr mit 365 Tagen zugrunde zu legen.

Alle Zeitangaben werden durch die Software windPRO für ein mittleres Kalenderjahr berechnet. Eine interne Vergleichsrechnung über die mittlere Lebensdauer einer WEA von 20 Jahren ergab lediglich eine Varianz von 1 Minute bezogen auf die Start- und Endzeiten des Schattenwurfes. Bezogen auf die Beschattungsdauer an einzelnen Immissionspunkten ergaben sich hierbei minimale Schwankungen von 1 Minute pro Tag und 6 Minuten pro Jahr. Grundlage ist die Mitteleuropäische Zeit (MEZ) für die Zeitzone +1 (Paris, Berlin). Hierbei wird von der Berechnungssoftware windPRO® die Umstellung auf die im Alltag verwendete Mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ) berücksichtigt.

5.8 Schattenwurfdauer (worst-case-Szenario)

Für alle berechneten Werte der täglichen und jährlichen Schattenwurfdauer an einem IP (Std./Jahr; Min./Tag) gelten vorgenannte Randbedingungen. Es wird für die jeweils ermittelte Dauer üblicherweise angenommen, dass die Sonne ganzjährig von Sonnenauf- bis Sonnenuntergang scheint (astronomisch möglich, worst-case) und durch Geländekanten nicht abgeschirmt wird (vgl. Kap. 5.4). Für einen IP, der weiter von einer WEA liegt, wird die astronomisch mögliche Beschattungsdauer durch die berücksichtigten Einschränkungen [siehe Kapitel 5.2 (Beschattungsbereich) und 5.3 (3°-Kappung)] gegenüber der rein geometrischen Berechnung geringfügig verringert. Es wird für jeden Zeitpunkt angenommen, dass der Sonnen-Einstrahlwinkel und die Windrichtung in Bezug auf jede WEA und jeden IP übereinstimmen, was logischerweise nie gleichzeitig so sein kann. In dieser Betrachtungsweise erscheint jede WEA quasi als verschattende Kugel und nicht als Kreisfläche, die ggf. mit denen weiterer betrachteter WEA im Umfeld weitestgehend parallel stehen müssten. Dadurch wird die reale Schattenwurfdauer in der Regel in nicht unerheblichem Maß überschätzt.

6. Astronomisch mögliche und meteorologisch wahrscheinliche Schattenwurfdauer

Die astronomisch mögliche Schattenwurfdauer stellt den theoretisch maximal möglichen Zeitraum dar, in dem Schattenwurf überhaupt auftreten kann (worst-case). Dieser Wert wird nur unter der Voraussetzung erreicht, dass die Sonne nie durch Bewölkung verdeckt wird. In der Realität fällt dieser Wert - je nach Standort - geringfügig bis deutlich niedriger aus.

Eine zweite Einschränkung wird bedingt durch die vorherrschende Windrichtung. Steht der Rotor der zu betrachtenden Windenergieanlage schräg zum Einstrahlwinkel, so wird der Schattenbereich schmaler. Abhängig von der Windstatistik und von der Ausrichtung der Immissionspunkte zu den Windenergieanlagen führt die Rotorschragstellungen zu einer Reduzierung der Schattenwurfzeiten um ca. 20 % bis 30 %.

Beide Einschränkungen werden jedoch bei den nachfolgenden Betrachtungen vernachlässigt. Dies führt zu einer konservativen Betrachtung. Statistische Daten belegen, dass die meteorologisch wahrscheinliche Rotorschattenwurfbelastung im Bereich von < 30 % der astronomisch möglichen Rotorschattenwurfzeiten liegt.

Statistische Grundlage für die Berechnung der meteorologisch wahrscheinlichen Beschattung sind die nächstgelegene DWD-Station mit Daten für die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit Norderney sowie für die Windrichtungsverteilung der ERA5-Knotenpunkt N53,624_E07,435 (EMD-WRF EUR+).

7. Orientierungswerte

Störwirkungen werden personenbezogen mehr oder weniger stark empfunden. Aus diesem Grund hat ein vom Staatlichen Umweltamt Schleswig initiiertes Arbeitskreis umfangreiche Studien zur Bestimmung von tragbaren Immissionsgrenzen durchgeführt. Dies geschah mit bundesweiter Beteiligung von Vertretern aus Fachbehörden (Genehmigungsbehörden, Umweltämtern und Ministerien), der Universität Kiel mit einer umfassenden Feld- und Laborstudie^{4, 5} sowie unter Mitwirkung einer Reihe von Sachverständigen (u. a. IEL GmbH) und Herstellervertretern. Dieses Zusammenwirken führte zur Grundlage der vom LAI erarbeiteten Empfehlungen, die von den Ländern unverändert so erlassen wurden.

Die hier herangezogenen Orientierungswerte von maximal **30 Stunden pro Jahr (worst-case)** (vgl. Kap. 5.8) bzw. von **maximal 30 Minuten pro Tag** entsprechen dem Stand der Technik und der Wissenschaft. Sie kommen gemäß der Empfehlung des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) bundesweit für die maßgeblichen Immissionsorte (vgl. Abschnitt 9) zur Anwendung.

Wird die Beurteilung oder werden behördliche Maßgaben für den Betrieb der Windenergieanlagen auf die real auftretende Rotorschattenwurfdauer abgestellt, so gilt ein zulässiger Orientierungswert von 8 Stunden Schattenwurf pro Jahr (real). Hinsichtlich der Einhaltung von Vorgaben sind in diesem Fall Betriebsprotokolle mit allen adäquaten Betriebsparametern vorzulegen.

8. Windenergieanlagen

Am Standort Georgshof III ist von der Windpark Georgshof GmbH & Co. KG und von Herrn Theo Verweyen die Errichtung und der Betrieb von insgesamt fünf Windenergieanlagen (Windpark Georgshof GmbH & Co. KG: GH-III 01 bis Gh-III 04; Theo Verweyen: Gh-III 05) vom Anlagentyp ENERCON E-138 EP3 E3 mit einer Nabenhöhe von 111,0 m und einem Rotordurchmesser von 138,3 m geplant. Diese sollen in einem sogenannten Repowering zehn bestehende Windenergieanlagen des Anlagentyps ENERCON E-40 / 5.40 ersetzen.

Die Daten der weiteren WEA bzw. der als Vorbelastung (VB) zu berücksichtigenden Windenergieanlagen werden in Kap. 8.3 dargestellt. Das Zusammenwirken der Vor- und Zusatzbelastung führt zur Gesamtbelastung (GB).

Die Lage der geplanten und der benachbarten Windenergieanlagen ist einer Übersichtskarte im Anhang zu entnehmen.

8.1 Geplante Windenergieanlagen (Zusatzbelastung)

In Tabelle 1 sind die für die Schattenwurfberechnungen maßgeblichen technischen Angaben für den vom Auftraggeber geplanten Anlagentyp zusammengefasst.

Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Max. Blatttiefe [m]	Blatttiefe bei 90% Rotorradius [m]	Rotorschattenreichweite (RSRW) [m]
ENERCON E-138 EP3 E3	111,0	138,3	3,93	1,04	1.690

Tabelle 1: Technische Angaben des geplanten Anlagentyps

Die Koordinaten und Abmessungen der von den Auftraggebern geplanten WEA sind der nachfolgenden Tabelle 2 zu entnehmen.

Geplante Windenergieanlagen (Zusatzbelastung)							
WEA-Nr.	Anlagentyp	UTM ETRS89, Zone 32		h _s grd [m]	h _s [m]	h _s abs [m]	Rotor \varnothing [m]
		Rechtswert	Hochwert				
Gh-III 01	ENERCON E-138 EP3 E3	395.055	5.944.476	0,0	111,0	111,0	138,3
GH-III 02	ENERCON E-138 EP3 E3	395.180	5.944.213	0,0	111,0	111,0	138,3
Gh-III 03	ENERCON E-138 EP3 E3	395.676	5.944.128	0,0	111,0	111,0	138,3
GH-III 04	ENERCON E-138 EP3 E3	395.784	5.943.703	0,0	111,0	111,0	138,3
GH-III 05 Verweyen	ENERCON E-138 EP3 E3	395.508	5.944.421	0,0	111,0	111,0	138,3

Tabelle 2: Daten der geplanten WEA, Koordinaten und Abmessungen

8.2 Schattenminderungsmaßnahmen des geplanten Anlagentyps

Es gibt grundsätzlich zwei unterschiedlich arbeitende Systeme am Markt. Zum einen gibt es Systeme, welche mit festen anlagenbezogenen Abschaltzeiten arbeiten. Hierfür wird vor Inbetriebnahme der geplanten Windenergieanlagen ein Abschaltzeitkalender erstellt. Dieser gibt für die betroffenen Windenergieanlagen die Einzeltage / Tagfolgen und die Uhrzeiten der erforderlichen Abschaltungen an. Dabei beziehen sich die Abschaltzeiten auf die worst-case-Beurteilung mit einem Orientierungswert von 30 Stunden pro Jahr (astronomisch möglich) und projektspezifisch auf einzelne bzw. alle geplanten Windenergieanlagen. Andere Systeme arbeiten mit dem kompletten Datensatz (alle Koordinaten der Windenergieanlagen und Immissionspunkte) und berechnen kontinuierlich, ob an den einzelnen Immissionspunkten Schattenwurf vorliegt. Sofern dies der Fall ist, wird je Immissionspunkt bis zum Erreichen des Orientierungswertes von realen 8 Stunden Schattenwurf pro Jahr der Betrieb der Anlage(n) aufrechterhalten, danach erfolgt bei Schattenwurf die Abschaltung. Der Betrieb von Anlagen, die mit diesem System arbeiten, ist i.d.R. zu protokollieren.

Der hier berücksichtigte Anlagentyp ENERCON E-138 EP3 E3 kann beide Systeme berücksichtigen. Entsprechende Dokumente sind dem Anhang zu entnehmen.

Für die geplanten Anlagen wurden Abschaltzeitfenster ermittelt, die im Anhang dargestellt sind (siehe Abschnitt 11)

8.3 Weitere Windenergieanlagen bzw. Vorbelastung

Die Daten der weiteren Windenergieanlagen bzw. der als Vorbelastung zu berücksichtigenden Windenergieanlagen sind der nachfolgend aufgeführten Tabelle 3 zu entnehmen. Die dargestellten Höhen sind in Kap. 5.4 erläutert.

Weitere Windenergieanlagen bzw. Vorbelastung							
WEA-Nr.	Anlagentyp	UTM ETRS89, Zone 32		h _s grd [m]	h _s [m]	h _s abs [m]	Rotor Æ [m]
		Rechtswert	Hochwert				
PD 1	ENERCON E-115 EP3 E3	395.055	5.944.476	0,0	111,0	111,0	138,3
PD 2	ENERCON E-115 EP3 E3	395.180	5.944.213	0,0	111,0	111,0	138,3
PD 3	ENERCON E-115 EP3 E3	395.676	5.944.128	0,0	111,0	111,0	138,3
NLH 02	ENERCON E-66 / 15.66	395.784	5.943.703	0,0	111,0	111,0	138,3
NLH 02	ENERCON E-66 / 15.66	395.508	5.944.421	0,0	111,0	111,0	138,3
NLH 06	ENERCON E-66 / 15.66	395.649	5.941.654	0,0	149,0	149,0	115,7
NLH 07	ENERCON E-66 / 15.66	395.643	5.941.994	0,0	149,0	149,0	115,7
NLH 08	ENERCON E-66 / 15.66	396.550	5.941.932	0,0	149,0	149,0	115,7

Weitere Windenergieanlagen bzw. Vorbelastung							
WEA-Nr.	Anlagentyp	UTM ETRS89, Zone 32		h _s grd [m]	h _s [m]	h _s abs [m]	Rotor Æ [m]
		Rechtswert	Hochwert				
NLH 09	ENERCON E-66 / 15.66	396.310	5.941.056	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 10	ENERCON E-66 / 15.66	396.779	5.942.345	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 11	ENERCON E-66 / 15.66	396.526	5.941.670	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 12	ENERCON E-66 / 15.66	396.777	5.941.386	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 13	ENERCON E-66 / 15.66	396.824	5.941.045	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 14	ENERCON E-66 / 15.66	396.543	5.940.742	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 15	ENERCON E-66 / 15.66	397.829	5.942.415	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 16	ENERCON E-66 / 15.66	397.823	5.942.167	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 17	ENERCON E-66 / 15.66	397.669	5.941.799	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 18	ENERCON E-66 / 15.66	397.982	5.941.855	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 19	ENERCON E-66 / 15.66	397.642	5.941.460	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 20	ENERCON E-66 / 15.66	398.012	5.941.575	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 21	ENERCON E-66 / 15.66	397.729	5.941.180	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 22	ENERCON E-66 / 15.66	398.060	5.941.234	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 23	ENERCON E-66 / 15.66	398.193	5.942.535	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 24	ENERCON E-66 / 15.66	398.565	5.942.491	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 25	ENERCON E-66 / 15.66	398.211	5.942.251	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 29	ENERCON E-70 E4 2,0MW	398.577	5.942.182	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 30	ENERCON E-70 E4 2,0MW	398.241	5.941.942	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 31	ENERCON E-70 E4 2,0MW	398.644	5.941.902	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 32	ENERCON E-48	398.364	5.941.692	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 33	ENERCON E-48	398.286	5.941.446	0,0	67,0	67,0	66,0
NLH 34	ENERCON E-82 E1 2,0MW	396.110	5.941.957	0,0	99,0	99,0	71,0

Weitere Windenergieanlagen bzw. Vorbelastung							
WEA-Nr.	Anlagentyp	UTM ETRS89, Zone 32		h _s grd [m]	h _s [m]	h _s abs [m]	Rotor Æ [m]
		Rechtswert	Hochwert				
NLH 35	ENERCON E-82 E1 2,0MW	396.070	5.941.000	0,0	99,0	99,0	71,0
NLH 36	ENERCON E-82 E1 2,0MW	396.100	5.940.721	0,0	99,0	99,0	71,0
NLH 37	ENERCON E-82 E1 2,0MW	396.663	5.941.203	0,0	75,6	75,6	48,0
NLH 38	ENERCON E-82 E1 2,0MW	396.492	5.940.959	0,0	75,6	75,6	48,0
NLH 39	ENERCON E-82 E1 2,0MW	399.383	5.942.041	0,0	108,4	108,4	82,0
NLH 40	ENERCON E-82 E1 2,0MW	399.684	5.942.374	0,0	108,4	108,4	82,0
NLH 41	ENERCON E-82 E1 2,0MW	399.407	5.942.287	0,0	108,4	108,4	82,0
KW 04	ENERCON E-48	399.229	5.942.570	0,0	108,4	108,4	82,0
N 01	ENERCON E-70 E4 2,0MW	399.072	5.942.109	0,0	98,4	98,4	82,0
N 02	ENERCON E-82 E2 2,3MW	398.880	5.942.577	0,0	108,4	108,4	82,0
N 03	ENERCON E-101	398.534	5.942.739	0,0	108,4	108,4	82,0
N 04	ENERCON E-82 E2 2,3MW	398.167	5.942.747	0,0	108,4	108,4	82,0
N 05	ENERCON E-101	396.291	5.941.860	0,0	75,6	75,6	48,0
N 06	ENERCON E-101	395.484	5.942.839	0,0	64,0	64,0	71,0
N 07	ENERCON E-82 E2 2,3MW	394.724	5.942.501	0,0	108,4	108,4	82,0
N 08	ENERCON E-82 E2 2,3MW	395.282	5.942.588	0,0	135,4	135,4	101,0
N 09	ENERCON E-82 E2 2,3MW	394.991	5.942.276	0,0	108,4	108,4	82,0
N 10	ENERCON E-82 E2 2,3MW	394.735	5.941.740	0,0	135,4	135,4	101,0
N 11	ENERCON E-82 E2 2,3MW	394.943	5.940.789	0,0	135,4	135,4	101,0
D 01	ENERCON E-70 E4 2,3MW	395.058	5.940.513	0,0	138,4	138,4	82,0
D 02	ENERCON E-70 E4 2,3MW	395.293	5.940.543	0,0	138,4	138,4	82,0
D 03	ENERCON E-70 E4 2,3MW	395.382	5.941.604	0,0	98,4	98,4	82,0
D 04	ENERCON E-70 E4 2,3MW	395.893	5.942.124	0,0	138,4	138,4	82,0
D 05	ENERCON E-70 E4 2,3MW	395.579	5.940.704	0,0	138,4	138,4	82,0

Weitere Windenergieanlagen bzw. Vorbelastung							
WEA-Nr.	Anlagentyp	UTM ETRS89, Zone 32		h _s grd [m]	h _s [m]	h _s abs [m]	Rotor Æ [m]
		Rechtswert	Hochwert				
D 06	ENERCON E-70 E4 2,3MW	395.050	5.942.897	0,0	64,0	64,0	71,0
D 07	ENERCON E-70 E4 2,3MW	396.708	5.943.364	0,0	64,0	64,0	71,0
D 08	ENERCON E-70 E4 2,3MW	396.350	5.942.724	0,0	64,0	64,0	71,0
D 09	ENERCON E-70 E4 2,3MW	396.236	5.942.958	0,0	64,0	64,0	71,0
D 10	ENERCON E-70 E4 2,3MW	396.650	5.942.959	0,0	64,0	64,0	71,0
D 11	ENERCON E-70 E4 2,3MW	397.395	5.943.519	0,0	64,0	64,0	71,0
D 12	ENERCON E-70 E4 2,3MW	398.267	5.943.299	0,0	64,0	64,0	71,0
D 13	ENERCON E-70 E4 2,3MW	398.017	5.944.827	0,0	64,0	64,0	71,0
D 14	ENERCON E-70 E4 2,3MW	398.600	5.943.245	0,0	64,0	64,0	71,0
D 15	ENERCON E-70 E4 2,3MW	397.821	5.942.847	0,0	64,0	64,0	71,0
O 01	VESTAS V39	398.099	5.943.662	0,0	64,0	64,0	71,0
O 02	VESTAS V39	399.060	5.943.498	0,0	64,0	64,0	71,0
D 16	ENERCON E-70 E4 2,3MW	397.741	5.944.165	0,0	64,0	64,0	71,0
D 17	ENERCON E-70 E4 2,3MW	397.799	5.944.427	0,0	64,0	64,0	71,0
D 18	ENERCON E-70 E4 2,3MW	396.262	5.943.540	0,0	64,0	64,0	71,0
D 19	ENERCON E-92	398.350	5.943.674	0,0	50,0	50,0	39,0
D 20	ENERCON E-92	398.691	5.943.622	0,0	50,0	50,0	39,0
D 21	ENERCON E-92	396.609	5.942.750	0,0	113,5	113,5	71,0
D 22	ENERCON E-92	395.045	5.943.147	0,0	84,5	84,5	71,0
D 23	ENERCON E-92	399.149	5.943.077	0,0	113,5	113,5	71,0
D 24	ENERCON E-70 E4 2,3MW	396.451	5.943.150	0,0	138,4	138,4	92,0
D 25	ENERCON E-101	398.929	5.943.245	0,0	138,4	138,4	92,0
D 26	ENERCON E-101	397.523	5.942.734	0,0	138,4	138,4	92,0
D 27	ENERCON E-101	398.384	5.943.042	0,0	138,4	138,4	92,0
D 28	ENERCON E-101	398.920	5.943.945	0,0	138,4	138,4	92,0
D 29	ENERCON E-101	398.479	5.944.521	0,0	113,5	113,5	71,0
D 30	ENERCON E-101	398.159	5.944.512	0,0	135,4	135,4	101,0
Gh-I 05	ENERCON E-40	398.440	5.944.165	0,0	135,4	135,4	101,0
GH-I 06	ENERCON E-40	397.953	5.943.124	0,0	135,4	135,4	101,0

Weitere Windenergieanlagen bzw. Vorbelastung							
WEA-Nr.	Anlagentyp	UTM ETRS89, Zone 32		h _s grd [m]	h _s [m]	h _s abs [m]	Rotor Æ [m]
		Rechtswert	Hochwert				
Gh-I 07	ENERCON E-40	397.882	5.943.881	0,0	135,4	135,4	101,0
HL 5-02	ENERCON E-82 E2 2,3MW	397.589	5.943.211	0,0	135,4	135,4	101,0
HL 4-01	ENERCON E-82 E2 2,3MW	397.698	5.943.523	0,0	135,4	135,4	101,0
HL 2-01	ENERCON E-82 E2 2,3MW	395.344	5.943.364	0,0	50,0	50,0	40,3
HL 5-03	ENERCON E-82 E2 2,3MW	395.246	5.943.788	0,0	50,0	50,0	40,3
HL 5-04	ENERCON E-82 E2 2,3MW	395.197	5.943.985	0,0	50,0	50,0	40,3
HL N-01	ENERCON E-82 E2 2,3MW	397.511	5.942.096	0,0	108,4	108,4	82,0
EA 098	ENERCON E-70 E4 2,0MW	397.616	5.942.313	0,0	108,4	108,4	82,0
EA 108	ENERCON E-70 E4 2,0MW	397.404	5.942.449	0,0	108,4	108,4	82,0
HL 1-03	ENERCON E-82 E2 2,3MW	397.045	5.941.263	0,0	108,4	108,4	82,0
HL 1-04	ENERCON E-82 E2 2,3MW	396.859	5.940.809	0,0	108,4	108,4	82,0
HL 1-05	ENERCON E-70 E4 2,3MW	397.178	5.941.037	0,0	98,4	98,4	82,0
HL 1-06	ENERCON E-82 E2 2,3MW	394.293	5.943.783	0,0	64,0	64,0	71,0
HL 1-01	ENERCON E-82 E2 2,3MW	394.189	5.944.149	0,0	64,0	64,0	71,0
HL 1-02	ENERCON E-82 E2 2,3MW	397.899	5.941.392	0,0	108,4	108,4	82,0
HL 5-01	ENERCON E-70 E4 2,3MW	398.704	5.942.952	0,0	108,4	108,4	82,0
HL 5-06	ENERCON E-82 E2 2,3MW	398.960	5.942.853	0,0	98,2	98,2	71,0
HL 5-07	ENERCON E-82 E2 2,3MW	399.449	5.942.534	0,0	108,4	108,4	82,0
HL 5-08	ENERCON E-82 E2 2,3MW	397.999	5.942.658	0,0	108,4	108,4	82,0
HL 5-09	ENERCON E-82 E2 2,3MW	398.903	5.941.958	0,0	108,4	108,4	82,0
HL 5-10	ENERCON E-82 E2 2,3MW	397.462	5.941.627	0,0	98,2	98,2	71,0
HL 5-11	ENERCON E-82 E2 2,3MW	396.772	5.941.687	0,0	108,4	108,4	82,0

Weitere Windenergieanlagen bzw. Vorbelastung							
WEA-Nr.	Anlagentyp	UTM ETRS89, Zone 32		h _s grd [m]	h _s [m]	h _s abs [m]	Rotor Æ [m]
		Rechtswert	Hochwert				
HL 3-01	ENERCON E-82 E2 2,3MW	396.728	5.942.107	0,0	108,4	108,4	82,0
HL 5-05	ENERCON E-82 E2 2,3MW	396.346	5.942.390	0,0	108,4	108,4	82,0
BN095/2	ENERCON E-70 E4 2,3MW	396.579	5.942.498	0,0	108,4	108,4	82,0
BWPN 1	ENERCON E-82 E2 2,3MW	396.807	5.942.601	0,0	108,4	108,4	82,0
BWPN 2	ENERCON E-82 E2 2,3MW	397.029	5.942.474	0,0	108,4	108,4	82,0
BWPN 3	ENERCON E-82 E2 2,3MW	397.003	5.941.517	0,0	108,4	108,4	82,0
BWPN 4	ENERCON E-82 E2 2,3MW	396.576	5.940.490	0,0	108,4	108,4	82,0
BWPN 5	ENERCON E-82 E2 2,3MW	394.584	5.943.662	0,0	64,5	64,5	71,0
BWPN 6	ENERCON E-82 E2 2,3MW	395.676	5.941.300	0,0	138,4	138,4	82,0
SML 1	ENERCON E-101	395.676	5.941.050	0,0	138,4	138,4	82,0
SML 2	ENERCON E-101	395.849	5.940.789	0,0	138,4	138,4	82,0
SML 3	ENERCON E-101	395.838	5.941.844	0,0	138,4	138,4	82,0
Gh-II 01	ENERCON E-101	396.229	5.941.649	0,0	138,4	138,4	82,0
Gh-II 02	ENERCON E-101	396.378	5.941.359	0,0	138,4	138,4	82,0
Gh-II 03	ENERCON E-101	395.797	5.942.988	0,0	135,4	135,4	101,0
Gh-II 04	ENERCON E-101	396.003	5.942.741	0,0	99,0	99,0	101,0
AZ E-53	ENERCON E-53	395.595	5.942.512	0,0	135,4	135,4	101,0
KW01	Klein-WEA R12NH15	395.511	5.943.846	0,0	135,4	135,4	101,0
KW02	Klein-WEA R12NH15	395.442	5.943.548	0,0	135,4	135,4	101,0
WEA 66	ENERCON E-70 E4 2,3MW	395.439	5.943.247	0,0	135,4	135,4	101,0
SML 4	ENERCON E-82 E2 TES	395.773	5.943.396	0,0	135,4	135,4	101,0
NLA Nord	ENERCON E-138 EP3 E2	396.086	5.943.269	0,0	73,3	73,3	52,9
NLA Süd	ENERCON E-138 EP3 E2	397.590	5.943.027	0,0	15,0	15,0	12,0
Grh 01	ENERCON E-115 EP3 E3	397.629	5.943.027	0,0	15,0	15,0	12,0
Grh 02	ENERCON E-115 EP3 E3	393.927	5.944.097	0,0	64,0	64,0	71,0

Tabelle 3: Daten der weiteren WEA bzw. der Vorbelastung, Koordinaten und Abmessungen

9. Immissionspunkte

Die zu berücksichtigenden Immissionspunkte (IP) stellen die nächstgelegene schutzwürdige Nutzung dar, an denen Überschreitungen der Orientierungswerte nicht auszuschließen sind.

Laut den WEA-Schattenwurf-Hinweisen² vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) sind maßgebliche Immissionsorte u. a.:

- Wohnräume, einschließlich Wohndielen
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen
- Büroräume, Praxisräume, Arbeitsräume, Schulungs- und ähnliche Arbeitsräume
- Direkt an Gebäuden beginnende Außenflächen (z.B. Terrassen und Balkone) sind schutzwürdigen Räumen tagsüber zwischen 06:00 - 22:00 Uhr gleichgestellt.

Die zu berücksichtigenden Immissionspunkte liegen größtenteils im Bereich der Ortschaft Dornum sowie einige weitere im unbeplanten Außenbereich. Entlang des Ortsrandes Dornum-Schwittersum werden alle Immissionspunkte gem. WEA-Schattenwurf-Hinweisen² berücksichtigt. Bei einer notwendigen Schattenwurf-Regelung gewährt dies auch die Einhaltung der Orientierungswerte an im Rückraum befindlicher Immissionspunkte. Die Lage der Immissionspunkte ist in der anliegenden Übersichtskarte zu entnehmen

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die Bezeichnung und die Koordinaten der Immissionspunkte zusammengefasst. Die vertikale Lage wurde entsprechend der örtlichen Gegebenheiten mit 2 m Höhe über Geländeoberkante (h_i abs) angesetzt. Die Immissionspunkte werden mit einer Ausdehnung von 0,1x0,1 m berücksichtigt.

Die Berechnung für Punkte gem. LAI-Hinweisen ist gängige Praxis, da nur so eine Vergleichbarkeit von Ergebnissen für Belastungen an unterschiedlichen Orten oder aus anderen Gutachten gegeben ist.

IP-Nr.	Adresse	UTM ETRS89, Zone 32		h_i grd [m]	h_i [m]	h_i abs [m]
		Rechtswert	Hochwert			
IP 001	Georgshof	395.383	5.944.525	0,0	2,0	2,0
IP 002	Alter Weg 6	395.346	5.944.828	0,0	2,0	2,0
IP 003	Erlenweg 2	395.799	5.945.357	0,3	2,0	2,3
IP 004	Birkenweg 6	395.779	5.945.323	0,0	2,0	2,0
IP 005	Birkenweg 2	395.757	5.945.293	0,0	2,0	2,0
IP 006	Birkenweg 4	395.753	5.945.277	0,0	2,0	2,0
IP 007	Birkenweg 6	395.751	5.945.251	0,0	2,0	2,0
IP 008	Birkenweg 8	395.749	5.945.234	0,0	2,0	2,0
IP 009	Birkenweg 10	395.748	5.945.212	0,0	2,0	2,0
IP 010	Birkenweg 12	395.749	5.945.192	0,0	2,0	2,0
IP 011	Birkenweg 14	395.745	5.945.175	0,0	2,0	2,0
IP 012	Birkenweg 16	395.746	5.945.152	0,0	2,0	2,0
IP 013	Birkenweg 18	395.747	5.945.119	0,0	2,0	2,0

IP-Nr.	Adresse	UTM ETRS89, Zone 32		h _i grad [m]	h _i [m]	h _i abs [m]
		Rechtswert	Hochwert			
IP 014	Eichenweg 6	395.747	5.945.083	0,0	2,0	2,0
IP 015	Eichenweg 5	395.748	5.945.054	0,0	2,0	2,0
IP 016	Kastanienweg 8	395.750	5.945.018	0,0	2,0	2,0
IP 017	Kastanienweg 7	395.752	5.944.989	0,0	2,0	2,0
IP 018	Ahornweg 8	395.762	5.944.953	0,0	2,0	2,0
IP 019	Ahornweg 7	395.777	5.944.911	0,0	2,0	2,0
IP 020	Ahornweg 5	395.809	5.944.916	0,0	2,0	2,0
IP 021	Ahornweg 3	395.829	5.944.921	0,0	2,0	2,0
IP 022	Ahornweg 1	395.852	5.944.922	0,0	2,0	2,0
IP 023	Lindenstr. 12	395.916	5.944.938	0,0	2,0	2,0
IP 024	Kankenastr. 29	395.966	5.944.950	0,0	2,0	2,0
IP 025	Kankenastr. 31	395.985	5.944.884	0,0	2,0	2,0
IP 026	Attenastr. 30	395.995	5.944.941	0,0	2,0	2,0
IP 027	Attenastr. 28	396.030	5.944.953	0,0	2,0	2,0
IP 028	Attenastr. 27	396.058	5.944.951	0,0	2,0	2,0
IP 029	Von-Closter-Str. 17	396.084	5.944.968	0,0	2,0	2,0
IP 030	Von-Closter-Str. 15	396.104	5.944.968	0,0	2,0	2,0
IP 031	Von-Closter-Str. 13	396.121	5.944.968	0,0	2,0	2,0
IP 032	Von-Closter-Str. 11	396.137	5.944.965	0,0	2,0	2,0
IP 033	Von-Closter-Str. 9	396.160	5.944.964	0,0	2,0	2,0
IP 034	Von-Closter-Str. 7	396.178	5.944.966	0,0	2,0	2,0
IP 035	Von-Closter-Str. 5	396.199	5.944.967	0,0	2,0	2,0
IP 036	Von-Closter-Str. 3	396.218	5.944.972	0,0	2,0	2,0
IP 037	Von-Closter-Str. 1	396.241	5.944.971	0,2	2,0	2,2
IP 038	Albertstr. 13	396.299	5.945.009	0,6	2,0	2,6
IP 039	Albertstr. 21	396.325	5.945.000	0,3	2,0	2,3
IP 040	Am Galgenhügel 37	396.294	5.944.912	0,0	2,0	2,0
IP 041	Am Galgenhügel 35	396.348	5.944.930	0,0	2,0	2,0
IP 042	Am Galgenhügel 2	396.370	5.944.929	0,0	2,0	2,0
IP 043	Am Galgenhügel 4	396.379	5.944.903	0,0	2,0	2,0
IP 044	Am Galgenhügel 6	396.409	5.944.893	0,0	2,0	2,0
IP 045	Am Galgenhügel 8	396.441	5.944.890	0,0	2,0	2,0
IP 046	Am Galgenhügel 10	396.464	5.944.874	0,0	2,0	2,0
IP 047	Am Galgenhügel 12	396.483	5.944.866	0,0	2,0	2,0
IP 048	Am Galgenhügel 14	396.502	5.944.859	0,0	2,0	2,0
IP 049	Bgm.-Fischer-Str. 22	396.532	5.944.857	0,0	2,0	2,0
IP 050	Bgm.-Fischer-Str. 24	396.526	5.944.835	0,0	2,0	2,0
IP 051	Bgm.-Fischer-Str. 26	396.517	5.944.801	0,0	2,0	2,0
IP 052	Bgm.-Fischer-Str. 28	396.503	5.944.775	0,0	2,0	2,0
IP 053	Bgm.-Fischer-Str. 30	396.534	5.944.762	0,0	2,0	2,0
IP 054	Bgm.-Fischer-Str. 32	396.548	5.944.754	0,0	2,0	2,0
IP 055	Bgm.-Fischer-Str. 32a	396.562	5.944.747	0,0	2,0	2,0
IP 056	Bgm.-Fischer-Str. 34	396.575	5.944.740	0,0	2,0	2,0
IP 057	Bgm.-Fischer-Str. 36 Bpl	396.592	5.944.730	0,0	2,0	2,0

IP-Nr.	Adresse	UTM ETRS89, Zone 32		h _i grad [m]	h _i [m]	h _i abs [m]
		Rechtswert	Hochwert			
IP 058	Bgm.-Fischer-Str. 38	396.617	5.944.710	0,0	2,0	2,0
IP 059	Bgm.-Fischer-Str. 40	396.636	5.944.703	0,0	2,0	2,0
IP 060	Bgm.-Fischer-Str. 42	396.658	5.944.692	0,0	2,0	2,0
IP 061	Bahnhofstr. 36	396.819	5.944.757	0,0	2,0	2,0
IP 062	Bahnhofstr. 38	396.834	5.944.738	0,0	2,0	2,0
IP 063	Bahnhofstr. 1	396.927	5.944.704	0,0	2,0	2,0
IP 064	Resterhafer Str. 4a	396.838	5.944.628	0,0	2,0	2,0
IP 065	Heckenweg 2	396.610	5.944.571	0,0	2,0	2,0
IP 066	Resterhafer Str. 18	396.650	5.944.562	0,0	2,0	2,0
IP 067	Resterhafer Str. 18a	396.651	5.944.536	0,0	2,0	2,0
IP 068	Heckenweg 4	396.579	5.944.530	0,0	2,0	2,0
IP 069	Heckenweg 6	396.571	5.944.516	0,0	2,0	2,0
IP 070	Heckenweg 10	396.538	5.944.503	0,0	2,0	2,0
IP 071	Heckenweg 8	396.565	5.944.488	0,0	2,0	2,0
IP 072	Resterhafer Str. 24	396.604	5.944.475	0,0	2,0	2,0
IP 073	Rebhuhnweg 27	396.651	5.944.430	0,0	2,0	2,0
IP 074	Fasanenpfad 28	396.605	5.944.403	0,0	2,0	2,0
IP 075	Resterhafer Str. 30	396.562	5.944.388	0,0	2,0	2,0
IP 076	Resterhafer Str. 32	396.545	5.944.358	0,0	2,0	2,0
IP 077	Ubbo-Voß-Str. 2	396.469	5.944.361	0,0	2,0	2,0
IP 078	Ubbo-Voß-Str. 1	396.467	5.944.325	0,0	2,0	2,0
IP 079	Hasenpfad 28	396.573	5.944.295	0,0	2,0	2,0
IP 080	Hasenpfad 19	396.570	5.944.265	0,0	2,0	2,0
IP 081	Hooge-Warfer-Weg 2	396.433	5.944.201	0,0	2,0	2,0
IP 082	Resterhafer Str. 42	396.560	5.944.163	0,0	2,0	2,0
IP 083	Hasenpfad 17	396.624	5.944.243	0,0	2,0	2,0
IP 084	Hasenpfad 15	396.667	5.944.223	0,0	2,0	2,0
IP 085	Hasenpfad 13	396.689	5.944.217	0,0	2,0	2,0
IP 086	Hasenpfad 11	396.705	5.944.206	0,0	2,0	2,0
IP 087	Hasenpfad 9	396.723	5.944.198	0,0	2,0	2,0
IP 088	Hasenpfad 7	396.745	5.944.191	0,0	2,0	2,0
IP 089	Hasenpfad 5	396.762	5.944.180	0,0	2,0	2,0
IP 090	Hasenpfad 1	396.794	5.944.155	0,0	2,0	2,0
IP 091	Reersumer Str. 17	396.839	5.944.105	0,0	2,0	2,0
IP 092	Reersumer Str. 14a	396.571	5.944.041	0,0	2,0	2,0
IP 093	Reersumer Str. 14	396.753	5.944.023	0,0	2,0	2,0
IP 094	Reersumer Str. 60	396.802	5.943.991	0,0	2,0	2,0
IP 095	Resterhafer Str. 64	396.877	5.943.996	0,0	2,0	2,0
IP 096	Bahnhofstr. 50	396.913	5.943.955	0,0	2,0	2,0
IP 097	Bahnhofstr. 52	396.962	5.943.908	0,0	2,0	2,0
IP 098	Bahnhofstr. 53	397.015	5.943.857	0,0	2,0	2,0
IP 099	Bahnhofstr. 57	397.157	5.943.036	0,0	2,0	2,0
IP 100	Bahnhofstr. 56	397.088	5.942.932	0,0	2,0	2,0
IP 101	Arler Weg 10	394.844	5.943.849	0,0	2,0	2,0

IP-Nr.	Adresse	UTM ETRS89, Zone 32		h _i grd [m]	h _i [m]	h _i abs [m]
		Rechtswert	Hochwert			
IP 102	Arler Weg 12	394.785	5.943.842	0,0	2,0	2,0
IP 103	Arler Hammrich (Aufgabe Wohnrecht)	393.511	5.944.057	0,0	2,0	2,0
IP 104	Westerstr. 11a	394.892	5.945.260	0,0	2,0	2,0
IP 105	Westerstr. 11	394.925	5.945.286	0,0	2,0	2,0

Tabelle 4: Koordinaten der zu berücksichtigenden Immissionspunkte

Direkt westlich der geplanten WEA liegt der Hof Groß Kniphausen. Für diesen wurde das Wohnrecht aufgegeben. Daher wird dieser nicht als Immissionspunkt berücksichtigt.

Auf Wunsch der Auftraggeber wurde zudem der Immissionspunkt Liekweg 7 in Arle geprüft. Dieser liegt ca. 2,6 km von der südlichsten WEA (Gh-III 04) der Zusatzbelastung entfernt und somit deutlich außerhalb des Beschattungsbereiches der Zusatzbelastung. Er bleibt daher nachfolgend ebenfalls unberücksichtigt.

Im Zuge der Bearbeitung wurde bekannt, dass für den IP 103 (Arler Hammrich) das Wohnrecht aufgegeben wurde. Daher wird dieser Immissionspunkt in den nachfolgenden Listen aufgeführt aber keine berechneten Zeiten dargestellt

10. Rechenergebnisse und Beurteilung

Die hier nachfolgenden Ergebnisse gelten für explizit gewählte und frei eingestrahelte Einzelpunkte (Gewächshausmodus), ganzjährig unbewölkten Himmel und die jeweils ungünstigste Rotorstellung (worst-case).

Die Koordinaten der untersuchten Immissionspunkte wurden mittels des vorliegenden Kartenmaterials ermittelt. Hierbei sind geringfügige Abweichungen von bis zu ca. 5 m zu erwarten, welche erfahrungsgemäß in den meisten Situationen keinen relevanten Einfluss auf die zu beurteilende Schattenwurfedauer haben, sondern hauptsächlich eine zeitliche Verschiebung der Schattenwurfereignisse bewirken. Diese liegt bei den gegebenen Abständen zwischen WEA und IP erfahrungsgemäß nicht über zwei bis drei Minuten.

10.1 Rechenergebnisse

Die Berechnungsergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. Bei der Überschreitung von Orientierungswerten sind die Ergebnisse jeweils grau unterlegt.

IP-Nr.	Adresse	Vorbelastung		Zusatzbelastung		Gesamtbelastung	
		Stunden pro Jahr [h:min/a]	Max. Std. pro Tag [h:min/d]	Stunden pro Jahr [h:min/a]	Max. Std. pro Tag [h:min/d]	Stunden pro Jahr [h:min/a]	Max. Std. pro Tag [h:min/d]
IP 001	Georgshof	39:03	00:53	929:31	04:14	968:34	04:14
IP 002	Alter Weg 6	02:34	00:08	300:08	02:47	302:42	02:51
IP 003	Erlenweg 2	-/-	-/-	29:52	00:30	29:52	00:30
IP 004	Birkenweg 6	-/-	-/-	32:01	00:31	32:01	00:31
IP 005	Birkenweg 2	-/-	-/-	34:33	00:32	34:33	00:32
IP 006	Birkenweg 4	-/-	-/-	35:32	00:32	35:32	00:32
IP 007	Birkenweg 6	-/-	-/-	37:37	00:33	37:37	00:33
IP 008	Birkenweg 8	-/-	-/-	43:02	00:48	43:02	00:48
IP 009	Birkenweg 10	-/-	-/-	49:39	00:56	49:39	00:56
IP 010	Birkenweg 12	-/-	-/-	55:13	00:59	55:13	00:59
IP 011	Birkenweg 14	-/-	-/-	60:00	01:02	60:00	01:02
IP 012	Birkenweg 16	-/-	-/-	65:25	01:02	65:25	01:02
IP 013	Birkenweg 18	-/-	-/-	75:08	01:09	75:08	01:09
IP 014	Eichenweg 6	-/-	-/-	88:09	01:17	88:09	01:17
IP 015	Eichenweg 5	-/-	-/-	99:24	01:23	99:24	01:23
IP 016	Kastanienweg 8	-/-	-/-	114:39	01:28	114:39	01:28
IP 017	Kastanienweg 7	-/-	-/-	127:08	01:31	127:08	01:31
IP 018	Ahornweg 8	-/-	-/-	143:09	01:34	143:09	01:34
IP 019	Ahornweg 7	-/-	-/-	161:00	01:37	161:00	01:37
IP 020	Ahornweg 5	-/-	-/-	155:07	01:34	155:07	01:34
IP 021	Ahornweg 3	-/-	-/-	149:48	01:31	149:48	01:31
IP 022	Ahornweg 1	-/-	-/-	144:27	01:26	144:27	01:26
IP 023	Lindenstr. 12	-/-	-/-	122:57	01:15	122:57	01:15
IP 024	Kankenastr. 29	01:36	00:10	108:34	01:08	110:10	01:08
IP 025	Kankenastr. 31	05:04	00:11	103:33	01:03	108:37	01:14
IP 026	Attenastr. 30	03:00	00:11	102:13	01:04	105:13	01:04
IP 027	Attenastr. 28	05:23	00:11	90:13	00:59	95:36	01:10
IP 028	Attenastr. 27	05:43	00:11	82:28	00:56	88:11	01:06
IP 029	Von-Closter-Str. 17	05:58	00:11	76:24	00:53	82:22	01:02
IP 030	Von-Closter-Str. 15	06:10	00:12	73:09	00:51	79:19	00:58
IP 031	Von-Closter-Str. 13	06:28	00:12	70:53	00:50	77:21	00:53
IP 032	Von-Closter-Str. 11	06:42	00:12	69:39	00:48	76:21	00:48
IP 033	Von-Closter-Str. 9	06:59	00:12	67:44	00:46	74:43	00:49
IP 034	Von-Closter-Str. 7	07:53	00:12	66:18	00:44	73:32	00:50
IP 035	Von-Closter-Str. 5	09:23	00:12	64:45	00:43	72:14	00:50
IP 036	Von-Closter-Str. 3	10:34	00:12	63:14	00:41	70:57	00:50
IP 037	Von-Closter-Str. 1	12:23	00:14	62:07	00:39	70:13	00:50
IP 038	Albertstr. 13	14:08	00:13	55:34	00:37	65:11	00:50
IP 039	Albertstr. 21	17:05	00:16	55:59	00:35	66:22	00:48
IP 040	Am Galgenhügel 37	23:47	00:28	67:31	00:35	79:27	00:46
IP 041	Am Galgenhügel 35	23:31	00:22	62:52	00:33	74:45	00:45

IP-Nr.	Adresse	Vorbelastung		Zusatzbelastung		Gesamtbelastung	
		Stunden pro Jahr [h:min/a]	Max. Std. pro Tag [h:min/d]	Stunden pro Jahr [h:min/a]	Max. Std. pro Tag [h:min/d]	Stunden pro Jahr [h:min/a]	Max. Std. pro Tag [h:min/d]
IP 042	Am Galgenhügel 2	25:57	00:26	62:05	00:33	76:38	00:45
IP 043	Am Galgenhügel 4	27:57	00:28	62:02	00:33	78:53	00:47
IP 044	Am Galgenhügel 6	30:26	00:31	58:03	00:32	79:21	00:49
IP 045	Am Galgenhügel 8	33:21	00:31	52:21	00:32	79:18	00:50
IP 046	Am Galgenhügel 10	34:49	00:32	47:13	00:32	77:57	00:48
IP 047	Am Galgenhügel 12	34:40	00:32	44:50	00:32	76:25	00:45
IP 048	Am Galgenhügel 14	35:39	00:32	42:53	00:32	76:08	00:45
IP 049	Bgm.-Fischer-Str. 22	38:05	00:32	41:58	00:31	78:16	00:45
IP 050	Bgm.-Fischer-Str. 24	37:43	00:32	44:36	00:32	80:57	00:47
IP 051	Bgm.-Fischer-Str. 26	42:35	00:31	49:03	00:35	90:38	00:50
IP 052	Bgm.-Fischer-Str. 28	42:32	00:30	52:37	00:37	94:20	00:50
IP 053	Bgm.-Fischer-Str. 30	44:21	00:32	53:45	00:37	97:48	00:50
IP 054	Bgm.-Fischer-Str. 32	44:54	00:33	54:19	00:37	99:07	00:49
IP 055	Bgm.-Fischer-Str. 32a	44:57	00:34	55:09	00:38	100:06	00:51
IP 056	Bgm.-Fischer-Str. 34	45:15	00:33	55:38	00:37	100:30	00:53
IP 057	Bgm.-Fischer-Str. 36 Freier Bauplatz	45:25	00:32	56:11	00:37	99:51	00:55
IP 058	Bgm.-Fischer-Str. 38	47:09	00:31	57:48	00:37	101:04	00:54
IP 059	Bgm.-Fischer-Str. 40	48:23	00:31	57:51	00:37	101:17	00:53
IP 060	Bgm.-Fischer-Str. 42	49:48	00:30	57:25	00:36	101:01	00:53
IP 061	Bahnhofstr. 36	50:12	00:39	33:52	00:25	78:27	00:44
IP 062	Bahnhofstr. 38	52:59	00:39	31:17	00:25	80:08	00:42
IP 063	Bahnhofstr. 1	57:23	00:42	24:07	00:24	79:51	00:43
IP 064	Resterhafer Str. 4a	63:38	00:43	29:21	00:26	90:57	00:43
IP 065	Heckenweg 2	62:11	00:43	65:02	00:39	118:17	01:00
IP 066	Resterhafer Str. 18	65:22	00:44	57:21	00:37	115:56	00:55
IP 067	Resterhafer Str. 18a	68:04	00:46	55:08	00:37	118:13	00:55
IP 068	Heckenweg 4	68:26	00:53	68:49	00:40	128:04	00:57
IP 069	Heckenweg 6	70:33	00:54	69:57	00:40	131:18	00:58
IP 070	Heckenweg 10	70:03	00:50	75:55	00:41	135:51	00:59
IP 071	Heckenweg 8	74:07	00:55	69:27	00:39	135:16	01:00
IP 072	Resterhafer Str. 24	76:24	00:53	60:18	00:36	132:05	00:57
IP 073	Rebhuhnweg 27	79:06	00:51	52:17	00:36	128:39	00:54
IP 074	Fasanenpfad 28	80:11	00:59	58:00	00:40	135:08	00:59
IP 075	Resterhafer Str. 30	77:04	01:00	64:31	00:43	137:53	01:08
IP 076	Resterhafer Str. 32	75:01	00:58	67:08	00:47	138:34	01:10
IP 077	Ubbo-Voß-Str. 2	73:40	00:43	83:19	00:51	150:09	01:07
IP 078	Ubbo-Voß-Str. 1	72:55	00:44	82:26	00:54	150:09	01:06
IP 079	Hasenpfad 28	73:03	01:04	62:49	00:51	132:11	01:11
IP 080	Hasenpfad 19	69:12	01:03	63:32	00:53	128:18	01:09
IP 081	Hooge-Warfer-Weg 2	72:33	00:43	91:35	01:00	159:19	01:11
IP 082	Resterhafer Str. 42	67:17	01:04	65:28	00:49	126:26	01:04
IP 083	Hasenpfad 17	69:33	01:09	55:37	00:48	120:02	01:09
IP 084	Hasenpfad 15	77:05	01:09	50:23	00:45	122:07	01:09
IP 085	Hasenpfad 13	80:47	01:02	47:56	00:44	123:32	01:02
IP 086	Hasenpfad 11	84:27	00:58	45:58	00:42	125:22	00:58

IP-Nr.	Adresse	Vorbelastung		Zusatzbelastung		Gesamtbelastung		
		Stunden pro Jahr [h:min/a]	Max. Std. pro Tag [h:min/d]	Stunden pro Jahr [h:min/a]	Max. Std. pro Tag [h:min/d]	Stunden pro Jahr [h:min/a]	Max. Std. pro Tag [h:min/d]	
IP 087	Hasenpfad 9	89:28	00:51	43:55	00:42	128:26	00:56	
IP 088	Hasenpfad 7	93:04	00:46	41:51	00:40	130:08	00:55	
IP 089	Hasenpfad 5	95:24	00:50	40:16	00:39	131:01	00:55	
IP 090	Hasenpfad 1	100:04	00:59	37:09	00:37	132:48	00:59	
IP 091	Reersumer Str. 17	107:43	01:08	33:32	00:34	136:58	01:08	
IP 092	Reersumer Str 14a	98:04	01:08	65:31	00:39	157:20	01:08	
IP 093	Reersumer Str. 14	100:56	00:49	40:05	00:32	136:09	00:51	
IP 094	Reersumer Str. 60	117:06	01:06	36:12	00:30	149:22	01:06	
IP 095	Resterhafer Str. 64	130:40	01:17	30:33	00:28	157:56	01:17	
IP 096	Bahnhofstr. 50	143:56	01:10	28:31	00:28	170:02	01:10	
IP 097	Bahnhofstr. 52	172:12	01:15	26:01	00:27	196:46	01:15	
IP 098	Bahnhofstr. 53	198:29	01:23	23:33	00:25	221:24	01:23	
IP 099	Bahnhofstr. 57	369:08	01:57	08:57	00:22	373:16	01:57	
IP 100	Bahnhofstr. 56	390:15	02:05	13:26	00:22	398:31	02:05	
IP 101	Arler Weg 10	178:24	01:18	52:13	00:38	207:11	01:18	
IP 102	Arler Weg 12	189:51	01:30	43:29	00:36	215:17	01:30	
IP 103	Arler Hammrich	Aufgabe des Wohnrechtes						
IP 104	Westerstr. 11a	-/-	-/-	41:10	00:53	41:10	00:53	
IP 105	Westerstr. 11	-/-	-/-	29:52	00:33	29:52	00:33	

Tabelle 5: Astronomisch mögliche Schattenwurfdauer

Detailliertere Ergebnisse der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung können den Listen des Anhangs sowie der beigefügten CD-ROM entnommen werden. Im Anhang befinden sich auch zwei flächendeckende Darstellungen der Zusatz- und der Gesamtbelastung mit Isolinien für die herangezogenen Orientierungswerte. Für nicht explizit betrachtete Einwirkorte kann der entsprechende Jahreswert (Stunden/Jahr) diesen Darstellungen grob entnommen werden.

Dem Anhang sind neben den in Tabelle 5 aufgeführten astronomisch möglichen Rotorschattenwurfzeiten (worst-case) die auf Grundlage statistischer Langzeitdaten (Windrichtungsverteilung und Sonnenscheindauer) ermittelten meteorologisch wahrscheinlichen Rotorschattenwurfzeiten zu entnehmen. Diese dienen nicht als Entscheidungsgrundlage bezüglich des Erfordernisses von Minderungsmaßnahmen. Sie sollen dem Auftraggeber lediglich ein Überblick über die im Mittel zu erwartenden Abschaltzeiten ermöglichen.

Hinweis: Bei Windparks mit verschiedenen Anlagentypen in der Vor- und der Zusatzbelastung kann es in Einzelfällen passieren, dass die meteorologisch wahrscheinlichen summierten Rotorschattenwurfzeiten der geplanten WEA innerhalb der Berechnung der Gesamtbelastung (s. Hauptergebnis Gesamtbelastung) anders ausfallen als innerhalb der Berechnung der Zusatzbelastung allein. Der Grund hierfür liegt in einer programmbedingten Mittelung der Anlauf- und Abschaltwindgeschwindigkeiten der unterschiedlichen Anlagentypen. Zur Beurteilung der meteorologisch wahrscheinlichen Abschaltzeiten sollten daher die berechneten Zeiten der Zusatzbelastung herangezogen werden.

10.2 Beurteilung

Zur Festsetzung der maximal zulässigen Rotorschattenwurfdauer bieten die vom LAI empfohlenen Beurteilungskriterien und Orientierungswerte von 30 Minuten/Tag und 30 Stunden/Jahr einen sinnvollen Rahmen.

Die Berechnungsergebnisse der Tabelle 5 zeigen, dass die zulässigen Orientierungswerte an den Immissionspunkten IP 001 sowie IP 044 bis IP 103 bereits durch die Vorbelastung überschritten werden.

Bei einer Ausschöpfung bzw. Überschreitung der Orientierungswerte durch die Vorbelastung ist sicherzustellen, dass der Betrieb der neu geplanten Windenergieanlagen (Zusatzbelastung) zu keiner Erhöhung der Rotorschattenwurfdauer führt.

An den Immissionspunkten IP 002, IP 004 bis IP 043 sowie IP 104 und IP 105 werden die zulässigen Orientierungswerte durch die Zusatzbelastung überschritten bzw. die Vorbelastung so weit angehoben, dass die Orientierungswerte überschritten werden. An diesen Immissionspunkten ist die Zusatzbelastung so zu reduzieren, dass die Orientierungswerte (30 Minuten/Tag und 30 Stunden/Jahr worst-case bzw. 8 Stunden/Jahr real) eingehalten werden.

Aufgrund der Überschreitungen der Orientierungswerte wird empfohlen, die geplanten WEA mit einer entsprechenden technischen Einrichtung (sog. Abschaltmodul, vgl. Abschnitt 8.2) auszurüsten.

Hinweis:

Die dargestellten Ergebnisse sowie die Beurteilung gelten ausschließlich für die hier betrachtete Anlagenkonfiguration. Sollten sich Änderungen hinsichtlich der zu berücksichtigenden Planung, der Vorbelastung bzw. der zu beurteilenden Immissionspunkte ergeben, sind die ermittelten Ergebnisse nicht mehr gültig und es sind neue Berechnungen notwendig.

11. Zeitfenster für WEA-Abschaltungen

Die Berechnungen ergeben, dass zur Einhaltung der Orientierungswerte die geplanten WEA (ZB) mit einem Abschaltmodul ausgestattet werden müssen. Für eine Abschaltautomatik an diesen WEA werden Zeitfenster (Rotorschattenwurfabschaltzeiten / RAZ) definiert, welche die Einhaltung der geforderten Immissionsgrenzen durch die hier zu beurteilenden WEA ermöglichen. Die WEA müssen innerhalb dieser Zeitbereiche außer Betrieb gesetzt werden, sofern direkte Sonneneinstrahlung vorherrscht. Die Zeitfenster beziehen sich auf Mitteleuropäische Zeit unter Berücksichtigung der Sommerzeit und bezeichnen Einzeltage mit Start und Ende der Abschaltung.

Besonders wenn sehr viele WEA bzw. Immissionsorte zu betrachten sind, kann es bei der detaillierten Ermittlung der Zeitfenster zu teilweisen und vollständigen Überschneidungen einzelner Abschaltzeiten kommen. Diese Überschneidungen werden vom Berechnungsprogramm berücksichtigt.

Die ermittelten Abschaltzeitfenster sind dem Anhang zu entnehmen.

IP-Nr.	Adresse	GB mit ZB-RAZ	
		Max. Std. pro Tag [h:min/d]	Stunden pro Jahr [h:min/a]
IP 001	Georgshof	39:03	00:53
IP 002	Alter Weg 6	02:34	00:08
IP 003	Erlenweg 2	-/-	-/-
IP 004	Birkenweg 6	-/-	-/-
IP 005	Birkenweg 2	-/-	-/-
IP 006	Birkenweg 4	-/-	-/-
IP 007	Birkenweg 6	-/-	-/-
IP 008	Birkenweg 8	-/-	-/-
IP 009	Birkenweg 10	-/-	-/-
IP 010	Birkenweg 12	-/-	-/-
IP 011	Birkenweg 14	00:11	00:01
IP 012	Birkenweg 16	00:14	00:01
IP 013	Birkenweg 18	00:08	00:01
IP 014	Eichenweg 6	03:44	00:10
IP 015	Eichenweg 5	06:54	00:11
IP 016	Kastanienweg 8	08:21	00:15
IP 017	Kastanienweg 7	07:58	00:15
IP 018	Ahornweg 8	08:47	00:15
IP 019	Ahornweg 7	06:31	00:16
IP 020	Ahornweg 5	04:16	00:11
IP 021	Ahornweg 3	02:48	00:10
IP 022	Ahornweg 1	06:17	00:20
IP 023	Lindenstr. 12	07:41	00:16
IP 024	Kankenastr. 29	04:24	00:15
IP 025	Kankenastr. 31	07:09	00:15
IP 026	Attenastr. 30	04:23	00:16
IP 027	Attenastr. 28	06:39	00:18
IP 028	Attenastr. 27	10:00	00:18
IP 029	Von-Closter-Str. 17	10:21	00:17
IP 030	Von-Closter-Str. 15	10:38	00:17
IP 031	Von-Closter-Str. 13	10:33	00:16
IP 032	Von-Closter-Str. 11	09:38	00:13
IP 033	Von-Closter-Str. 9	07:30	00:13
IP 034	Von-Closter-Str. 7	08:16	00:14
IP 035	Von-Closter-Str. 5	09:23	00:12
IP 036	Von-Closter-Str. 3	11:06	00:14
IP 037	Von-Closter-Str. 1	14:36	00:20
IP 038	Albertstr. 13	15:42	00:17
IP 039	Albertstr. 21	19:07	00:18
IP 040	Am Galgenhügel 37	26:49	00:28
IP 041	Am Galgenhügel 35	26:03	00:22
IP 042	Am Galgenhügel 2	28:07	00:26
IP 043	Am Galgenhügel 4	28:45	00:28
IP 044	Am Galgenhügel 6	30:26	00:31
IP 045	Am Galgenhügel 8	33:21	00:31
IP 046	Am Galgenhügel 10	34:49	00:32

IP-Nr.	Adresse	GB mit ZB-RAZ	
		Max. Std. pro Tag [h:min/d]	Stunden pro Jahr [h:min/a]
IP 047	Am Galgenhügel 12	34:40	00:32
IP 048	Am Galgenhügel 14	35:39	00:32
IP 049	Bgm.-Fischer-Str. 22	38:05	00:32
IP 050	Bgm.-Fischer-Str. 24	37:43	00:32
IP 051	Bgm.-Fischer-Str. 26	42:35	00:31
IP 052	Bgm.-Fischer-Str. 28	42:32	00:30
IP 053	Bgm.-Fischer-Str. 30	44:21	00:32
IP 054	Bgm.-Fischer-Str. 32	44:54	00:33
IP 055	Bgm.-Fischer-Str. 32a	44:57	00:34
IP 056	Bgm.-Fischer-Str. 34	45:15	00:33
IP 057	Bgm.-Fischer-Str. 36 Bpl	45:25	00:32
IP 058	Bgm.-Fischer-Str. 38	47:09	00:31
IP 059	Bgm.-Fischer-Str. 40	48:23	00:31
IP 060	Bgm.-Fischer-Str. 42	49:48	00:30
IP 061	Bahnhofstr. 36	50:12	00:39
IP 062	Bahnhofstr. 38	52:59	00:39
IP 063	Bahnhofstr. 1	57:23	00:42
IP 064	Resterhafer Str. 4a	63:38	00:43
IP 065	Heckenweg 2	62:11	00:43
IP 066	Resterhafer Str. 18	65:22	00:44
IP 067	Resterhafer Str. 18a	68:04	00:46
IP 068	Heckenweg 4	68:26	00:53
IP 069	Heckenweg 6	70:33	00:54
IP 070	Heckenweg 10	70:03	00:50
IP 071	Heckenweg 8	74:07	00:55
IP 072	Resterhafer Str. 24	76:24	00:53
IP 073	Rebhuhnweg 27	79:06	00:51
IP 074	Fasanenpfad 28	80:11	00:59
IP 075	Resterhafer Str. 30	77:04	01:00
IP 076	Resterhafer Str. 32	75:01	00:58
IP 077	Ubbo-Voß-Str. 2	73:40	00:43
IP 078	Ubbo-Voß-Str. 1	72:55	00:44
IP 079	Hasenpfad 28	73:03	01:04
IP 080	Hasenpfad 19	69:12	01:03
IP 081	Hooge-Warfer-Weg 2	72:33	00:43
IP 082	Resterhafer Str. 42	67:17	01:04
IP 083	Hasenpfad 17	69:33	01:09
IP 084	Hasenpfad 15	77:05	01:09
IP 085	Hasenpfad 13	80:47	01:02
IP 086	Hasenpfad 11	84:27	00:58
IP 087	Hasenpfad 9	89:28	00:51
IP 088	Hasenpfad 7	93:04	00:46
IP 089	Hasenpfad 5	95:24	00:50
IP 090	Hasenpfad 1	100:04	00:59
IP 091	Reersumer Str. 17	107:43	01:08
IP 092	Reersumer Str 14a	98:04	01:08

IP-Nr.	Adresse	GB mit ZB-RAZ	
		Max. Std. pro Tag [h:min/d]	Stunden pro Jahr [h:min/a]
IP 093	Reersumer Str. 14	100:56	00:49
IP 094	Reersumer Str. 60	117:06	01:06
IP 095	Resterhafer Str. 64	130:40	01:17
IP 096	Bahnhofstr. 50	143:56	01:10
IP 097	Bahnhofstr. 52	172:12	01:15
IP 098	Bahnhofstr. 53	198:29	01:23
IP 099	Bahnhofstr. 57	369:08	01:57
IP 100	Bahnhofstr. 56	390:15	02:05
IP 101	Arler Weg 10	178:24	01:18
IP 102	Arler Weg 12	189:51	01:30
IP 103	Arler Hammrich	Aufgabe des Wohnrechtes	
IP 104	Westerstr. 11a	07:16	00:23
IP 105	Westerstr. 11	08:16	00:10

Tabelle 6: Schattenwurfdauer unter Berücksichtigung der Abschalttabellen (GB mit ZB-RAZ)

Die Immissionen der hier zu berücksichtigenden Windenergieanlagen (Gh-III 01 bis Gh-III 05) werden durch die Abschaltzeiten so weit reduziert, dass die verbleibenden Überschreitungen an den Immissionspunkten IP 001 und IP 044 bis IP 102 der Vorbelastung (vgl. Tabelle 5, Spalten 3 und 4) entsprechen. Die vom Auftraggeber geplanten WEA verursachen hier unter Berücksichtigung der berechneten Abschaltzeit-Fenster keinen weiteren Rotorschattenwurf.

Eventuelle Abschaltungen der Vorbelastung wurden insofern berücksichtigt, dass die geplante WEA auch zu den Zeiten abgeschaltet wird, an denen sich die berechneten Schattenwurfzeiten der geplanten WEA mit den Schattenwurfzeiten der Vorbelastung überlappen. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die geplante WEA auch durch eventuelle Abschaltungen reduzierte Schattenwurfzeiten der Vorbelastung nicht wieder erhöht.

12. Qualität der Ergebnisse

Gemäß den LAI-Hinweisen sollte die Grundgenauigkeit der in die Prognose eingehenden geometrischen Parameter ± 3 m bis ± 10 m betragen. Dies wird in Prognosen der IEL GmbH durch das verwendete hochwertige Kartenmaterial (ATKIS-Daten über den onmaps-Dienst und ALKIS-Daten der Vermessungsämter, Höhenmodell) gewährleistet.

Des Weiteren soll die Bestimmung der Schattenwurfzeiten an einer Genauigkeit von 1 Minute pro Tag orientiert sein. Mit der verwendeten Software windPRO[®] werden die Schattenwurfzeiten mit einer Auflösung von 1 Minute berechnet.

13. Zusammenfassung

Am Standort Georgshof III ist von der Windpark Georgshof GmbH & Co. KG und von Herrn Theo Verweyen die Errichtung und der Betrieb von insgesamt fünf Windenergieanlagen (Windpark Georgshof GmbH & Co. KG: GH-III 01 bis Gh-III 04; Theo Verweyen: Gh-III 05) vom Anlagentyp ENERCON E-138 EP3 E3 mit einer Nabenhöhe von 111,0 m und einem Rotordurchmesser von 138,3 m geplant.

Aufgabe des vorliegenden Berichts war die Untersuchung der Zeitpunkte, der Dauer sowie der Zulässigkeit möglicher Beeinträchtigungen durch Rotorschattenwurf.

Die Berechnungsergebnisse der Tabelle 5 zeigen, dass die zulässigen Orientierungswerte an den Immissionspunkten IP 001 sowie IP 044 bis IP 102 bereits durch die Vorbelastung überschritten werden.

Bei einer Ausschöpfung bzw. Überschreitung der Orientierungswerte durch die Vorbelastung ist sicherzustellen, dass der Betrieb der neu geplanten Windenergieanlagen (Zusatzbelastung) zu keiner Erhöhung der Rotorschattenwurfdauer führt.

An den Immissionspunkten IP 002, IP 004 bis IP 043 sowie IP 104 und IP 105 werden die zulässigen Orientierungswerte durch die Zusatzbelastung überschritten bzw. die Vorbelastung so weit angehoben, dass die Orientierungswerte überschritten werden. An diesen Immissionspunkten ist die Zusatzbelastung so zu reduzieren, dass die Orientierungswerte (30 Minuten/Tag und 30 Stunden/Jahr worst-case bzw. 8 Stunden/Jahr real) eingehalten werden.

Aufgrund der Überschreitungen der Orientierungswerte wird empfohlen, die geplanten WEA mit einer entsprechenden technischen Einrichtung (sog. Abschaltmodul, vgl. Abschnitt 8.2) auszurüsten.

Je nach festgelegten Orientierungswerten (worst-case bzw. reale Schattenwurfdauer) und Spezifikation des Abschaltmoduls sind weitere Nachweise (Erstellung eines Abschaltzeitenkalenders vor Inbetriebnahme bzw. Betriebsprotokolle nach Inbetriebnahme) erforderlich.

Um diese Auflagen zu gewährleisten, wurden in einem zweiten Schritt Abschaltzeiten (RAZ) für die geplanten WEA ermittelt.

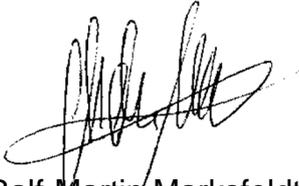
Die Immissionen der hier zu berücksichtigenden Windenergieanlagen (Gh-III 01 bis Gh-III 05) werden durch die Abschaltzeiten so weit reduziert, dass die verbleibenden Überschreitungen an den Immissionspunkten IP 001 und IP 044 bis IP 103 der Vorbelastung (vgl. Tabelle 5, Spalten 3 und 4) entsprechen. Die vom Auftraggeber geplante WEA verursacht hier unter Berücksichtigung der berechneten Abschaltzeitfenster keinen weiteren Rotorschattenwurf.

Unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Vermeidungseinrichtung ist das Vorhaben aus gutachterlicher Sicht in Bezug auf beweglichen Schattenwurf genehmigungsfähig.

Der vorliegende Bericht zur Rotorschattenwurfberechnung umfasst 33 Textseiten und die im Anhangsverzeichnis aufgeführten Karten, Diagramme und Listen. Er darf nur in seiner Gesamtheit verwendet werden.

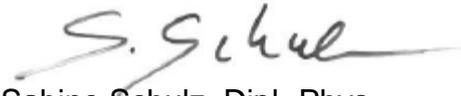
Aurich, 02. August 2023

Bericht verfasst durch



Ralf-Martin Marksfeldt
(Stellvertretender Leiter Rotorschattenwurf)

Geprüft und freigegeben durch



Sabine Schulz, Dipl.-Phys.
(Projektbearbeiterin Rotorschattenwurf)

Anhang

Übersichtskarten:

Übersichtskarte 1: Berücksichtigte Windenergieanlagen (DIN A3)

Übersichtskarte 2: Geplante Windenergieanlagen und Immissionspunkte (DIN A3)

Flächendeckende Darstellung „Zusatzbelastung“

„Astronomisch mögliche Rotorschattenwurfdauer“ (DIN A3)

Flächendeckende Darstellung „Gesamtbelastung“

„Astronomisch mögliche Rotorschattenwurfdauer“ (DIN A3)

Berechnungsergebnisse / Vorbelastung

Shadow - Hauptergebnis (9 Seiten)

Berechnungsergebnisse / Zusatzbelastung

Shadow - Hauptergebnis (5 Seiten)

Berechnungsergebnisse / Gesamtbelastung

Shadow - Hauptergebnis (9 Seiten)

Berechnungsergebnisse / GB mit ZB-RAZ

Shadow - Hauptergebnis (9 Seiten)

Abschaltzeitkalender (5 Seiten)

Technische Dokumentation

Schattenabschaltung ENERCON Windenergieanlagen

EP1, EP2, EP3, EP4 / Dokument-ID.: D0229982-5 / 18.02.2020 (5 Seiten)

Schattenabschaltung ENERCON Windenergieanlagen

EP5 / Dokument-ID.: D0808848_2.0-de / 15.01.2021 (5 Seiten)

Literaturverzeichnis (1 Seite)

Externer Anhang / CD-ROM

Berechnungsergebnisse / Vorbelastung

Shadow - Kalender IP (186 Seiten)

Shadow - Kalender WEA (163 Seiten)

Berechnungsergebnisse / Zusatzbelastung

Shadow - Kalender IP (210 Seiten)

Shadow - Kalender WEA (10 Seiten)

Berechnungsergebnisse / Gesamtbelastung

Shadow - Kalender IP (210 Seiten)

Shadow - Kalender WEA (173 Seiten)



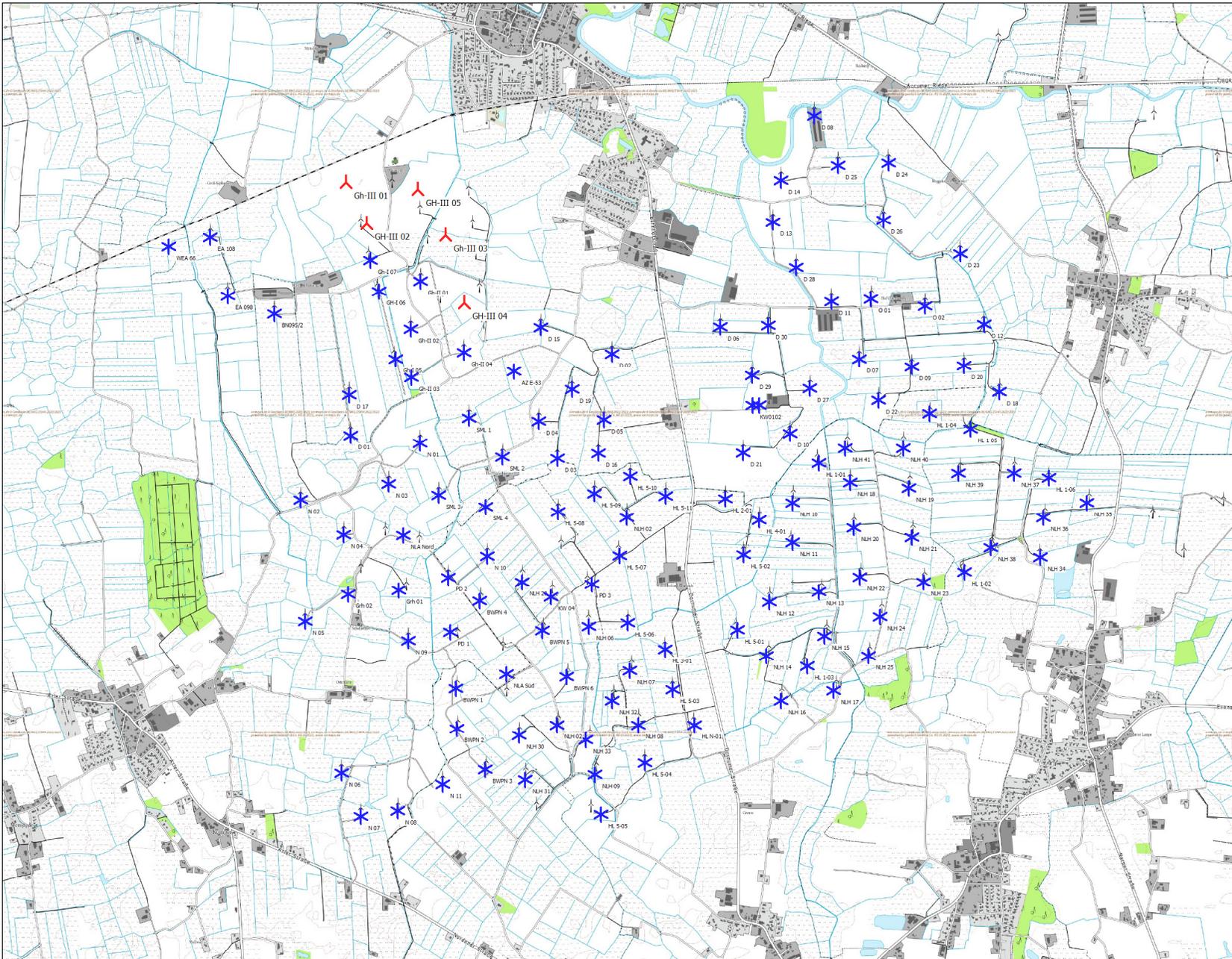
Übersichtskarten

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

IEL GmbH – Kirchdorfer Straße 26 – 26603 Aurich ' 04941-9558-0

Projekt:
Georghof III
5044-23-S1

Beschreibung:
Berücksichtigte Windenergieanlagen



BASIS -
Karte
Berechnung:
Übersichtskarte 1: Ber. WEA

Lizenzierter Anwender:
IEL GmbH
Kirchdorfer Straße 26
DE-26603 Aurich
+49 4941 9558 0
Marksfeldt / marksfeldt@iel-gmbh.de
Berechnet:
27.06.2023 14:44/3.6.368

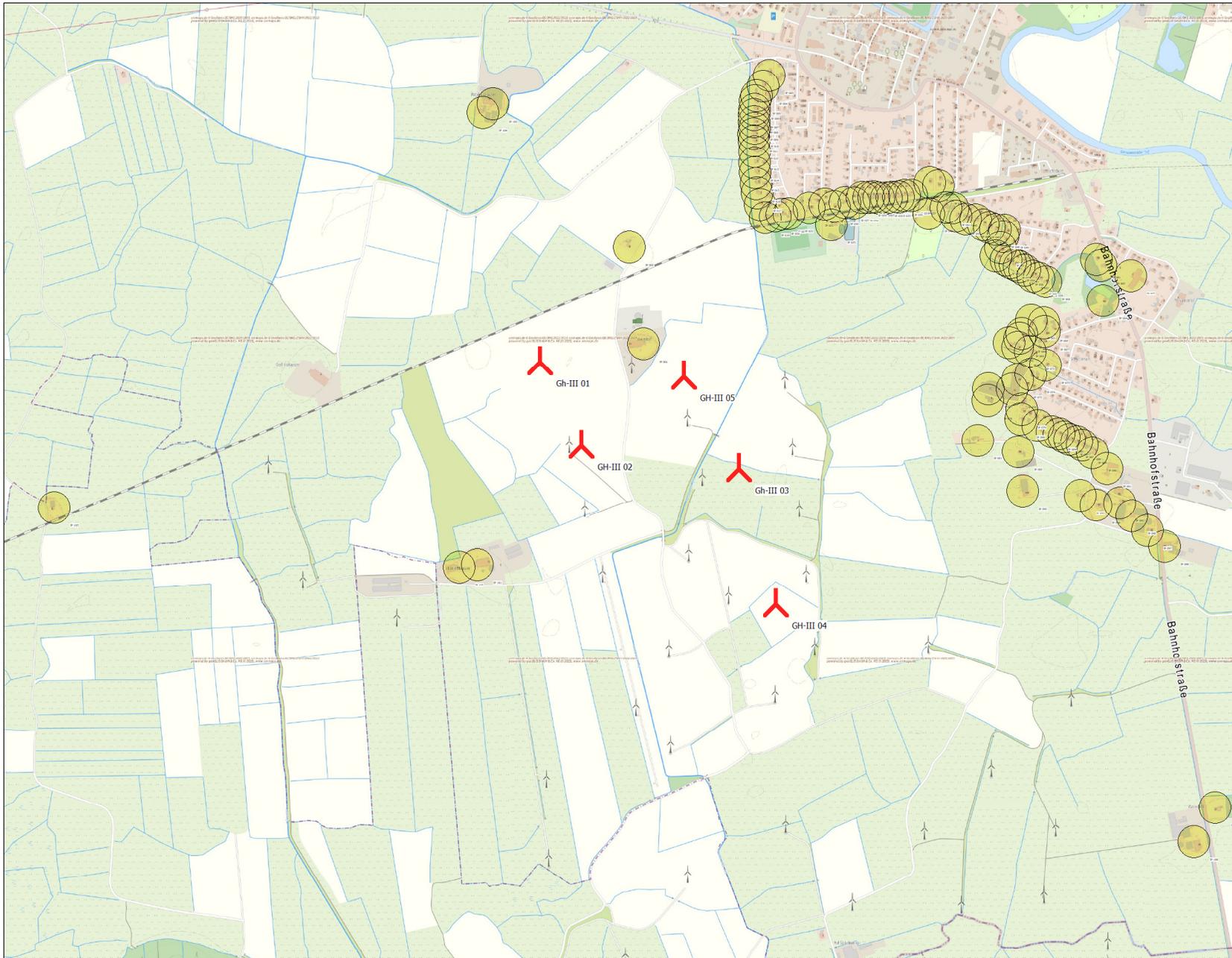


0 250 500 750 1000m

Karte: onmaps, Maßstab 1:25.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 396.806 Nord: 5.942.659

⚡ Neue WEA

⚡ Existierende WEA



Projekt:
Georgshof III
5044-23-S1

Beschreibung:
 Geplante Windenergieanlagen und
 Immissionspunkte

BASIS -
Karte
Berechnung:
 Übersichtskarte 2: Gepl. WEA + IP

Lizenzierter Anwender:
IEL GmbH
 Kirchdorfer Straße 26
 DE-26603 Aurich
 +49 4941 9558 0
 Marksfeldt / marksfeldt@iel-gmbh.de
 Berechnet:
 27.06.2023 14:45/3.6.368



0 250 500 750 1000m

Karte: onmaps , Maßstab 1:12.500, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 395.334 Nord: 5.944.144

⚡ Neue WEA

🟡 Schattenrezeptor

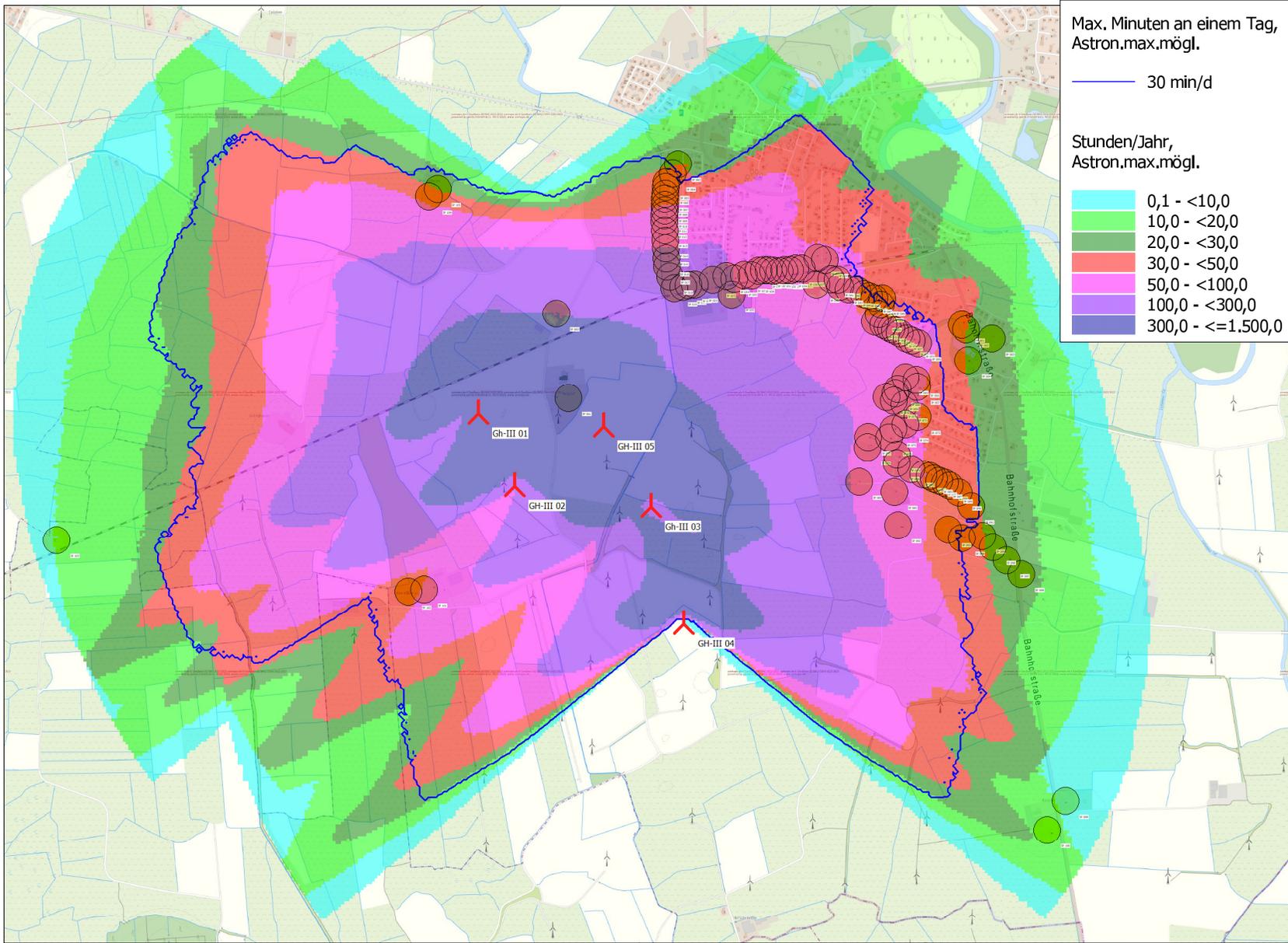


**Flächendeckende Darstellung
„Zusatzbelastung“**

**„Astronomisch mögliche
Rotorschattenwurfdauer“**

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

IEL GmbH – Kirchdorfer Straße 26 – 26603 Aurich ' 04941-9558-0



Max. Minuten an einem Tag,
Astron.max.mögl.

— 30 min/d

Stunden/Jahr,
Astron.max.mögl.

0,1 - <10,0
10,0 - <20,0
20,0 - <30,0
30,0 - <50,0
50,0 - <100,0
100,0 - <300,0
300,0 - <=1.500,0

Projekt:
Georgshof III
5044-23-S1

SHADOW -
Karte
Berechnung:
Zusatzbelastung / FD

Lizenzierter Anwender:
IEL GmbH
Kirchdorfer Straße 26
DE-26603 Aurich
+49 4941 9558 0
Marksfeldt / marksfeldt@iel-gmbh.de
Berechnet:
27.06.2023 14:38/3.6.368



⚡ Neue WEA

🟡 Schattenrezeptor

Karte: onmaps , Maßstab 1:15.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 395.700 Nord: 5.944.300

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wpo (1)

Zeitschritt: 2 Minuten, Schrittweite: 3 Tag(e), Kartenaufösung: 10 m, Sichtbarkeit Auflösung: 5 m, Augenhöhe: 1,5 m



**Flächendeckende Darstellung
„Gesamtbelastung“**

**„Astronomisch mögliche
Rotorschattenwurfdauer“**

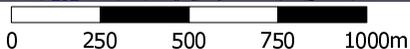
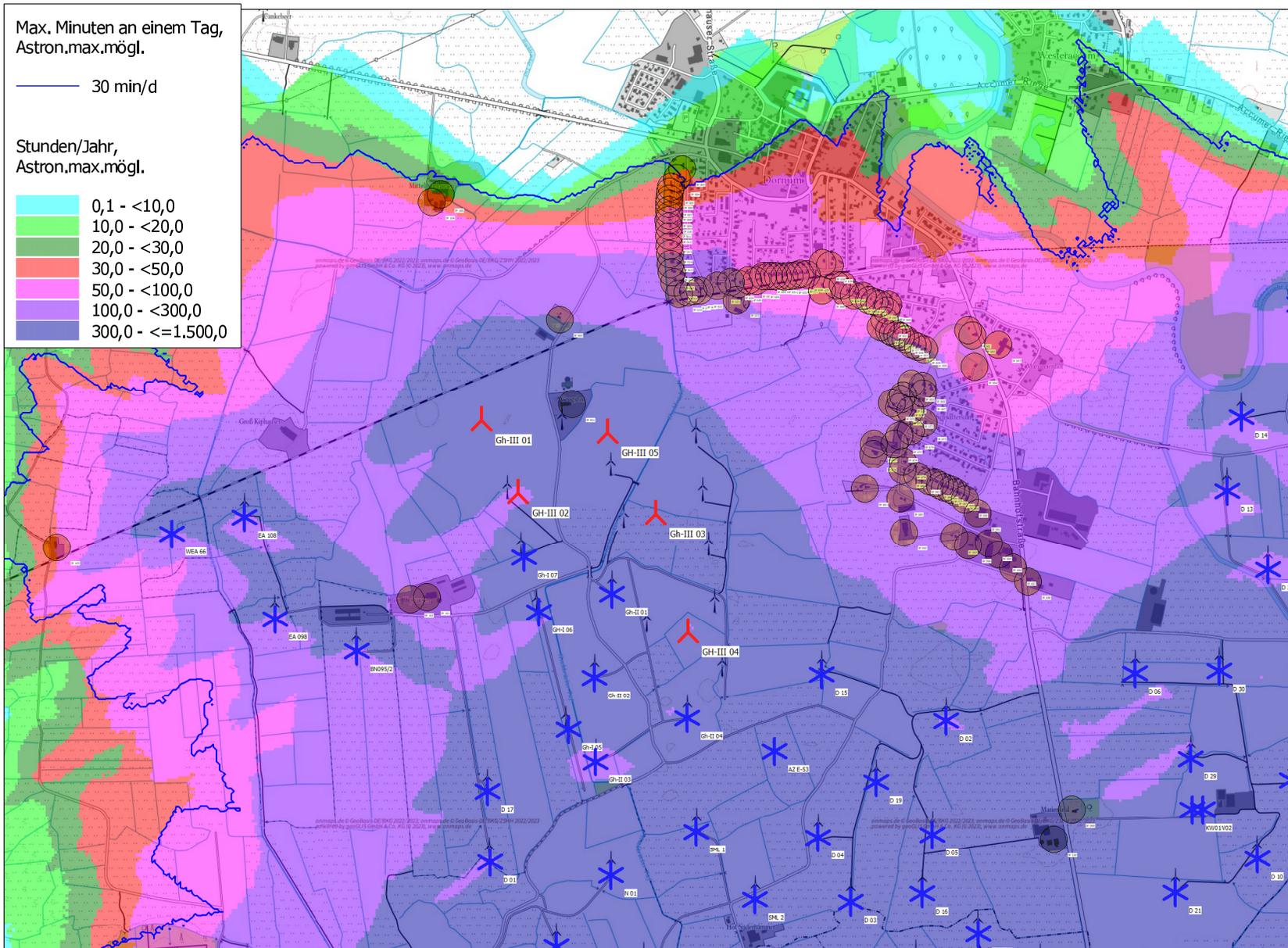
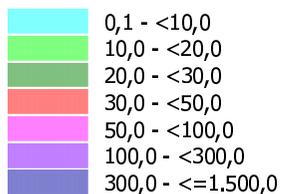
Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

IEL GmbH – Kirchdorfer Straße 26 – 26603 Aurich ' 04941-9558-0

Max. Minuten an einem Tag,
Astron.max.mögl.

— 30 min/d

Stunden/Jahr,
Astron.max.mögl.



▲ Neue WEA

★ Existierende WEA

▲ Schattenrezeptor

Karte: onmaps , Maßstab 1:15.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 395.700 Nord: 5.944.300

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wpo (1)

Zeitschritt: 2 Minuten, Schrittweite: 3 Tag(e), Kartenaufösung: 10 m, Sichtbarkeit Auflösung: 5 m, Augenhöhe: 1,5 m

Projekt:

Georghof III
5044-23-S1

SHADOW -
Karte
Berechnung:
Gesamtbelastung / FD

Lizenzierter Anwender:

IEL GmbH

Kirchdorfer Straße 26

DE-26603 Aurich

+49 4941 9558 0

Marksfeldt / marksfeldt@iel-gmbh.de

Berechnet:

27.06.2023 17:24/3.6.368





Berechnungsergebnisse

Vorbelastung

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

IEL GmbH – Kirchdorfer Straße 26 – 26603 Aurich ' 04941-9558-0



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung / Hauptergebnis und Listen Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnehöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [NORDERNEY]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 3,03 3,84 6,09 7,71 6,51 6,62 6,47 4,84 3,16 2,09 1,00

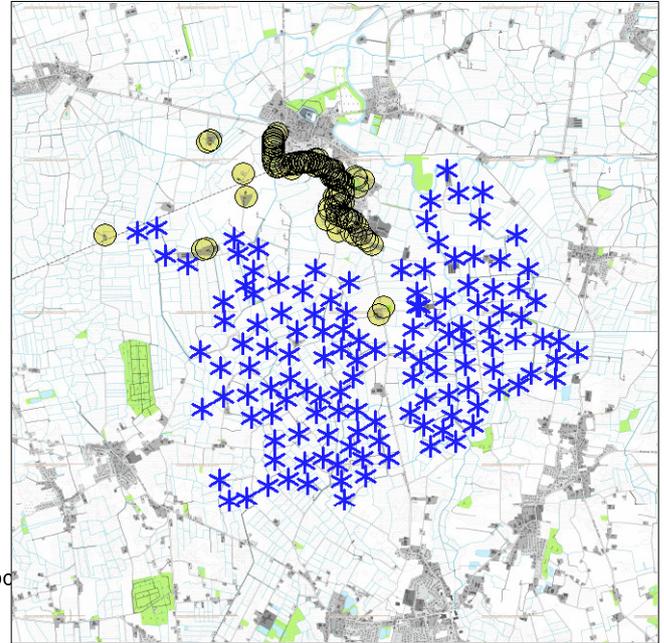
Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N53,623623_E007,435486 (2)

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
403 409 485 601 651 530 685 1.285 1.115 909 821 674 8.570
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf
den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wp
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA



Maßstab 1:100.000
* Existierende WEA ● Schattenrezeptor

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Schattendaten				
					Aktu-ell	Hersteller	Typ	Nenn-leistung	Rotor-durch-messer	Naben-höhe	Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
AZ E-53	396.086	5.943.269	0,0	ENERCON __E-5...Ja	ENERCON	__E-53-800	800	52,9	73,3	996	29,0	
BN095/2	394.584	5.943.662	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,5	1.644	21,5	
BWPN 1	395.676	5.941.300	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
BWPN 2	395.676	5.941.050	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
BWPN 3	395.849	5.940.789	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
BWPN 4	395.838	5.941.844	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
BWPN 5	396.229	5.941.649	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
BWPN 6	396.378	5.941.359	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
D 01	395.050	5.942.897	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 02	396.708	5.943.364	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 03	396.350	5.942.724	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 04	396.236	5.942.958	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 05	396.650	5.942.959	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 06	397.395	5.943.519	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 07	398.267	5.943.299	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 08	398.017	5.944.827	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 09	398.600	5.943.245	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 10	397.821	5.942.847	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 11	398.099	5.943.662	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 12	399.060	5.943.498	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 13	397.741	5.944.165	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 14	397.799	5.944.427	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 15	396.262	5.943.540	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	
D 16	396.609	5.942.750	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	21,5	
D 17	395.045	5.943.147	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	84,5	1.643	21,5	
D 18	399.149	5.943.077	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	21,5	
D 19	396.451	5.943.150	0,0	ENERCON __E-9...Ja	ENERCON	__E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0	
D 20	398.929	5.943.245	0,0	ENERCON __E-9...Ja	ENERCON	__E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0	
D 21	397.523	5.942.734	0,0	ENERCON __E-9...Ja	ENERCON	__E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0	
D 22	398.384	5.943.042	0,0	ENERCON __E-9...Ja	ENERCON	__E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0	
D 23	398.920	5.943.945	0,0	ENERCON __E-9...Ja	ENERCON	__E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0	

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	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]	
D 24	398.479	5.944.521	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	21,5	
D 25	398.159	5.944.512	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
D 26	398.440	5.944.165	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
D 27	397.953	5.943.124	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
D 28	397.882	5.943.881	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
D 29	397.589	5.943.211	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
D 30	397.698	5.943.523	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
EA 098	394.293	5.943.783	0,0	ENERCON _E-70...Ja	ENERCON	_E-70 E4-2.000	2.000	71,0	64,0	1.644	20,0	
EA 108	394.189	5.944.149	0,0	ENERCON _E-70...Ja	ENERCON	_E-70 E4-2.000	2.000	71,0	64,0	1.644	20,0	
Gh-I 05	395.344	5.943.364	0,0	ENERCON _E-40...Ja	ENERCON	_E-40 / 5.40-500	500	40,3	50,0	898	38,0	
Gh-I 06	395.246	5.943.247	0,0	ENERCON _E-40...Ja	ENERCON	_E-40 / 5.40-500	500	40,3	50,0	898	38,0	
Gh-I 07	395.197	5.943.985	0,0	ENERCON _E-40...Ja	ENERCON	_E-40 / 5.40-500	500	40,3	50,0	898	38,0	
Gh-II 01	395.511	5.943.846	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
Gh-II 02	395.442	5.943.548	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
Gh-II 03	395.439	5.943.247	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
Gh-II 04	395.773	5.943.396	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
Grh 01	395.328	5.941.921	0,0	ENERCON E-115...Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	149,0	1.618	12,9	
Grh 02	395.009	5.941.903	0,0	ENERCON E-115...Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	135,0	1.619	12,9	
HL 1-01	397.999	5.942.658	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 1-02	398.903	5.941.958	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 1-03	397.899	5.941.392	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 1-04	398.704	5.942.952	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 1-05	398.960	5.942.853	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	98,2	1.643	21,5	
HL 1-06	399.449	5.942.534	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 2-01	397.404	5.942.449	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 3-01	397.003	5.941.517	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 4-01	397.616	5.942.313	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-01	397.462	5.941.627	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	98,2	1.643	21,5	
HL 5-02	397.511	5.942.096	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-03	397.045	5.941.263	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-04	396.859	5.940.809	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-05	396.576	5.940.490	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-06	396.772	5.941.687	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-07	396.728	5.942.107	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-08	396.346	5.942.390	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-09	396.579	5.942.498	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-10	396.807	5.942.601	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-11	397.029	5.942.474	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL N-01	397.178	5.941.037	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	98,4	1.602	18,0	
KW 04	396.291	5.941.860	0,0	ENERCON __E-4...Ja	ENERCON	__E-48-800	800	48,0	75,6	1.047	32,0	
KW01	397.590	5.943.027	0,0	Klein-WEA _R12...Nein	Klein-WEA	_R12NH15-30/6	30	12,0	15,0	289	0,0	
KW02	397.629	5.943.027	0,0	Klein-WEA _R12...Nein	Klein-WEA	_R12NH15-30/6	30	12,0	15,0	289	0,0	
N 01	395.484	5.942.839	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.000	2.000	71,0	64,0	1.644	20,0	
N 02	394.724	5.942.501	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
N 03	395.282	5.942.588	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
N 04	394.991	5.942.276	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
N 05	394.735	5.941.740	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
N 06	394.943	5.940.789	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
N 07	395.058	5.940.513	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
N 08	395.293	5.940.543	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
N 09	395.382	5.941.604	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	98,4	1.602	18,0	
N 10	395.893	5.942.124	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
N 11	395.579	5.940.704	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
NLA Nord	395.367	5.942.265	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	10,8	
NLA Süd	395.998	5.941.381	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	10,8	
NLH 02	396.310	5.941.056	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 01	396.779	5.942.345	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 06	396.526	5.941.670	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 07	396.777	5.941.386	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 08	396.824	5.941.045	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	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]
NLH 09	396.543	5.940.742	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 10	397.829	5.942.415	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 11	397.823	5.942.167	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 12	397.669	5.941.799	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 13	397.982	5.941.855	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 14	397.642	5.941.460	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 15	398.012	5.941.575	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 16	397.729	5.941.180	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 17	398.060	5.941.234	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 18	398.193	5.942.535	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 19	398.565	5.942.491	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 20	398.211	5.942.251	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 21	398.577	5.942.182	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 22	398.241	5.941.942	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 23	398.644	5.941.902	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 24	398.364	5.941.692	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 25	398.286	5.941.446	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 29	396.110	5.941.957	0,0	ENERCON _E-7...Ja	ENERCON	_E-70 E4-2.000	2.000	71,0	99,0	1.643	20,0	
NLH 30	396.070	5.941.000	0,0	ENERCON _E-7...Ja	ENERCON	_E-70 E4-2.000	2.000	71,0	99,0	1.643	20,0	
NLH 31	396.100	5.940.721	0,0	ENERCON _E-7...Ja	ENERCON	_E-70 E4-2.000	2.000	71,0	99,0	1.643	20,0	
NLH 32	396.663	5.941.203	0,0	ENERCON _E-4...Ja	ENERCON	_E-48-800	800	48,0	75,6	1.047	32,0	
NLH 33	396.492	5.940.959	0,0	ENERCON _E-4...Ja	ENERCON	_E-48-800	800	48,0	75,6	1.047	32,0	
NLH 34	399.383	5.942.041	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4	1.550	18,0	
NLH 35	399.684	5.942.374	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4	1.550	18,0	
NLH 36	399.407	5.942.287	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4	1.550	18,0	
NLH 37	399.229	5.942.570	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4	1.550	18,0	
NLH 38	399.072	5.942.109	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	98,4	1.550	18,0	
NLH 39	398.880	5.942.577	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4	1.550	18,0	
NLH 40	398.534	5.942.739	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4	1.550	18,0	
NLH 41	398.167	5.942.747	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4	1.550	18,0	
O 01	398.350	5.943.674	0,0	VESTAS _V39 / ... Ja	VESTAS	_V39 / 500-500	500	39,0	50,0	765	30,0	
O 02	398.691	5.943.622	0,0	VESTAS _V39 / ... Ja	VESTAS	_V39 / 500-500	500	39,0	50,0	765	30,0	
PD 1	395.649	5.941.654	0,0	ENERCON _E-1...Nein	ENERCON	_E-115 EP3 E3-4.000	4.000	115,7	149,0	1.625	13,1	
PD 2	395.643	5.941.994	0,0	ENERCON _E-1...Nein	ENERCON	_E-115 EP3 E3-4.000	4.000	115,7	149,0	1.625	13,1	
PD 3	396.550	5.941.932	0,0	ENERCON _E-1...Nein	ENERCON	_E-115 EP3 E3-4.000	4.000	115,7	149,0	1.625	13,1	
SML 1	395.797	5.942.988	0,0	ENERCON _E-1...Ja	ENERCON	_E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
SML 2	396.003	5.942.741	0,0	ENERCON _E-1...Ja	ENERCON	_E-101-3.050	3.050	101,0	99,0	2.216	14,7	
SML 3	395.595	5.942.512	0,0	ENERCON _E-1...Ja	ENERCON	_E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
SML 4	395.890	5.942.431	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
WEA 66	393.927	5.944.097	0,0	ENERCON _E-7...Ja	ENERCON	_E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 001	Georgshof	395.383	5.944.525	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 002	Alter Weg 6	395.346	5.944.828	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 003	Erlenweg 2	395.799	5.945.357	0,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 004	Birkenweg 6	395.779	5.945.323	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 005	Birkenweg 2	395.757	5.945.293	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 006	Birkenweg 4	395.753	5.945.277	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 007	Birkenweg 6	395.751	5.945.251	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 008	Birkenweg 8	395.749	5.945.234	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 009	Birkenweg 10	395.748	5.945.212	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 010	Birkenweg 12	395.749	5.945.192	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 011	Birkenweg 14	395.745	5.945.175	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 012	Birkenweg 16	395.746	5.945.152	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 013	Birkenweg 18	395.747	5.945.119	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 014	Eichenweg 6	395.747	5.945.083	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 015	Eichenweg 5	395.748	5.945.054	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 016	Kastanienweg 8	395.750	5.945.018	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 017	Kastanienweg 7	395.752	5.944.989	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 018	Ahornweg 8	395.762	5.944.953	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 019	Ahornweg 7	395.777	5.944.911	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 020	Ahornweg 5	395.809	5.944.916	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 021	Ahornweg 3	395.829	5.944.921	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 022	Ahornweg 1	395.852	5.944.922	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 023	Lindenstr. 12	395.916	5.944.938	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 024	Kankenastr. 29	395.966	5.944.950	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 025	Kankenastr. 31	395.985	5.944.884	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 026	Attenastr. 30	395.995	5.944.941	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 027	Attenastr. 28	396.030	5.944.953	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 028	Attenastr. 27	396.058	5.944.951	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 029	Von-Closter-Str. 17	396.084	5.944.968	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 030	Von-Closter-Str. 15	396.104	5.944.968	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 031	Von-Closter-Str. 13	396.121	5.944.968	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 032	Von-Closter-Str. 11	396.137	5.944.965	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 033	Von-Closter-Str. 9	396.160	5.944.964	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 034	Von-Closter-Str. 7	396.178	5.944.966	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 035	Von-Closter-Str. 5	396.199	5.944.967	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 036	Von-Closter-Str. 3	396.218	5.944.972	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 037	Von-Closter-Str. 1	396.241	5.944.971	0,2	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 038	Albertstr. 13	396.299	5.945.009	0,6	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 039	Albertstr. 21	396.325	5.945.000	0,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 040	Am Galgenhügel 37	396.294	5.944.912	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 041	Am Galgenhügel 35	396.348	5.944.930	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 042	Am Galgenhügel 2	396.370	5.944.929	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 043	Am Galgenhügel 4	396.379	5.944.903	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 044	Am Galgenhügel 6	396.409	5.944.893	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 045	Am Galgenhügel 8	396.441	5.944.890	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 046	Am Galgenhügel 10	396.464	5.944.874	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 047	Am Galgenhügel 12	396.483	5.944.866	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 048	Am Galgenhügel 14	396.502	5.944.859	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 049	Bgm.-Fischer-Str. 22	396.532	5.944.857	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 050	Bgm.-Fischer-Str. 24	396.526	5.944.835	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 051	Bgm.-Fischer-Str. 26	396.517	5.944.801	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 052	Bgm.-Fischer-Str. 28	396.503	5.944.775	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 053	Bgm.-Fischer-Str. 30	396.534	5.944.762	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 054	Bgm.-Fischer-Str. 32	396.548	5.944.754	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 055	Bgm.-Fischer-Str. 32a	396.562	5.944.747	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 056	Bgm.-Fischer-Str. 34	396.575	5.944.740	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 057	Bgm.-Fischer-Str. 36 Bpl	396.592	5.944.730	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 058	Bgm.-Fischer-Str. 38	396.617	5.944.710	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 059	Bgm.-Fischer-Str. 40	396.636	5.944.703	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 060	Bgm.-Fischer-Str. 42	396.658	5.944.692	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 061	Bahnhofstr. 36	396.819	5.944.757	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 062	Bahnhofstr. 38	396.834	5.944.738	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 063	Bahnhofstr. 1	396.927	5.944.704	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 064	Resterhafer Str. 4a	396.838	5.944.628	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 065	Heckenweg 2	396.610	5.944.571	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 066	Resterhafer Str. 18	396.650	5.944.562	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 067	Resterhafer Str. 18a	396.651	5.944.536	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 068	Heckenweg 4	396.579	5.944.530	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 069	Heckenweg 6	396.571	5.944.516	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 070	Heckenweg 10	396.538	5.944.503	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 071	Heckenweg 8	396.565	5.944.488	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 072	Resterhafer Str. 24	396.604	5.944.475	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 073	Rebhuhnweg 27	396.651	5.944.430	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 074	Fasanenpfad 28	396.605	5.944.403	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 075	Resterhafer Str. 30	396.562	5.944.388	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 076	Resterhafer Str. 32	396.545	5.944.358	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 077	Ubbo-Voß-Str. 2	396.469	5.944.361	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 078	Ubbo-Voß-Str. 1	396.467	5.944.325	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 079	Hasenpfad 28	396.573	5.944.295	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 080	Hasenpfad 19	396.570	5.944.265	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 081	Hooge-Warfer-Weg 2	396.433	5.944.201	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 082	Resterhafer Str. 42	396.560	5.944.163	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 083	Hasenpfad 17	396.624	5.944.243	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 084	Hasenpfad 15	396.667	5.944.223	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 085	Hasenpfad 13	396.689	5.944.217	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 086	Hasenpfad 11	396.705	5.944.206	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 087	Hasenpfad 9	396.723	5.944.198	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 088	Hasenpfad 7	396.745	5.944.191	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 089	Hasenpfad 5	396.762	5.944.180	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 090	Hasenpfad 1	396.794	5.944.155	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 091	Reersumer Str. 17	396.839	5.944.105	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 092	Reersumer Str 14a	396.571	5.944.041	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 093	Reersumer Str. 14	396.753	5.944.023	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 094	Reersumer Str. 60	396.802	5.943.991	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 095	Resterhafer Str. 64	396.877	5.943.996	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 096	Bahnhofstr. 50	396.913	5.943.955	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 097	Bahnhofstr. 52	396.962	5.943.908	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 098	Bahnhofstr. 53	397.015	5.943.857	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 099	Bahnhofstr. 57	397.157	5.943.036	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 100	Bahnhofstr. 56	397.088	5.942.932	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 101	Arlar Weg 10	394.844	5.943.849	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 102	Arlar Weg 12	394.785	5.943.842	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 103	Arlar Hammrich	393.511	5.944.057	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 104	Westerstr. 11a	394.892	5.945.260	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 105	Westerstr. 11	394.925	5.945.286	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
IP 001	Georgshof	39:03	78	0:53	3:53	
IP 002	Alter Weg 6	2:34	38	0:08	0:22	
IP 003	Erlenweg 2	0:00	0	0:00	0:00	
IP 004	Birkenweg 6	0:00	0	0:00	0:00	
IP 005	Birkenweg 2	0:00	0	0:00	0:00	
IP 006	Birkenweg 4	0:00	0	0:00	0:00	
IP 007	Birkenweg 6	0:00	0	0:00	0:00	
IP 008	Birkenweg 8	0:00	0	0:00	0:00	
IP 009	Birkenweg 10	0:00	0	0:00	0:00	
IP 010	Birkenweg 12	0:00	0	0:00	0:00	
IP 011	Birkenweg 14	0:00	0	0:00	0:00	
IP 012	Birkenweg 16	0:00	0	0:00	0:00	
IP 013	Birkenweg 18	0:00	0	0:00	0:00	
IP 014	Eichenweg 6	0:00	0	0:00	0:00	
IP 015	Eichenweg 5	0:00	0	0:00	0:00	
IP 016	Kastanienweg 8	0:00	0	0:00	0:00	
IP 017	Kastanienweg 7	0:00	0	0:00	0:00	
IP 018	Ahornweg 8	0:00	0	0:00	0:00	
IP 019	Ahornweg 7	0:00	0	0:00	0:00	
IP 020	Ahornweg 5	0:00	0	0:00	0:00	
IP 021	Ahornweg 3	0:00	0	0:00	0:00	
IP 022	Ahornweg 1	0:00	0	0:00	0:00	
IP 023	Lindenstr. 12	0:00	0	0:00	0:00	
IP 024	Kankenastr. 29	1:36	14	0:10	0:17	
IP 025	Kankenastr. 31	5:04	44	0:11	0:52	
IP 026	Attenastr. 30	3:00	26	0:11	0:34	

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
IP 027	Attenastr. 28	5:23	46	0:11	0:52	
IP 028	Attenastr. 27	5:43	48	0:11	0:55	
IP 029	Von-Closter-Str. 17	5:58	48	0:11	0:57	
IP 030	Von-Closter-Str. 15	6:10	51	0:12	0:59	
IP 031	Von-Closter-Str. 13	6:28	50	0:12	1:01	
IP 032	Von-Closter-Str. 11	6:42	52	0:12	1:03	
IP 033	Von-Closter-Str. 9	6:59	52	0:12	1:05	
IP 034	Von-Closter-Str. 7	7:53	64	0:12	1:11	
IP 035	Von-Closter-Str. 5	9:23	71	0:12	1:20	
IP 036	Von-Closter-Str. 3	10:34	76	0:12	1:27	
IP 037	Von-Closter-Str. 1	12:23	83	0:14	1:38	
IP 038	Albertstr. 13	14:08	99	0:13	1:48	
IP 039	Albertstr. 21	17:05	101	0:16	2:07	
IP 040	Am Galgenhügel 37	23:47	112	0:28	2:52	
IP 041	Am Galgenhügel 35	23:31	112	0:22	2:55	
IP 042	Am Galgenhügel 2	25:57	115	0:26	3:18	
IP 043	Am Galgenhügel 4	27:57	121	0:28	3:38	
IP 044	Am Galgenhügel 6	30:26	125	0:31	3:57	
IP 045	Am Galgenhügel 8	33:21	126	0:31	4:18	
IP 046	Am Galgenhügel 10	34:49	131	0:32	4:33	
IP 047	Am Galgenhügel 12	34:40	137	0:32	4:37	
IP 048	Am Galgenhügel 14	35:39	138	0:32	4:45	
IP 049	Bgm.-Fischer-Str. 22	38:05	142	0:32	4:59	
IP 050	Bgm.-Fischer-Str. 24	37:43	147	0:32	5:05	
IP 051	Bgm.-Fischer-Str. 26	42:35	150	0:31	5:37	
IP 052	Bgm.-Fischer-Str. 28	42:32	155	0:30	5:43	
IP 053	Bgm.-Fischer-Str. 30	44:21	160	0:32	5:59	
IP 054	Bgm.-Fischer-Str. 32	44:54	164	0:33	6:06	
IP 055	Bgm.-Fischer-Str. 32a	44:57	164	0:34	6:09	
IP 056	Bgm.-Fischer-Str. 34	45:15	171	0:33	6:16	
IP 057	Bgm.-Fischer-Str. 36 Bpl	45:25	171	0:32	6:21	
IP 058	Bgm.-Fischer-Str. 38	47:09	176	0:31	6:39	
IP 059	Bgm.-Fischer-Str. 40	48:23	176	0:31	6:51	
IP 060	Bgm.-Fischer-Str. 42	49:48	175	0:30	7:05	
IP 061	Bahnhofstr. 36	50:12	156	0:39	7:04	
IP 062	Bahnhofstr. 38	52:59	162	0:39	7:29	
IP 063	Bahnhofstr. 1	57:23	173	0:42	8:38	
IP 064	Resterhafer Str. 4a	63:38	189	0:43	9:19	
IP 065	Heckenweg 2	62:11	199	0:43	8:40	
IP 066	Resterhafer Str. 18	65:22	199	0:44	9:09	
IP 067	Resterhafer Str. 18a	68:04	204	0:46	9:35	
IP 068	Heckenweg 4	68:26	204	0:53	9:21	
IP 069	Heckenweg 6	70:33	208	0:54	9:35	
IP 070	Heckenweg 10	70:03	205	0:50	9:35	
IP 071	Heckenweg 8	74:07	210	0:55	10:07	
IP 072	Resterhafer Str. 24	76:24	209	0:53	10:34	
IP 073	Rebhuhnweg 27	79:06	213	0:51	11:23	
IP 074	Fasanenpfad 28	80:11	215	0:59	11:37	
IP 075	Resterhafer Str. 30	77:04	220	1:00	11:25	
IP 076	Resterhafer Str. 32	75:01	219	0:58	11:28	
IP 077	Ubbo-Voß-Str. 2	73:40	214	0:43	10:59	
IP 078	Ubbo-Voß-Str. 1	72:55	215	0:44	11:10	
IP 079	Hasenpfad 28	73:03	219	1:04	11:46	
IP 080	Hasenpfad 19	69:12	199	1:03	11:31	
IP 081	Hooge-Warfer-Weg 2	72:33	216	0:43	11:51	
IP 082	Resterhafer Str. 42	67:17	197	1:04	11:39	
IP 083	Hasenpfad 17	69:33	197	1:09	11:43	
IP 084	Hasenpfad 15	77:05	223	1:09	12:37	
IP 085	Hasenpfad 13	80:47	231	1:02	13:05	
IP 086	Hasenpfad 11	84:27	235	0:58	13:33	
IP 087	Hasenpfad 9	89:28	237	0:51	14:08	
IP 088	Hasenpfad 7	93:04	237	0:46	14:35	

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
IP 089	Hasenpfad 5	95:24	237	0:50	15:00	
IP 090	Hasenpfad 1	100:04	239	0:59	16:01	
IP 091	Reersumer Str. 17	107:43	256	1:08	18:23	
IP 092	Reersumer Str 14a	98:04	204	1:08	16:02	
IP 093	Reersumer Str. 14	100:56	267	0:49	18:11	
IP 094	Reersumer Str. 60	117:06	296	1:06	21:01	
IP 095	Resterhafer Str. 64	130:40	287	1:17	23:00	
IP 096	Bahnhofstr. 50	143:56	294	1:10	25:35	
IP 097	Bahnhofstr. 52	172:12	347	1:15	31:49	
IP 098	Bahnhofstr. 53	198:29	342	1:23	34:59	
IP 099	Bahnhofstr. 57	369:08	361	1:57	69:23	
IP 100	Bahnhofstr. 56	390:15	365	2:05	72:42	
IP 101	Arlar Weg 10	178:24	268	1:18	38:26	
IP 102	Arlar Weg 12	189:51	279	1:30	40:11	
IP 103	Arlar Hammrich	42:29	110	0:47	10:49	
IP 104	Westerstr. 11a	0:00	0	0:00	0:00	
IP 105	Westerstr. 11	0:00	0	0:00	0:00	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
AZ E-53	ENERCON __E-53 800 52.9 !O! NH: 73,3 m (Ges:99,8 m) (916)	0:00	0:00
BN095/2	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,5 m (Ges:100,0 m) (902)	100:57	18:24
BWPN 1	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (903)	0:00	0:00
BWPN 2	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (904)	0:00	0:00
BWPN 3	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (905)	0:00	0:00
BWPN 4	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (906)	0:00	0:00
BWPN 5	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (907)	0:00	0:00
BWPN 6	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (908)	0:00	0:00
D 01	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (834)	0:00	0:00
D 02	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (835)	33:19	5:26
D 03	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (836)	11:27	2:17
D 04	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (837)	12:47	2:21
D 05	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (838)	40:46	10:03
D 06	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (839)	52:46	7:07
D 07	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (840)	5:30	1:23
D 08	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (841)	18:53	5:11
D 09	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (842)	0:55	0:15
D 10	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (843)	21:01	3:37
D 11	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (844)	15:46	3:32
D 12	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (845)	0:00	0:00
D 13	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (846)	56:59	14:12
D 14	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (847)	56:35	14:45
D 15	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (848)	112:23	16:33
D 16	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 113,5 m (Ges:149,0 m) (851)	27:36	5:52
D 17	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 84,5 m (Ges:120,0 m) (852)	0:00	0:00
D 18	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 113,5 m (Ges:149,0 m) (853)	0:00	0:00
D 19	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (854)	121:50	21:25
D 20	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (855)	0:00	0:00
D 21	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (856)	60:10	11:41
D 22	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (857)	13:18	3:13
D 23	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (858)	0:00	0:00
D 24	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 113,5 m (Ges:149,0 m) (859)	6:35	1:50
D 25	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (860)	90:12	23:58
D 26	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (861)	38:40	9:10
D 27	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (862)	77:02	14:36
D 28	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (863)	86:58	17:45
D 29	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (864)	105:12	17:38
D 30	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (865)	102:35	14:26
EA 098	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (885)	25:57	5:27
EA 108	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (886)	35:41	9:29

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
Gh-I 05	ENERCON __E-40 / 5.40 500 40.3 !O! NH: 50,0 m (Ges:70,2 m) (866)	8:11	1:01
Gh-I 06	ENERCON __E-40 / 5.40 500 40.3 !O! NH: 50,0 m (Ges:70,2 m) (869)	11:27	2:30
Gh-I 07	ENERCON __E-40 / 5.40 500 40.3 !O! NH: 50,0 m (Ges:70,2 m) (871)	22:23	6:35
Gh-II 01	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (912)	192:50	33:25
Gh-II 02	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (913)	125:06	21:24
Gh-II 03	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (914)	100:29	15:46
Gh-II 04	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (915)	129:14	20:58
Grh 01	ENERCON E-115 EP3 E3 4200 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (923)	0:00	0:00
Grh 02	ENERCON E-115 EP3 E3 4200 115.7 !O! NH: 135,0 m (Ges:192,9 m) (924)	0:00	0:00
HL 1-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (891)	21:55	3:16
HL 1-02	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (892)	0:00	0:00
HL 1-03	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (887)	0:00	0:00
HL 1-04	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (888)	2:09	0:28
HL 1-05	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 98,2 m (Ges:133,7 m) (889)	0:00	0:00
HL 1-06	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (890)	0:00	0:00
HL 2-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (881)	64:00	7:03
HL 3-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (900)	0:00	0:00
HL 4-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (880)	36:38	4:00
HL 5-01	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 98,2 m (Ges:133,7 m) (893)	0:00	0:00
HL 5-02	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (879)	3:55	0:18
HL 5-03	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (882)	0:00	0:00
HL 5-04	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (883)	0:00	0:00
HL 5-05	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (901)	0:00	0:00
HL 5-06	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (894)	0:00	0:00
HL 5-07	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (895)	0:00	0:00
HL 5-08	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (896)	13:58	2:25
HL 5-09	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (897)	23:54	4:03
HL 5-10	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (898)	49:42	8:19
HL 5-11	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (899)	59:11	6:11
HL N-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 98,4 m (Ges:139,4 m) (884)	0:00	0:00
KW 04	ENERCON __E-48 800 48.0 !O! NH: 75,6 m (Ges:99,6 m) (822)	0:00	0:00
KW01	Klein-WEA __R12NH15 30-6 12.0 !#! NH: 15,0 m (Ges:21,0 m) (917)	0:00	0:00
KW02	Klein-WEA __R12NH15 30-6 12.0 !#! NH: 15,0 m (Ges:21,0 m) (918)	0:00	0:00
N 01	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (823)	0:17	0:02
N 02	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (824)	0:00	0:00
N 03	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (825)	30:27	3:55
N 04	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (826)	0:00	0:00
N 05	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (827)	0:00	0:00
N 06	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (828)	0:00	0:00
N 07	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (829)	0:00	0:00
N 08	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (830)	0:00	0:00
N 09	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 98,4 m (Ges:139,4 m) (831)	0:00	0:00
N 10	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (832)	5:58	1:03
N 11	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (833)	0:00	0:00
NLA Nord	ENERCON __E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O! NH: 131,0 m (Ges:200,1 m) (921)	0:00	0:00
NLA Süd	ENERCON __E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O! NH: 131,0 m (Ges:200,1 m) (922)	0:00	0:00
NLH 02	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (788)	0:00	0:00
NLH 02	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (787)	0:00	0:00
NLH 06	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (789)	0:00	0:00
NLH 07	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (790)	0:00	0:00
NLH 08	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (791)	0:00	0:00
NLH 09	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (792)	0:00	0:00
NLH 10	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (793)	11:40	1:40
NLH 11	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (794)	9:53	0:59
NLH 12	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (795)	0:00	0:00
NLH 13	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (796)	3:02	0:14
NLH 14	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (797)	0:00	0:00
NLH 15	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (798)	0:00	0:00
NLH 16	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (799)	0:00	0:00
NLH 17	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (800)	0:00	0:00
NLH 18	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (801)	3:31	0:38
NLH 19	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (802)	0:00	0:00
NLH 20	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (803)	2:30	0:24

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
NLH 21	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (804)	0:00	0:00
NLH 22	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (805)	0:00	0:00
NLH 23	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (806)	0:00	0:00
NLH 24	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (807)	0:00	0:00
NLH 25	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (808)	0:00	0:00
NLH 29	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 99,0 m (Ges:134,5 m) (809)	8:02	0:55
NLH 30	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 99,0 m (Ges:134,5 m) (810)	0:00	0:00
NLH 31	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 99,0 m (Ges:134,5 m) (811)	0:00	0:00
NLH 32	ENERCON __E-48 800 48.0 !O! NH: 75,6 m (Ges:99,6 m) (812)	0:00	0:00
NLH 33	ENERCON __E-48 800 48.0 !O! NH: 75,6 m (Ges:99,6 m) (813)	0:00	0:00
NLH 34	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (814)	0:00	0:00
NLH 35	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (815)	0:00	0:00
NLH 36	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (816)	0:00	0:00
NLH 37	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (817)	0:00	0:00
NLH 38	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 98,4 m (Ges:139,4 m) (818)	0:00	0:00
NLH 39	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (819)	0:00	0:00
NLH 40	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (820)	5:24	1:07
NLH 41	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (821)	10:12	2:03
O 01	VESTAS _V39 / 500 500 39.0 !O! NH: 50,0 m (Ges:69,5 m) (849)	0:00	0:00
O 02	VESTAS _V39 / 500 500 39.0 !O! NH: 50,0 m (Ges:69,5 m) (850)	0:00	0:00
PD 1	ENERCON __E-115 EP3 E3 4000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (784)	0:00	0:00
PD 2	ENERCON __E-115 EP3 E3 4000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (785)	0:00	0:00
PD 3	ENERCON __E-115 EP3 E3 4000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (786)	11:23	1:03
SML 1	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (909)	84:27	11:46
SML 2	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 99,0 m (Ges:149,5 m) (910)	33:21	4:46
SML 3	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (911)	28:45	3:41
SML 4	ENERCON __E-82 E2 TES 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (920)	6:39	1:20
WEA 66	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (919)	35:20	9:39

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.

Die Berechnung der Gesamtsumme für einen Rezeptor arbeitet mit einer gemittelten Richtungskorrektur für alle WEA, die an einem gegebenen Tag zur Beschattung beitragen. Wenn der Schattenwurf durch mehrere WEA an einem Tag nicht gleichzeitig stattfindet, kann die so ermittelte Summe geringfügig von der Summe der Beschattungszeiten abweichen, die für die individuellen WEA berechnet werden.



Berechnungsergebnisse Zusatzbelastung

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

IEL GmbH – Kirchdorfer Straße 26 – 26603 Aurich ' 04941-9558-0

Projekt:

Georgshof III
5044-23-S1

Lizenzierter Anwender:

IEL GmbH
Kirchdorfer Straße 26
DE-26603 Aurich
+49 4941 9558 0
Marksfeldt / marksfeldt@iel-gmbh.de
Berechnet:
28.06.2023 07:14/3.6.368



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung / Hauptergebnis und Listen Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [NORDERNEY]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 3,03 3,84 6,09 7,71 6,51 6,62 6,47 4,84 3,16 2,09 1,00

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N53,623623_E007,435486 (2)

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
411 417 494 613 663 540 698 1.309 1.136 926 836 686 8.729
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0_wpd
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

WEA-Typ	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Ak-tuell	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
											Beschatt.-Bereich	U/min
	[m]											
Gh-III 01	395.055	5.944.476	0,0	ENERCON __E-1...Ja		ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1
GH-III 02	395.180	5.944.213	0,0	ENERCON __E-1...Ja		ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1
Gh-III 03	395.676	5.944.128	0,0	ENERCON __E-1...Ja		ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1
GH-III 04	395.784	5.943.703	0,0	ENERCON __E-1...Ja		ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1
GH-III 05	395.508	5.944.421	0,0	ENERCON __E-1...Ja		ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 001	Georgshof	395.383	5.944.525	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 002	Alter Weg 6	395.346	5.944.828	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 003	Erlenweg 2	395.799	5.945.357	0,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 004	Birkenweg 6	395.779	5.945.323	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 005	Birkenweg 2	395.757	5.945.293	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 006	Birkenweg 4	395.753	5.945.277	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 007	Birkenweg 6	395.751	5.945.251	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 008	Birkenweg 8	395.749	5.945.234	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 009	Birkenweg 10	395.748	5.945.212	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 010	Birkenweg 12	395.749	5.945.192	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 011	Birkenweg 14	395.745	5.945.175	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 012	Birkenweg 16	395.746	5.945.152	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 013	Birkenweg 18	395.747	5.945.119	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 014	Eichenweg 6	395.747	5.945.083	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 015	Eichenweg 5	395.748	5.945.054	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 016	Kastanienweg 8	395.750	5.945.018	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 017	Kastanienweg 7	395.752	5.944.989	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 018	Ahornweg 8	395.762	5.944.953	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 019	Ahornweg 7	395.777	5.944.911	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 020	Ahornweg 5	395.809	5.944.916	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 021	Ahornweg 3	395.829	5.944.921	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 022	Ahornweg 1	395.852	5.944.922	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 023	Lindenstr. 12	395.916	5.944.938	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 024	Kankenastr. 29	395.966	5.944.950	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 025	Kankenastr. 31	395.985	5.944.884	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 026	Attenastr. 30	395.995	5.944.941	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 027	Attenastr. 28	396.030	5.944.953	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 028	Attenastr. 27	396.058	5.944.951	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 029	Von-Closter-Str. 17	396.084	5.944.968	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 030	Von-Closter-Str. 15	396.104	5.944.968	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 031	Von-Closter-Str. 13	396.121	5.944.968	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 032	Von-Closter-Str. 11	396.137	5.944.965	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 033	Von-Closter-Str. 9	396.160	5.944.964	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 034	Von-Closter-Str. 7	396.178	5.944.966	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 035	Von-Closter-Str. 5	396.199	5.944.967	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 036	Von-Closter-Str. 3	396.218	5.944.972	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 037	Von-Closter-Str. 1	396.241	5.944.971	0,2	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 038	Albertstr. 13	396.299	5.945.009	0,6	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 039	Albertstr. 21	396.325	5.945.000	0,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 040	Am Galgenhügel 37	396.294	5.944.912	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 041	Am Galgenhügel 35	396.348	5.944.930	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 042	Am Galgenhügel 2	396.370	5.944.929	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 043	Am Galgenhügel 4	396.379	5.944.903	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 044	Am Galgenhügel 6	396.409	5.944.893	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 045	Am Galgenhügel 8	396.441	5.944.890	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 046	Am Galgenhügel 10	396.464	5.944.874	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 047	Am Galgenhügel 12	396.483	5.944.866	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 048	Am Galgenhügel 14	396.502	5.944.859	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 049	Bgm.-Fischer-Str. 22	396.532	5.944.857	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 050	Bgm.-Fischer-Str. 24	396.526	5.944.835	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 051	Bgm.-Fischer-Str. 26	396.517	5.944.801	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 052	Bgm.-Fischer-Str. 28	396.503	5.944.775	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 053	Bgm.-Fischer-Str. 30	396.534	5.944.762	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 054	Bgm.-Fischer-Str. 32	396.548	5.944.754	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 055	Bgm.-Fischer-Str. 32a	396.562	5.944.747	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 056	Bgm.-Fischer-Str. 34	396.575	5.944.740	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 057	Bgm.-Fischer-Str. 36 Bpl	396.592	5.944.730	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 058	Bgm.-Fischer-Str. 38	396.617	5.944.710	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 059	Bgm.-Fischer-Str. 40	396.636	5.944.703	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 060	Bgm.-Fischer-Str. 42	396.658	5.944.692	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 061	Bahnhofstr. 36	396.819	5.944.757	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 062	Bahnhofstr. 38	396.834	5.944.738	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 063	Bahnhofstr. 1	396.927	5.944.704	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 064	Resterhafer Str. 4a	396.838	5.944.628	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 065	Heckenweg 2	396.610	5.944.571	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 066	Resterhafer Str. 18	396.650	5.944.562	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 067	Resterhafer Str. 18a	396.651	5.944.536	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 068	Heckenweg 4	396.579	5.944.530	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 069	Heckenweg 6	396.571	5.944.516	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 070	Heckenweg 10	396.538	5.944.503	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 071	Heckenweg 8	396.565	5.944.488	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 072	Resterhafer Str. 24	396.604	5.944.475	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 073	Rebhuhnweg 27	396.651	5.944.430	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 074	Fasanenpfad 28	396.605	5.944.403	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 075	Resterhafer Str. 30	396.562	5.944.388	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 076	Resterhafer Str. 32	396.545	5.944.358	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 077	Ubbo-Voß-Str. 2	396.469	5.944.361	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 078	Ubbo-Voß-Str. 1	396.467	5.944.325	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 079	Hasenpfad 28	396.573	5.944.295	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 080	Hasenpfad 19	396.570	5.944.265	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 081	Hooge-Warfer-Weg 2	396.433	5.944.201	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 082	Resterhafer Str. 42	396.560	5.944.163	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 083	Hasenpfad 17	396.624	5.944.243	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 084	Hasenpfad 15	396.667	5.944.223	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 085	Hasenpfad 13	396.689	5.944.217	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 086	Hasenpfad 11	396.705	5.944.206	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 087	Hasenpfad 9	396.723	5.944.198	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 088	Hasenpfad 7	396.745	5.944.191	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 089	Hasenpfad 5	396.762	5.944.180	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 090	Hasenpfad 1	396.794	5.944.155	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 091	Reersumer Str. 17	396.839	5.944.105	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 092	Reersumer Str 14a	396.571	5.944.041	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 093	Reersumer Str. 14	396.753	5.944.023	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 094	Reersumer Str. 60	396.802	5.943.991	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 095	Resterhafer Str. 64	396.877	5.943.996	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 096	Bahnhofstr. 50	396.913	5.943.955	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 097	Bahnhofstr. 52	396.962	5.943.908	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 098	Bahnhofstr. 53	397.015	5.943.857	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 099	Bahnhofstr. 57	397.157	5.943.036	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 100	Bahnhofstr. 56	397.088	5.942.932	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 101	Arler Weg 10	394.844	5.943.849	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 102	Arler Weg 12	394.785	5.943.842	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 103	Arler Hammrich	393.511	5.944.057	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 104	Westerstr. 11a	394.892	5.945.260	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 105	Westerstr. 11	394.925	5.945.286	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
IP 001	Georgshof	929:31	365	4:14	199:44	
IP 002	Alter Weg 6	300:08	140	2:47	40:33	
IP 003	Erlenweg 2	29:52	68	0:30	3:22	
IP 004	Birkenweg 6	32:01	70	0:31	3:40	
IP 005	Birkenweg 2	34:33	74	0:32	4:00	
IP 006	Birkenweg 4	35:32	76	0:32	4:10	
IP 007	Birkenweg 6	37:37	80	0:33	4:28	
IP 008	Birkenweg 8	43:02	82	0:48	5:01	
IP 009	Birkenweg 10	49:39	86	0:56	5:43	
IP 010	Birkenweg 12	55:13	89	0:59	6:22	
IP 011	Birkenweg 14	60:00	92	1:02	6:57	
IP 012	Birkenweg 16	65:25	96	1:02	7:40	
IP 013	Birkenweg 18	75:08	100	1:09	8:57	
IP 014	Eichenweg 6	88:09	107	1:17	10:45	
IP 015	Eichenweg 5	99:24	112	1:23	12:20	
IP 016	Kastanienweg 8	114:39	118	1:28	14:34	
IP 017	Kastanienweg 7	127:08	124	1:31	16:26	
IP 018	Ahornweg 8	143:09	131	1:34	19:01	
IP 019	Ahornweg 7	161:00	139	1:37	22:09	
IP 020	Ahornweg 5	155:07	140	1:34	21:28	
IP 021	Ahornweg 3	149:48	140	1:31	20:49	
IP 022	Ahornweg 1	144:27	140	1:26	20:14	
IP 023	Lindenstr. 12	122:57	140	1:15	17:33	
IP 024	Kankenstr. 29	108:34	139	1:08	15:42	
IP 025	Kankenstr. 31	103:33	150	1:03	16:08	
IP 026	Attenastr. 30	102:13	141	1:04	15:03	
IP 027	Attenastr. 28	90:13	141	0:59	13:31	
IP 028	Attenastr. 27	82:28	142	0:56	12:37	
IP 029	Von-Closter-Str. 17	76:24	140	0:53	11:41	
IP 030	Von-Closter-Str. 15	73:09	140	0:51	11:14	
IP 031	Von-Closter-Str. 13	70:53	141	0:50	10:54	
IP 032	Von-Closter-Str. 11	69:39	142	0:48	10:43	

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
IP 033	Von-Closter-Str. 9	67:44	140	0:46	10:25	
IP 034	Von-Closter-Str. 7	66:18	141	0:44	10:10	
IP 035	Von-Closter-Str. 5	64:45	139	0:43	9:55	
IP 036	Von-Closter-Str. 3	63:14	139	0:41	9:40	
IP 037	Von-Closter-Str. 1	62:07	138	0:39	9:28	
IP 038	Albertstr. 13	55:34	134	0:37	8:21	
IP 039	Albertstr. 21	55:59	134	0:35	8:24	
IP 040	Am Galgenhügel 37	67:31	144	0:35	10:24	
IP 041	Am Galgenhügel 35	62:52	143	0:33	9:36	
IP 042	Am Galgenhügel 2	62:05	143	0:33	9:28	
IP 043	Am Galgenhügel 4	62:02	147	0:33	9:36	
IP 044	Am Galgenhügel 6	58:03	150	0:32	9:12	
IP 045	Am Galgenhügel 8	52:21	151	0:32	8:35	
IP 046	Am Galgenhügel 10	47:13	133	0:32	8:08	
IP 047	Am Galgenhügel 12	44:50	126	0:32	7:53	
IP 048	Am Galgenhügel 14	42:53	121	0:32	7:40	
IP 049	Bgm.-Fischer-Str. 22	41:58	132	0:31	7:25	
IP 050	Bgm.-Fischer-Str. 24	44:36	137	0:32	7:48	
IP 051	Bgm.-Fischer-Str. 26	49:03	142	0:35	8:31	
IP 052	Bgm.-Fischer-Str. 28	52:37	145	0:37	9:10	
IP 053	Bgm.-Fischer-Str. 30	53:45	148	0:37	9:13	
IP 054	Bgm.-Fischer-Str. 32	54:19	148	0:37	9:16	
IP 055	Bgm.-Fischer-Str. 32a	55:09	152	0:38	9:22	
IP 056	Bgm.-Fischer-Str. 34	55:38	153	0:37	9:25	
IP 057	Bgm.-Fischer-Str. 36 Bpl	56:11	154	0:37	9:28	
IP 058	Bgm.-Fischer-Str. 38	57:48	154	0:37	9:43	
IP 059	Bgm.-Fischer-Str. 40	57:51	155	0:37	9:42	
IP 060	Bgm.-Fischer-Str. 42	57:25	156	0:36	9:39	
IP 061	Bahnhofstr. 36	33:52	132	0:25	5:31	
IP 062	Bahnhofstr. 38	31:17	132	0:25	5:18	
IP 063	Bahnhofstr. 1	24:07	101	0:24	4:24	
IP 064	Resterhafer Str. 4a	29:21	107	0:26	5:27	
IP 065	Heckenweg 2	65:02	167	0:39	11:26	
IP 066	Resterhafer Str. 18	57:21	167	0:37	10:24	
IP 067	Resterhafer Str. 18a	55:08	155	0:37	10:16	
IP 068	Heckenweg 4	68:49	171	0:40	12:13	
IP 069	Heckenweg 6	69:57	176	0:40	12:28	
IP 070	Heckenweg 10	75:55	176	0:41	13:28	
IP 071	Heckenweg 8	69:27	177	0:39	12:39	
IP 072	Resterhafer Str. 24	60:18	159	0:36	11:30	
IP 073	Rebhuhnweg 27	52:17	139	0:36	10:29	
IP 074	Fasanenpfad 28	58:00	148	0:40	11:45	
IP 075	Resterhafer Str. 30	64:31	155	0:43	13:03	
IP 076	Resterhafer Str. 32	67:08	156	0:47	13:51	
IP 077	Ubbo-Voß-Str. 2	83:19	183	0:51	16:37	
IP 078	Ubbo-Voß-Str. 1	82:26	173	0:54	17:04	
IP 079	Hasenpfad 28	62:49	143	0:51	13:46	
IP 080	Hasenpfad 19	63:32	142	0:53	14:11	
IP 081	Hooge-Warfer-Weg 2	91:35	172	1:00	20:55	
IP 082	Resterhafer Str. 42	65:28	143	0:49	15:29	
IP 083	Hasenpfad 17	55:37	131	0:48	12:41	
IP 084	Hasenpfad 15	50:23	126	0:45	11:38	
IP 085	Hasenpfad 13	47:56	123	0:44	11:06	
IP 086	Hasenpfad 11	45:58	121	0:42	10:41	
IP 087	Hasenpfad 9	43:55	117	0:42	10:14	
IP 088	Hasenpfad 7	41:51	111	0:40	9:46	
IP 089	Hasenpfad 5	40:16	112	0:39	9:25	
IP 090	Hasenpfad 1	37:09	106	0:37	8:45	
IP 091	Reersumer Str. 17	33:32	105	0:34	7:58	
IP 092	Reersumer Str 14a	65:31	143	0:39	16:17	
IP 093	Reersumer Str. 14	40:05	116	0:32	9:46	
IP 094	Reersumer Str. 60	36:12	111	0:30	8:52	

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]	Stunden/Jahr [h/a]	
IP 095	Resterhafer Str. 64	30:33	102	0:28	7:25	
IP 096	Bahnhofstr. 50	28:31	99	0:28	7:02	
IP 097	Bahnhofstr. 52	26:01	96	0:27	6:32	
IP 098	Bahnhofstr. 53	23:33	92	0:25	6:00	
IP 099	Bahnhofstr. 57	8:57	39	0:22	2:28	
IP 100	Bahnhofstr. 56	13:26	56	0:22	3:32	
IP 101	Arler Weg 10	52:13	115	0:38	14:10	
IP 102	Arler Weg 12	43:29	104	0:36	11:45	
IP 103	Arler Hammrich	10:16	49	0:20	2:52	
IP 104	Westerstr. 11a	41:10	70	0:53	4:07	
IP 105	Westerstr. 11	29:52	62	0:33	2:59	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name		Maximal	Erwartet
Gh-III 01	ENERCON ___E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O!	NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (5)	431:34	91:26
Gh-III 02	ENERCON ___E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O!	NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (6)	360:02	57:43
Gh-III 03	ENERCON ___E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O!	NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (7)	462:58	77:44
Gh-III 04	ENERCON ___E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O!	NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (8)	231:59	40:47
Gh-III 05	ENERCON ___E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O!	NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (21)	1042:25	202:37

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.

Die Berechnung der Gesamtsumme für einen Rezeptor arbeitet mit einer gemittelten Richtungskorrektur für alle WEA, die an einem gegebenen Tag zur Beschattung beitragen. Wenn der Schattenwurf durch mehrere WEA an einem Tag nicht gleichzeitig stattfindet, kann die so ermittelte Summe geringfügig von der Summe der Beschattungszeiten abweichen, die für die individuellen WEA berechnet werden.



Berechnungsergebnisse

Gesamtbelastung

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

IEL GmbH – Kirchdorfer Straße 26 – 26603 Aurich ' 04941-9558-0



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung / Hauptergebnis und Listen Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnehöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

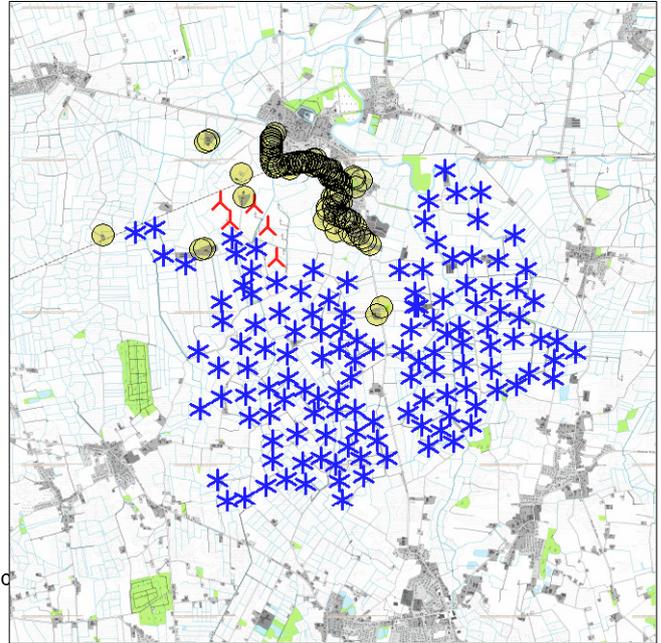
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [NORDERNEY]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 3,03 3,84 6,09 7,71 6,51 6,62 6,47 4,84 3,16 2,09 1,00

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N53,623623_E007,435486 (2)

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
403 409 485 602 651 531 686 1.286 1.116 909 822 674 8.576
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf
den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wp
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:100.000
▲ Neue WEA * Existierende WEA ● Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Schattendaten				
					Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
AZ E-53	396.086	5.943.269	0,0	ENERCON __E-5...Ja		ENERCON	__E-53-800	800	52,9	73,3	996	29,0
BN095/2	394.584	5.943.662	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,5	1.644	21,5
BWPN 1	395.676	5.941.300	0,0	ENERCON __E-8...Ja		ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
BWPN 2	395.676	5.941.050	0,0	ENERCON __E-8...Ja		ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
BWPN 3	395.849	5.940.789	0,0	ENERCON __E-8...Ja		ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
BWPN 4	395.838	5.941.844	0,0	ENERCON __E-8...Ja		ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
BWPN 5	396.229	5.941.649	0,0	ENERCON __E-8...Ja		ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
BWPN 6	396.378	5.941.359	0,0	ENERCON __E-8...Ja		ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
D 01	395.050	5.942.897	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 02	396.708	5.943.364	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 03	396.350	5.942.724	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 04	396.236	5.942.958	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 05	396.650	5.942.959	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 06	397.395	5.942.847	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 07	398.267	5.943.299	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 08	398.017	5.944.827	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 09	398.600	5.943.245	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 10	397.821	5.942.847	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 11	398.099	5.943.662	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 12	399.060	5.943.498	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 13	397.741	5.944.165	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 14	397.799	5.944.427	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 15	396.262	5.943.540	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 16	396.609	5.942.750	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	21,5
D 17	395.045	5.943.147	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	84,5	1.643	21,5
D 18	399.149	5.943.077	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	21,5
D 19	396.451	5.943.150	0,0	ENERCON __E-9...Ja		ENERCON	__E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0
D 20	398.929	5.943.245	0,0	ENERCON __E-9...Ja		ENERCON	__E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0
D 21	397.523	5.942.734	0,0	ENERCON __E-9...Ja		ENERCON	__E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0
D 22	398.384	5.943.042	0,0	ENERCON __E-9...Ja		ENERCON	__E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0
D 23	398.920	5.943.945	0,0	ENERCON __E-9...Ja		ENERCON	__E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	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]	
D 24	398.479	5.944.521	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	21,5	
D 25	398.159	5.944.512	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
D 26	398.440	5.944.165	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
D 27	397.953	5.943.124	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
D 28	397.882	5.943.881	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
D 29	397.589	5.943.211	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
D 30	397.698	5.943.523	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
EA 098	394.293	5.943.783	0,0	ENERCON __E-70...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.000	2.000	71,0	64,0	1.644	20,0	
EA 108	394.189	5.944.149	0,0	ENERCON __E-70...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.000	2.000	71,0	64,0	1.644	20,0	
Gh-I 05	395.344	5.943.364	0,0	ENERCON __E-40...Ja	ENERCON	__E-40 / 5.40-500	500	40,3	50,0	898	38,0	
GH-I 06	395.246	5.943.788	0,0	ENERCON __E-40...Ja	ENERCON	__E-40 / 5.40-500	500	40,3	50,0	898	38,0	
Gh-I 07	395.197	5.943.985	0,0	ENERCON __E-40...Ja	ENERCON	__E-40 / 5.40-500	500	40,3	50,0	898	38,0	
Gh-II 01	395.511	5.943.846	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
Gh-II 02	395.442	5.943.548	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
Gh-II 03	395.439	5.943.247	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
Gh-II 04	395.773	5.943.396	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
Gh-III 01	395.055	5.944.476	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1	
GH-III 02	395.180	5.944.213	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1	
Gh-III 03	395.676	5.944.128	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1	
GH-III 04	395.784	5.943.703	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1	
GH-III 05	395.508	5.944.421	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1	
Grh 01	395.328	5.941.921	0,0	ENERCON E-115...Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	149,0	1.618	12,9	
Grh 02	395.009	5.941.903	0,0	ENERCON E-115...Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	135,0	1.619	12,9	
HL 1-01	397.999	5.942.658	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 1-02	398.903	5.941.958	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 1-03	397.899	5.941.392	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 1-04	398.704	5.942.952	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 1-05	398.960	5.942.853	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	98,2	1.643	21,5	
HL 1-06	399.449	5.942.534	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 2-01	397.404	5.942.449	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 3-01	397.003	5.941.517	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 4-01	397.616	5.942.313	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-01	397.462	5.941.627	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	98,2	1.643	21,5	
HL 5-02	397.511	5.942.096	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-03	397.045	5.941.263	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-04	396.859	5.940.809	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-05	396.576	5.940.490	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-06	396.772	5.941.687	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-07	396.728	5.942.107	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-08	396.346	5.942.390	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-09	396.579	5.942.498	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-10	396.807	5.942.601	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-11	397.029	5.942.474	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL N-01	397.178	5.941.037	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	98,4	1.602	18,0	
KW 04	396.291	5.941.860	0,0	ENERCON __E-4...Ja	ENERCON	__E-48-800	800	48,0	75,6	1.047	32,0	
KW01	397.590	5.943.027	0,0	Klein-WEA _R12... Nein	Klein-WEA	_R12NH15-30/6	30	12,0	15,0	289	0,0	
KW02	397.629	5.943.027	0,0	Klein-WEA _R12... Nein	Klein-WEA	_R12NH15-30/6	30	12,0	15,0	289	0,0	
N 01	395.484	5.942.839	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.000	2.000	71,0	64,0	1.644	20,0	
N 02	394.724	5.942.501	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
N 03	395.282	5.942.588	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
N 04	394.991	5.942.276	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
N 05	394.735	5.941.740	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
N 06	394.943	5.940.789	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
N 07	395.058	5.940.513	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
N 08	395.293	5.940.543	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
N 09	395.382	5.941.604	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	98,4	1.602	18,0	
N 10	395.893	5.942.124	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
N 11	395.579	5.940.704	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
NLA Nord	395.367	5.942.265	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	10,8	
NLA Süd	395.998	5.941.381	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	10,8	
NLH 02	396.310	5.941.056	0,0	ENERCON __E-66...Ja	ENERCON	__E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	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]	
NLH 02	396.779	5.942.345	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 06	396.526	5.941.670	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 07	396.777	5.941.386	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 08	396.824	5.941.045	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 09	396.543	5.940.742	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 10	397.829	5.942.415	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 11	397.823	5.942.167	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 12	397.669	5.941.799	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 13	397.982	5.941.855	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 14	397.642	5.941.460	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 15	398.012	5.941.575	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 16	397.729	5.941.180	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 17	398.060	5.941.234	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 18	398.193	5.942.535	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 19	398.565	5.942.491	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 20	398.211	5.942.251	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 21	398.577	5.942.182	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 22	398.241	5.941.942	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 23	398.644	5.941.902	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 24	398.364	5.941.692	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 25	398.286	5.941.446	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 29	396.110	5.941.957	0,0	ENERCON _E-7...Ja	ENERCON	_E-70 E4-2.000	2.000	71,0	99,0	1.643	20,0	
NLH 30	396.070	5.941.000	0,0	ENERCON _E-7...Ja	ENERCON	_E-70 E4-2.000	2.000	71,0	99,0	1.643	20,0	
NLH 31	396.100	5.940.721	0,0	ENERCON _E-7...Ja	ENERCON	_E-70 E4-2.000	2.000	71,0	99,0	1.643	20,0	
NLH 32	396.663	5.941.203	0,0	ENERCON _E-4...Ja	ENERCON	_E-48-800	800	48,0	75,6	1.047	32,0	
NLH 33	396.492	5.940.959	0,0	ENERCON _E-4...Ja	ENERCON	_E-48-800	800	48,0	75,6	1.047	32,0	
NLH 34	399.383	5.942.041	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4	1.550	18,0	
NLH 35	399.684	5.942.374	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4	1.550	18,0	
NLH 36	399.407	5.942.287	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4	1.550	18,0	
NLH 37	399.229	5.942.570	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4	1.550	18,0	
NLH 38	399.072	5.942.109	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	98,4	1.550	18,0	
NLH 39	398.880	5.942.577	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4	1.550	18,0	
NLH 40	398.534	5.942.739	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4	1.550	18,0	
NLH 41	398.167	5.942.747	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4	1.550	18,0	
O 01	398.350	5.943.674	0,0	VESTAS _V39 / ... Ja	VESTAS	_V39 / 500-500	500	39,0	50,0	765	30,0	
O 02	398.691	5.943.622	0,0	VESTAS _V39 / ... Ja	VESTAS	_V39 / 500-500	500	39,0	50,0	765	30,0	
PD 1	395.649	5.941.654	0,0	ENERCON _E-1...Nein	ENERCON	_E-115 EP3 E3-4.000	4.000	115,7	149,0	1.625	13,1	
PD 2	395.643	5.941.994	0,0	ENERCON _E-1...Nein	ENERCON	_E-115 EP3 E3-4.000	4.000	115,7	149,0	1.625	13,1	
PD 3	396.550	5.941.932	0,0	ENERCON _E-1...Nein	ENERCON	_E-115 EP3 E3-4.000	4.000	115,7	149,0	1.625	13,1	
SML 1	395.797	5.942.988	0,0	ENERCON _E-1...Ja	ENERCON	_E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
SML 2	396.003	5.942.741	0,0	ENERCON _E-1...Ja	ENERCON	_E-101-3.050	3.050	101,0	99,0	2.216	14,7	
SML 3	395.595	5.942.512	0,0	ENERCON _E-1...Ja	ENERCON	_E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
SML 4	395.890	5.942.431	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
WEA 66	393.927	5.944.097	0,0	ENERCON _E-7...Ja	ENERCON	_E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5	

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 001	Georgshof	395.383	5.944.525	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 002	Alter Weg 6	395.346	5.944.828	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 003	Erlenweg 2	395.799	5.945.357	0,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 004	Birkenweg 6	395.779	5.945.323	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 005	Birkenweg 2	395.757	5.945.293	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 006	Birkenweg 4	395.753	5.945.277	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 007	Birkenweg 6	395.751	5.945.251	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 008	Birkenweg 8	395.749	5.945.234	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 009	Birkenweg 10	395.748	5.945.212	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 010	Birkenweg 12	395.749	5.945.192	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 011	Birkenweg 14	395.745	5.945.175	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 012	Birkenweg 16	395.746	5.945.152	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 013	Birkenweg 18	395.747	5.945.119	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 014	Eichenweg 6	395.747	5.945.083	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 015	Eichenweg 5	395.748	5.945.054	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 016	Kastanienweg 8	395.750	5.945.018	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 017	Kastanienweg 7	395.752	5.944.989	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 018	Ahornweg 8	395.762	5.944.953	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 019	Ahornweg 7	395.777	5.944.911	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 020	Ahornweg 5	395.809	5.944.916	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 021	Ahornweg 3	395.829	5.944.921	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 022	Ahornweg 1	395.852	5.944.922	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 023	Lindenstr. 12	395.916	5.944.938	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 024	Kankenastr. 29	395.966	5.944.950	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 025	Kankenastr. 31	395.985	5.944.884	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 026	Attenastr. 30	395.995	5.944.941	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 027	Attenastr. 28	396.030	5.944.953	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 028	Attenastr. 27	396.058	5.944.951	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 029	Von-Closter-Str. 17	396.084	5.944.968	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 030	Von-Closter-Str. 15	396.104	5.944.968	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 031	Von-Closter-Str. 13	396.121	5.944.968	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 032	Von-Closter-Str. 11	396.137	5.944.965	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 033	Von-Closter-Str. 9	396.160	5.944.964	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 034	Von-Closter-Str. 7	396.178	5.944.966	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 035	Von-Closter-Str. 5	396.199	5.944.967	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 036	Von-Closter-Str. 3	396.218	5.944.972	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 037	Von-Closter-Str. 1	396.241	5.944.971	0,2	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 038	Albertstr. 13	396.299	5.945.009	0,6	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 039	Albertstr. 21	396.325	5.945.000	0,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 040	Am Galgenhügel 37	396.294	5.944.912	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 041	Am Galgenhügel 35	396.348	5.944.930	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 042	Am Galgenhügel 2	396.370	5.944.929	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 043	Am Galgenhügel 4	396.379	5.944.903	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 044	Am Galgenhügel 6	396.409	5.944.893	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 045	Am Galgenhügel 8	396.441	5.944.890	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 046	Am Galgenhügel 10	396.464	5.944.874	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 047	Am Galgenhügel 12	396.483	5.944.866	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 048	Am Galgenhügel 14	396.502	5.944.859	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 049	Bgm.-Fischer-Str. 22	396.532	5.944.857	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 050	Bgm.-Fischer-Str. 24	396.526	5.944.835	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 051	Bgm.-Fischer-Str. 26	396.517	5.944.801	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 052	Bgm.-Fischer-Str. 28	396.503	5.944.775	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 053	Bgm.-Fischer-Str. 30	396.534	5.944.762	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 054	Bgm.-Fischer-Str. 32	396.548	5.944.754	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 055	Bgm.-Fischer-Str. 32a	396.562	5.944.747	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 056	Bgm.-Fischer-Str. 34	396.575	5.944.740	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 057	Bgm.-Fischer-Str. 36 Bpl	396.592	5.944.730	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 058	Bgm.-Fischer-Str. 38	396.617	5.944.710	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 059	Bgm.-Fischer-Str. 40	396.636	5.944.703	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 060	Bgm.-Fischer-Str. 42	396.658	5.944.692	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 061	Bahnhofstr. 36	396.819	5.944.757	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 062	Bahnhofstr. 38	396.834	5.944.738	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 063	Bahnhofstr. 1	396.927	5.944.704	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 064	Resterhafer Str. 4a	396.838	5.944.628	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 065	Heckenweg 2	396.610	5.944.571	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 066	Resterhafer Str. 18	396.650	5.944.562	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 067	Resterhafer Str. 18a	396.651	5.944.536	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 068	Heckenweg 4	396.579	5.944.530	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 069	Heckenweg 6	396.571	5.944.516	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 070	Heckenweg 10	396.538	5.944.503	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 071	Heckenweg 8	396.565	5.944.488	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 072	Resterhafer Str. 24	396.604	5.944.475	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 073	Rebhuhnweg 27	396.651	5.944.430	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 074	Fasanenpfad 28	396.605	5.944.403	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 075	Resterhafer Str. 30	396.562	5.944.388	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 076	Resterhafer Str. 32	396.545	5.944.358	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 077	Ubbo-Voß-Str. 2	396.469	5.944.361	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 078	Ubbo-Voß-Str. 1	396.467	5.944.325	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 079	Hasenpfad 28	396.573	5.944.295	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 080	Hasenpfad 19	396.570	5.944.265	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 081	Hooge-Warfer-Weg 2	396.433	5.944.201	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 082	Resterhafer Str. 42	396.560	5.944.163	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 083	Hasenpfad 17	396.624	5.944.243	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 084	Hasenpfad 15	396.667	5.944.223	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 085	Hasenpfad 13	396.689	5.944.217	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 086	Hasenpfad 11	396.705	5.944.206	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 087	Hasenpfad 9	396.723	5.944.198	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 088	Hasenpfad 7	396.745	5.944.191	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 089	Hasenpfad 5	396.762	5.944.180	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 090	Hasenpfad 1	396.794	5.944.155	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 091	Reersumer Str. 17	396.839	5.944.105	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 092	Reersumer Str 14a	396.571	5.944.041	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 093	Reersumer Str. 14	396.753	5.944.023	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 094	Reersumer Str. 60	396.802	5.943.991	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 095	Resterhafer Str. 64	396.877	5.943.996	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 096	Bahnhofstr. 50	396.913	5.943.955	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 097	Bahnhofstr. 52	396.962	5.943.908	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 098	Bahnhofstr. 53	397.015	5.943.857	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 099	Bahnhofstr. 57	397.157	5.943.036	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 100	Bahnhofstr. 56	397.088	5.942.932	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 101	Arlar Weg 10	394.844	5.943.849	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 102	Arlar Weg 12	394.785	5.943.842	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 103	Arlar Hammrich	393.511	5.944.057	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 104	Westerstr. 11a	394.892	5.945.260	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 105	Westerstr. 11	394.925	5.945.286	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
IP 001	Georgshof	968:34	365	4:14	200:08	
IP 002	Alter Weg 6	302:42	140	2:51	40:12	
IP 003	Erlenweg 2	29:52	68	0:30	3:18	
IP 004	Birkenweg 6	32:01	70	0:31	3:36	
IP 005	Birkenweg 2	34:33	74	0:32	3:56	
IP 006	Birkenweg 4	35:32	76	0:32	4:05	
IP 007	Birkenweg 6	37:37	80	0:33	4:24	
IP 008	Birkenweg 8	43:02	82	0:48	4:55	
IP 009	Birkenweg 10	49:39	86	0:56	5:37	
IP 010	Birkenweg 12	55:13	89	0:59	6:15	
IP 011	Birkenweg 14	60:00	92	1:02	6:49	
IP 012	Birkenweg 16	65:25	96	1:02	7:32	
IP 013	Birkenweg 18	75:08	100	1:09	8:48	
IP 014	Eichenweg 6	88:09	107	1:17	10:33	
IP 015	Eichenweg 5	99:24	112	1:23	12:07	
IP 016	Kastanienweg 8	114:39	118	1:28	14:18	
IP 017	Kastanienweg 7	127:08	124	1:31	16:09	
IP 018	Ahornweg 8	143:09	131	1:34	18:41	
IP 019	Ahornweg 7	161:00	139	1:37	21:46	
IP 020	Ahornweg 5	155:07	140	1:34	21:06	
IP 021	Ahornweg 3	149:48	140	1:31	20:28	
IP 022	Ahornweg 1	144:27	140	1:26	19:53	
IP 023	Lindenstr. 12	122:57	140	1:15	17:14	

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
IP 024	Kankenastr. 29	110:10	139	1:08	15:43	
IP 025	Kankenastr. 31	108:37	162	1:14	16:44	
IP 026	Attenastr. 30	105:13	153	1:04	15:22	
IP 027	Attenastr. 28	95:36	154	1:10	14:11	
IP 028	Attenastr. 27	88:11	155	1:06	13:21	
IP 029	Von-Closter-Str. 17	82:22	153	1:02	12:27	
IP 030	Von-Closter-Str. 15	79:19	153	0:58	12:03	
IP 031	Von-Closter-Str. 13	77:21	155	0:53	11:46	
IP 032	Von-Closter-Str. 11	76:21	156	0:48	11:37	
IP 033	Von-Closter-Str. 9	74:43	156	0:49	11:21	
IP 034	Von-Closter-Str. 7	73:32	157	0:50	11:08	
IP 035	Von-Closter-Str. 5	72:14	157	0:50	10:55	
IP 036	Von-Closter-Str. 3	70:57	157	0:50	10:42	
IP 037	Von-Closter-Str. 1	70:13	158	0:50	10:33	
IP 038	Albertstr. 13	65:11	151	0:50	9:36	
IP 039	Albertstr. 21	66:22	149	0:48	9:46	
IP 040	Am Galgenhügel 37	79:27	159	0:46	11:57	
IP 041	Am Galgenhügel 35	74:45	159	0:45	11:12	
IP 042	Am Galgenhügel 2	76:38	159	0:45	11:28	
IP 043	Am Galgenhügel 4	78:53	169	0:47	11:54	
IP 044	Am Galgenhügel 6	79:21	177	0:49	11:59	
IP 045	Am Galgenhügel 8	79:18	177	0:50	11:58	
IP 046	Am Galgenhügel 10	77:57	179	0:48	12:01	
IP 047	Am Galgenhügel 12	76:25	181	0:45	11:55	
IP 048	Am Galgenhügel 14	76:08	181	0:45	11:55	
IP 049	Bgm.-Fischer-Str. 22	78:16	181	0:45	11:59	
IP 050	Bgm.-Fischer-Str. 24	80:57	185	0:47	12:32	
IP 051	Bgm.-Fischer-Str. 26	90:38	188	0:50	13:49	
IP 052	Bgm.-Fischer-Str. 28	94:20	191	0:50	14:34	
IP 053	Bgm.-Fischer-Str. 30	97:48	192	0:50	14:58	
IP 054	Bgm.-Fischer-Str. 32	99:07	194	0:49	15:10	
IP 055	Bgm.-Fischer-Str. 32a	100:06	193	0:51	15:20	
IP 056	Bgm.-Fischer-Str. 34	100:30	197	0:53	15:28	
IP 057	Bgm.-Fischer-Str. 36 Bpl	99:51	197	0:55	15:30	
IP 058	Bgm.-Fischer-Str. 38	101:04	200	0:54	15:50	
IP 059	Bgm.-Fischer-Str. 40	101:17	201	0:53	15:55	
IP 060	Bgm.-Fischer-Str. 42	101:01	200	0:53	15:59	
IP 061	Bahnhofstr. 36	78:27	190	0:44	11:57	
IP 062	Bahnhofstr. 38	80:08	196	0:42	12:15	
IP 063	Bahnhofstr. 1	79:51	209	0:43	12:44	
IP 064	Resterhafer Str. 4a	90:57	216	0:43	14:22	
IP 065	Heckenweg 2	118:17	213	1:00	19:01	
IP 066	Resterhafer Str. 18	115:56	213	0:55	18:37	
IP 067	Resterhafer Str. 18a	118:13	216	0:55	19:04	
IP 068	Heckenweg 4	128:04	218	0:57	20:25	
IP 069	Heckenweg 6	131:18	221	0:58	20:53	
IP 070	Heckenweg 10	135:51	221	0:59	21:48	
IP 071	Heckenweg 8	135:16	223	1:00	21:39	
IP 072	Resterhafer Str. 24	132:05	222	0:57	21:15	
IP 073	Rebhuhnweg 27	128:39	226	0:54	21:14	
IP 074	Fasanenpfad 28	135:08	228	0:59	22:39	
IP 075	Resterhafer Str. 30	137:53	233	1:08	23:40	
IP 076	Resterhafer Str. 32	138:34	237	1:10	24:30	
IP 077	Ubbo-Voß-Str. 2	150:09	241	1:07	26:25	
IP 078	Ubbo-Voß-Str. 1	150:09	247	1:06	27:10	
IP 079	Hasenpfad 28	132:11	241	1:11	24:34	
IP 080	Hasenpfad 19	128:18	227	1:09	24:35	
IP 081	Hooge-Warfer-Weg 2	159:19	273	1:11	31:30	
IP 082	Resterhafer Str. 42	126:26	248	1:04	25:36	
IP 083	Hasenpfad 17	120:02	230	1:09	23:09	
IP 084	Hasenpfad 15	122:07	253	1:09	22:57	
IP 085	Hasenpfad 13	123:32	258	1:02	22:56	

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
IP 086	Hasenpfad 11	125:22	263	0:58	23:01	
IP 087	Hasenpfad 9	128:26	263	0:56	23:10	
IP 088	Hasenpfad 7	130:08	264	0:55	23:12	
IP 089	Hasenpfad 5	131:01	270	0:55	23:19	
IP 090	Hasenpfad 1	132:48	276	0:59	23:43	
IP 091	Reersumer Str. 17	136:58	303	1:08	25:22	
IP 092	Reersumer Str 14a	157:20	266	1:08	30:52	
IP 093	Reersumer Str. 14	136:09	304	0:51	26:51	
IP 094	Reersumer Str. 60	149:22	331	1:06	29:00	
IP 095	Resterhafer Str. 64	157:56	322	1:17	29:41	
IP 096	Bahnhofstr. 50	170:02	314	1:10	32:04	
IP 097	Bahnhofstr. 52	196:46	359	1:15	38:01	
IP 098	Bahnhofstr. 53	221:24	362	1:23	40:49	
IP 099	Bahnhofstr. 57	373:16	361	1:57	70:34	
IP 100	Bahnhofstr. 56	398:31	365	2:05	74:53	
IP 101	Arler Weg 10	207:11	279	1:18	46:12	
IP 102	Arler Weg 12	215:17	279	1:30	46:56	
IP 103	Arler Hammrich	49:05	114	0:52	12:39	
IP 104	Westerstr. 11a	41:10	70	0:53	4:03	
IP 105	Westerstr. 11	29:52	62	0:33	2:56	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
AZ E-53	ENERCON __E-53 800 52.9 !O! NH: 73,3 m (Ges:99,8 m) (916)	0:00	0:00
BN095/2	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,5 m (Ges:100,0 m) (902)	100:57	18:25
BWPN 1	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (903)	0:00	0:00
BWPN 2	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (904)	0:00	0:00
BWPN 3	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (905)	0:00	0:00
BWPN 4	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (906)	0:00	0:00
BWPN 5	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (907)	0:00	0:00
BWPN 6	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (908)	0:00	0:00
D 01	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (834)	0:00	0:00
D 02	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (835)	33:19	5:27
D 03	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (836)	11:27	2:17
D 04	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (837)	12:47	2:21
D 05	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (838)	40:46	10:04
D 06	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (839)	52:46	7:07
D 07	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (840)	5:30	1:23
D 08	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (841)	18:53	5:11
D 09	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (842)	0:55	0:15
D 10	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (843)	21:01	3:37
D 11	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (844)	15:46	3:33
D 12	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (845)	0:00	0:00
D 13	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (846)	56:59	14:13
D 14	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (847)	56:35	14:46
D 15	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (848)	112:23	16:34
D 16	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 113,5 m (Ges:149,0 m) (851)	27:36	5:52
D 17	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 84,5 m (Ges:120,0 m) (852)	0:00	0:00
D 18	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 113,5 m (Ges:149,0 m) (853)	0:00	0:00
D 19	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (854)	121:50	21:26
D 20	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (855)	0:00	0:00
D 21	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (856)	60:10	11:42
D 22	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (857)	13:18	3:13
D 23	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (858)	0:00	0:00
D 24	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 113,5 m (Ges:149,0 m) (859)	6:35	1:50
D 25	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (860)	90:12	23:59
D 26	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (861)	38:40	9:11
D 27	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (862)	77:02	14:37
D 28	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (863)	86:58	17:46
D 29	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (864)	105:12	17:38

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
D 30	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (865)	102:35	14:27
EA 098	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (885)	25:57	5:27
EA 108	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (886)	35:41	9:30
Gh-I 05	ENERCON __E-40 / 5.40 500 40.3 !O! NH: 50,0 m (Ges:70,2 m) (866)	8:11	1:01
Gh-I 06	ENERCON __E-40 / 5.40 500 40.3 !O! NH: 50,0 m (Ges:70,2 m) (869)	11:27	2:30
Gh-I 07	ENERCON __E-40 / 5.40 500 40.3 !O! NH: 50,0 m (Ges:70,2 m) (871)	22:23	6:35
Gh-II 01	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (912)	192:50	33:27
Gh-II 02	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (913)	125:06	21:25
Gh-II 03	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (914)	100:29	15:46
Gh-II 04	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (915)	129:14	20:59
Gh-III 01	ENERCON __E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (5)	431:34	89:49
Gh-III 02	ENERCON __E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (6)	360:02	56:42
Gh-III 03	ENERCON __E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (7)	462:58	76:23
Gh-III 04	ENERCON __E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (8)	231:59	40:04
Gh-III 05	ENERCON __E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (21)	1042:25	199:03
Grh 01	ENERCON E-115 EP3 E3 4200 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (923)	0:00	0:00
Grh 02	ENERCON E-115 EP3 E3 4200 115.7 !O! NH: 135,0 m (Ges:192,9 m) (924)	0:00	0:00
HL 1-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (891)	21:55	3:16
HL 1-02	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (892)	0:00	0:00
HL 1-03	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (887)	0:00	0:00
HL 1-04	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (888)	2:09	0:28
HL 1-05	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 98,2 m (Ges:133,7 m) (889)	0:00	0:00
HL 1-06	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (890)	0:00	0:00
HL 2-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (881)	64:00	7:03
HL 3-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (900)	0:00	0:00
HL 4-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (880)	36:38	4:00
HL 5-01	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 98,2 m (Ges:133,7 m) (893)	0:00	0:00
HL 5-02	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (879)	3:55	0:18
HL 5-03	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (882)	0:00	0:00
HL 5-04	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (883)	0:00	0:00
HL 5-05	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (901)	0:00	0:00
HL 5-06	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (894)	0:00	0:00
HL 5-07	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (895)	0:00	0:00
HL 5-08	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (896)	13:58	2:25
HL 5-09	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (897)	23:54	4:03
HL 5-10	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (898)	49:42	8:20
HL 5-11	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (899)	59:11	6:11
HL N-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 98,4 m (Ges:139,4 m) (884)	0:00	0:00
KW 04	ENERCON __E-48 800 48.0 !O! NH: 75,6 m (Ges:99,6 m) (822)	0:00	0:00
KW01	Klein-WEA __R12NH15 30-6 12.0 !#! NH: 15,0 m (Ges:21,0 m) (917)	0:00	0:00
KW02	Klein-WEA __R12NH15 30-6 12.0 !#! NH: 15,0 m (Ges:21,0 m) (918)	0:00	0:00
N 01	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (823)	0:17	0:02
N 02	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (824)	0:00	0:00
N 03	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (825)	30:27	3:55
N 04	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (826)	0:00	0:00
N 05	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (827)	0:00	0:00
N 06	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (828)	0:00	0:00
N 07	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (829)	0:00	0:00
N 08	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (830)	0:00	0:00
N 09	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 98,4 m (Ges:139,4 m) (831)	0:00	0:00
N 10	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (832)	5:58	1:03
N 11	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (833)	0:00	0:00
NLA Nord	ENERCON __E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O! NH: 131,0 m (Ges:200,1 m) (921)	0:00	0:00
NLA Süd	ENERCON __E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O! NH: 131,0 m (Ges:200,1 m) (922)	0:00	0:00
NLH 02	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (788)	0:00	0:00
NLH 02	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (787)	0:00	0:00
NLH 06	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (789)	0:00	0:00
NLH 07	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (790)	0:00	0:00
NLH 08	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (791)	0:00	0:00
NLH 09	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (792)	0:00	0:00
NLH 10	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (793)	11:40	1:40
NLH 11	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (794)	9:53	0:59
NLH 12	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (795)	0:00	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung / Hauptergebnis und Listen

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
NLH 13	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (796)	3:02	0:14
NLH 14	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (797)	0:00	0:00
NLH 15	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (798)	0:00	0:00
NLH 16	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (799)	0:00	0:00
NLH 17	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (800)	0:00	0:00
NLH 18	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (801)	3:31	0:38
NLH 19	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (802)	0:00	0:00
NLH 20	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (803)	2:30	0:24
NLH 21	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (804)	0:00	0:00
NLH 22	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (805)	0:00	0:00
NLH 23	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (806)	0:00	0:00
NLH 24	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (807)	0:00	0:00
NLH 25	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (808)	0:00	0:00
NLH 29	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 99,0 m (Ges:134,5 m) (809)	8:02	0:55
NLH 30	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 99,0 m (Ges:134,5 m) (810)	0:00	0:00
NLH 31	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 99,0 m (Ges:134,5 m) (811)	0:00	0:00
NLH 32	ENERCON __E-48 800 48.0 !O! NH: 75,6 m (Ges:99,6 m) (812)	0:00	0:00
NLH 33	ENERCON __E-48 800 48.0 !O! NH: 75,6 m (Ges:99,6 m) (813)	0:00	0:00
NLH 34	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (814)	0:00	0:00
NLH 35	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (815)	0:00	0:00
NLH 36	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (816)	0:00	0:00
NLH 37	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (817)	0:00	0:00
NLH 38	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 98,4 m (Ges:139,4 m) (818)	0:00	0:00
NLH 39	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (819)	0:00	0:00
NLH 40	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (820)	5:24	1:07
NLH 41	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (821)	10:12	2:03
O 01	VESTAS __V39 / 500 500 39.0 !O! NH: 50,0 m (Ges:69,5 m) (849)	0:00	0:00
O 02	VESTAS __V39 / 500 500 39.0 !O! NH: 50,0 m (Ges:69,5 m) (850)	0:00	0:00
PD 1	ENERCON __E-115 EP3 E3 4000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (784)	0:00	0:00
PD 2	ENERCON __E-115 EP3 E3 4000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (785)	0:00	0:00
PD 3	ENERCON __E-115 EP3 E3 4000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (786)	11:23	1:03
SML 1	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (909)	84:27	11:47
SML 2	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 99,0 m (Ges:149,5 m) (910)	33:21	4:47
SML 3	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (911)	28:45	3:41
SML 4	ENERCON __E-82 E2 TES 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (920)	6:39	1:20
WEA 66	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (919)	35:20	9:39

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.

Die Berechnung der Gesamtsumme für einen Rezeptor arbeitet mit einer gemittelten Richtungskorrektur für alle WEA, die an einem gegebenen Tag zur Beschattung beitragen. Wenn der Schattenwurf durch mehrere WEA an einem Tag nicht gleichzeitig stattfindet, kann die so ermittelte Summe geringfügig von der Summe der Beschattungszeiten abweichen, die für die individuellen WEA berechnet werden.



Berechnungsergebnisse GB mit ZB-RAZ

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

IEL GmbH – Kirchdorfer Straße 26 – 26603 Aurich ' 04941-9558-0



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB mit ZB-RAZ / Hauptergebnis Annahmen für Schattenwurfberechnung

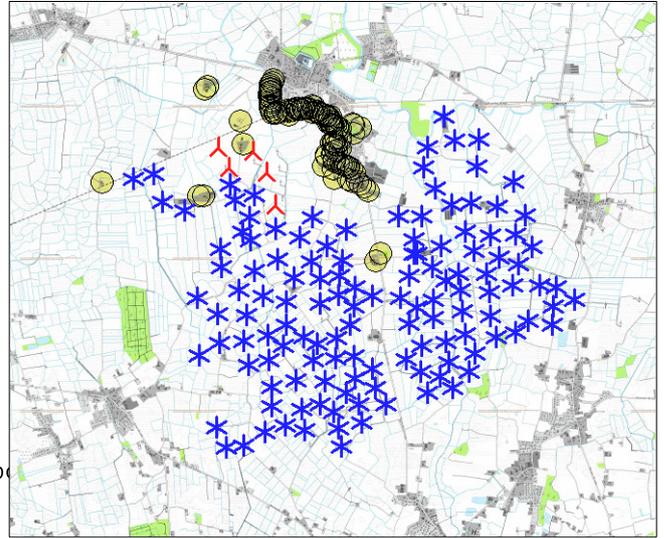
Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnehöhe 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

Schattenabschaltung für spez. WEA

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf
den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wp
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:100.000
▲ Neue WEA * Existierende WEA ● Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Schattendaten			
					Ak- tu- ell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	Naben- höhe	Beschatt.- Bereich
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
AZ E-53	396.086	5.943.269	0,0	ENERCON __E-5...Ja		ENERCON __E-53-800	800	52,9	73,3	996	29,0
BN095/2	394.584	5.943.662	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,5	1.644	21,5
BWPN 1	395.676	5.941.300	0,0	ENERCON __E-8...Ja		ENERCON __E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
BWPN 2	395.676	5.941.050	0,0	ENERCON __E-8...Ja		ENERCON __E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
BWPN 3	395.849	5.940.789	0,0	ENERCON __E-8...Ja		ENERCON __E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
BWPN 4	395.838	5.941.844	0,0	ENERCON __E-8...Ja		ENERCON __E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
BWPN 5	396.229	5.941.649	0,0	ENERCON __E-8...Ja		ENERCON __E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
BWPN 6	396.378	5.941.359	0,0	ENERCON __E-8...Ja		ENERCON __E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
D 01	395.050	5.942.897	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 02	396.708	5.943.364	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 03	396.350	5.942.724	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 04	396.236	5.942.958	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 05	396.650	5.942.959	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 06	397.395	5.943.519	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 07	398.267	5.943.299	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 08	398.017	5.944.827	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 09	398.600	5.943.245	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 10	397.821	5.942.847	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 11	398.099	5.943.662	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 12	399.060	5.943.498	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 13	397.741	5.944.165	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 14	397.799	5.944.427	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 15	396.262	5.943.540	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	21,5
D 16	396.609	5.942.750	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	21,5
D 17	395.045	5.943.147	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	84,5	1.643	21,5
D 18	399.149	5.943.077	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	21,5
D 19	396.451	5.943.150	0,0	ENERCON __E-9...Ja		ENERCON __E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0
D 20	398.929	5.943.245	0,0	ENERCON __E-9...Ja		ENERCON __E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0
D 21	397.523	5.942.734	0,0	ENERCON __E-9...Ja		ENERCON __E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0
D 22	398.384	5.943.042	0,0	ENERCON __E-9...Ja		ENERCON __E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0
D 23	398.920	5.943.945	0,0	ENERCON __E-9...Ja		ENERCON __E-92-2.350	2.350	92,0	138,4	1.599	0,0
D 24	398.479	5.944.521	0,0	ENERCON __E-7...Ja		ENERCON __E-70 E4-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	21,5
D 25	398.159	5.944.512	0,0	ENERCON __E-1...Ja		ENERCON __E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7
D 26	398.440	5.944.165	0,0	ENERCON __E-1...Ja		ENERCON __E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7
D 27	397.953	5.943.124	0,0	ENERCON __E-1...Ja		ENERCON __E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB mit ZB-RAZ / Hauptergebnis

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	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]	
D 28	397.882	5.943.881	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
D 29	397.589	5.943.211	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
D 30	397.698	5.943.523	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
EA 098	394.293	5.943.783	0,0	ENERCON __E-70...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.000	2.000	71,0	64,0	1.644	20,0	
EA 108	394.189	5.944.149	0,0	ENERCON __E-70...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.000	2.000	71,0	64,0	1.644	20,0	
Gh-I 05	395.344	5.943.364	0,0	ENERCON __E-40...Ja	ENERCON	__E-40 / 5.40-500	500	40,3	50,0	898	38,0	
Gh-I 06	395.246	5.943.788	0,0	ENERCON __E-40...Ja	ENERCON	__E-40 / 5.40-500	500	40,3	50,0	898	38,0	
Gh-I 07	395.197	5.943.985	0,0	ENERCON __E-40...Ja	ENERCON	__E-40 / 5.40-500	500	40,3	50,0	898	38,0	
Gh-II 01	395.511	5.943.846	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
Gh-II 02	395.442	5.943.548	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
Gh-II 03	395.439	5.943.247	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
Gh-II 04	395.773	5.943.396	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
Gh-III 01	395.055	5.944.476	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1	
Gh-III 02	395.180	5.944.213	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1	
Gh-III 03	395.676	5.944.128	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1	
Gh-III 04	395.784	5.943.703	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1	
Gh-III 05	395.508	5.944.421	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	111,0	1.690	11,1	
Grh 01	395.328	5.941.921	0,0	ENERCON E-115...Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	149,0	1.618	12,9	
Grh 02	395.009	5.941.903	0,0	ENERCON E-115...Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	135,0	1.619	12,9	
HL 1-01	397.999	5.942.658	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 1-02	398.903	5.941.958	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 1-03	397.899	5.941.392	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 1-04	398.704	5.942.952	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 1-05	398.960	5.942.853	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	98,2	1.643	21,5	
HL 1-06	399.449	5.942.534	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 2-01	397.404	5.942.449	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 3-01	397.003	5.941.517	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 4-01	397.616	5.942.313	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-01	397.462	5.941.627	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.300	2.300	71,0	98,2	1.643	21,5	
HL 5-02	397.511	5.942.096	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-03	397.045	5.941.263	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-04	396.859	5.940.809	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-05	396.576	5.940.490	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-06	396.772	5.941.687	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-07	396.728	5.942.107	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-08	396.346	5.942.390	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-09	396.579	5.942.498	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-10	396.807	5.942.601	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL 5-11	397.029	5.942.474	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
HL N-01	397.178	5.941.037	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	98,4	1.602	18,0	
KW 04	396.291	5.941.860	0,0	ENERCON __E-4...Ja	ENERCON	__E-48-800	800	48,0	75,6	1.047	32,0	
KW01	397.590	5.943.027	0,0	Klein-WEA __R12... Nein	Klein-WEA	__R12NH15-30/6	30	12,0	15,0	289	0,0	
KW02	397.629	5.943.027	0,0	Klein-WEA __R12... Nein	Klein-WEA	__R12NH15-30/6	30	12,0	15,0	289	0,0	
N 01	395.484	5.942.839	0,0	ENERCON __E-7...Ja	ENERCON	__E-70 E4-2.000	2.000	71,0	64,0	1.644	20,0	
N 02	394.724	5.942.501	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
N 03	395.282	5.942.588	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
N 04	394.991	5.942.276	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
N 05	394.735	5.941.740	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
N 06	394.943	5.940.789	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,7	
N 07	395.058	5.940.513	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
N 08	395.293	5.940.543	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
N 09	395.382	5.941.604	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	98,4	1.602	18,0	
N 10	395.893	5.942.124	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
N 11	395.579	5.940.704	0,0	ENERCON __E-8...Ja	ENERCON	__E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
NLA Nord	395.367	5.942.265	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	10,8	
NLA Süd	395.998	5.941.381	0,0	ENERCON __E-1...Ja	ENERCON	__E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	10,8	
NLH 02	396.310	5.941.056	0,0	ENERCON __E-66...Ja	ENERCON	__E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 01	396.779	5.942.345	0,0	ENERCON __E-66...Ja	ENERCON	__E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 06	396.526	5.941.670	0,0	ENERCON __E-66...Ja	ENERCON	__E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 07	396.777	5.941.386	0,0	ENERCON __E-66...Ja	ENERCON	__E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	
NLH 08	396.824	5.941.045	0,0	ENERCON __E-66...Ja	ENERCON	__E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0	1.463	22,0	

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB mit ZB-RAZ / Hauptergebnis

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
											[m]	[U/min]
NLH 09	396.543	5.940.742	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 10	397.829	5.942.415	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 11	397.823	5.942.167	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 12	397.669	5.941.799	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 13	397.982	5.941.855	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 14	397.642	5.941.460	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 15	398.012	5.941.575	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 16	397.729	5.941.180	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 17	398.060	5.941.234	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 18	398.193	5.942.535	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 19	398.565	5.942.491	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 20	398.211	5.942.251	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 21	398.577	5.942.182	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 22	398.241	5.941.942	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 23	398.644	5.941.902	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 24	398.364	5.941.692	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 25	398.286	5.941.446	0,0	ENERCON _E-66...Ja	ENERCON	_E-66 / 15.66-1.500	1.500	66,0	67,0		1.463	22,0
NLH 29	396.110	5.941.957	0,0	ENERCON _E-7...Ja	ENERCON	_E-70 E4-2.000	2.000	71,0	99,0		1.643	20,0
NLH 30	396.070	5.941.000	0,0	ENERCON _E-7...Ja	ENERCON	_E-70 E4-2.000	2.000	71,0	99,0		1.643	20,0
NLH 31	396.100	5.940.721	0,0	ENERCON _E-7...Ja	ENERCON	_E-70 E4-2.000	2.000	71,0	99,0		1.643	20,0
NLH 32	396.663	5.941.203	0,0	ENERCON _E-4...Ja	ENERCON	_E-48-800	800	48,0	75,6		1.047	32,0
NLH 33	396.492	5.940.959	0,0	ENERCON _E-4...Ja	ENERCON	_E-48-800	800	48,0	75,6		1.047	32,0
NLH 34	399.383	5.942.041	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4		1.550	18,0
NLH 35	399.684	5.942.374	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4		1.550	18,0
NLH 36	399.407	5.942.287	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4		1.550	18,0
NLH 37	399.229	5.942.570	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4		1.550	18,0
NLH 38	399.072	5.942.109	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	98,4		1.550	18,0
NLH 39	398.880	5.942.577	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4		1.550	18,0
NLH 40	398.534	5.942.739	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4		1.550	18,0
NLH 41	398.167	5.942.747	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E1-2.000	2.000	82,0	108,4		1.550	18,0
O 01	398.350	5.943.674	0,0	VESTAS _V39 / ... Ja	VESTAS	_V39 / 500-500	500	39,0	50,0		765	30,0
O 02	398.691	5.943.622	0,0	VESTAS _V39 / ... Ja	VESTAS	_V39 / 500-500	500	39,0	50,0		765	30,0
PD 1	395.649	5.941.654	0,0	ENERCON _E-1...Nein	ENERCON	_E-115 EP3 E3-4.000	4.000	115,7	149,0		1.625	13,1
PD 2	395.643	5.941.994	0,0	ENERCON _E-1...Nein	ENERCON	_E-115 EP3 E3-4.000	4.000	115,7	149,0		1.625	13,1
PD 3	396.550	5.941.932	0,0	ENERCON _E-1...Nein	ENERCON	_E-115 EP3 E3-4.000	4.000	115,7	149,0		1.625	13,1
SML 1	395.797	5.942.988	0,0	ENERCON _E-1...Ja	ENERCON	_E-101-3.050	3.050	101,0	135,4		2.214	14,7
SML 2	396.003	5.942.741	0,0	ENERCON _E-1...Ja	ENERCON	_E-101-3.050	3.050	101,0	99,0		2.216	14,7
SML 3	395.595	5.942.512	0,0	ENERCON _E-1...Ja	ENERCON	_E-101-3.050	3.050	101,0	135,4		2.214	14,7
SML 4	395.890	5.942.431	0,0	ENERCON _E-8...Ja	ENERCON	_E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	108,4		1.601	18,0
WEA 66	393.927	5.944.097	0,0	ENERCON _E-7...Ja	ENERCON	_E-70 E4-2.300	2.300	71,0	64,0		1.644	21,5

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 001	Georgshof	395.383	5.944.525	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 002	Alter Weg 6	395.346	5.944.828	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 003	Erlenweg 2	395.799	5.945.357	0,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 004	Birkenweg 6	395.779	5.945.323	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 005	Birkenweg 2	395.757	5.945.293	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 006	Birkenweg 4	395.753	5.945.277	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 007	Birkenweg 6	395.751	5.945.251	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 008	Birkenweg 8	395.749	5.945.234	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 009	Birkenweg 10	395.748	5.945.212	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 010	Birkenweg 12	395.749	5.945.192	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 011	Birkenweg 14	395.745	5.945.175	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 012	Birkenweg 16	395.746	5.945.152	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 013	Birkenweg 18	395.747	5.945.119	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 014	Eichenweg 6	395.747	5.945.083	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 015	Eichenweg 5	395.748	5.945.054	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

**Georghof III
5044-23-S1**

Beschreibung:

Gesamtbelastung unter Berücksichtigung der
Schattenabschaltung der geplanten WEA Gh-III 01 bis Gh-III 05
Ohne Berücksichtigung von IP 103 (Aufgabe Wohnrecht)

Lizenzierter Anwender:

IEL GmbHKirchdorfer Straße 26
DE-26603 Aurich
+49 4941 9558 0

Marksfeldt / marksfeldt@iel-gmbh.de

Berechnet:

01.08.2023 06:56/3.6.368



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB mit ZB-RAZ / Hauptergebnis

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 016	Kastanienweg 8	395.750	5.945.018	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 017	Kastanienweg 7	395.752	5.944.989	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 018	Ahornweg 8	395.762	5.944.953	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 019	Ahornweg 7	395.777	5.944.911	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 020	Ahornweg 5	395.809	5.944.916	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 021	Ahornweg 3	395.829	5.944.921	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 022	Ahornweg 1	395.852	5.944.922	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 023	Lindenstr. 12	395.916	5.944.938	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 024	Kankenastr. 29	395.966	5.944.950	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 025	Kankenastr. 31	395.985	5.944.884	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 026	Attenastr. 30	395.995	5.944.941	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 027	Attenastr. 28	396.030	5.944.953	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 028	Attenastr. 27	396.058	5.944.951	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 029	Von-Closter-Str. 17	396.084	5.944.968	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 030	Von-Closter-Str. 15	396.104	5.944.968	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 031	Von-Closter-Str. 13	396.121	5.944.968	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 032	Von-Closter-Str. 11	396.137	5.944.965	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 033	Von-Closter-Str. 9	396.160	5.944.964	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 034	Von-Closter-Str. 7	396.178	5.944.966	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 035	Von-Closter-Str. 5	396.199	5.944.967	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 036	Von-Closter-Str. 3	396.218	5.944.972	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 037	Von-Closter-Str. 1	396.241	5.944.971	0,2	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 038	Albertstr. 13	396.299	5.945.009	0,6	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 039	Albertstr. 21	396.325	5.945.000	0,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 040	Am Galgenhügel 37	396.294	5.944.912	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 041	Am Galgenhügel 35	396.348	5.944.930	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 042	Am Galgenhügel 2	396.370	5.944.929	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 043	Am Galgenhügel 4	396.379	5.944.903	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 044	Am Galgenhügel 6	396.409	5.944.893	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 045	Am Galgenhügel 8	396.441	5.944.890	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 046	Am Galgenhügel 10	396.464	5.944.874	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 047	Am Galgenhügel 12	396.483	5.944.866	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 048	Am Galgenhügel 14	396.502	5.944.859	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 049	Bgm.-Fischer-Str. 22	396.532	5.944.857	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 050	Bgm.-Fischer-Str. 24	396.526	5.944.835	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 051	Bgm.-Fischer-Str. 26	396.517	5.944.801	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 052	Bgm.-Fischer-Str. 28	396.503	5.944.775	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 053	Bgm.-Fischer-Str. 30	396.534	5.944.762	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 054	Bgm.-Fischer-Str. 32	396.548	5.944.754	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 055	Bgm.-Fischer-Str. 32a	396.562	5.944.747	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 056	Bgm.-Fischer-Str. 34	396.575	5.944.740	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 057	Bgm.-Fischer-Str. 36 Bpl	396.592	5.944.730	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 058	Bgm.-Fischer-Str. 38	396.617	5.944.710	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 059	Bgm.-Fischer-Str. 40	396.636	5.944.703	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 060	Bgm.-Fischer-Str. 42	396.658	5.944.692	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 061	Bahnhofstr. 36	396.819	5.944.757	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 062	Bahnhofstr. 38	396.834	5.944.738	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 063	Bahnhofstr. 1	396.927	5.944.704	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 064	Resterhafer Str. 4a	396.838	5.944.628	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 065	Heckenweg 2	396.610	5.944.571	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 066	Resterhafer Str. 18	396.650	5.944.562	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 067	Resterhafer Str. 18a	396.651	5.944.536	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 068	Heckenweg 4	396.579	5.944.530	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 069	Heckenweg 6	396.571	5.944.516	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 070	Heckenweg 10	396.538	5.944.503	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 071	Heckenweg 8	396.565	5.944.488	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 072	Resterhafer Str. 24	396.604	5.944.475	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 073	Rebhuhnweg 27	396.651	5.944.430	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 074	Fasanenpfad 28	396.605	5.944.403	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 075	Resterhafer Str. 30	396.562	5.944.388	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 076	Resterhafer Str. 32	396.545	5.944.358	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 077	Ubbo-Voß-Str. 2	396.469	5.944.361	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Georgshof III
5044-23-S1

Beschreibung:

Gesamtbelastung unter Berücksichtigung der
Schattenabschaltung der geplanten WEA Gh-III 01 bis Gh-III 05
Ohne Berücksichtigung von IP 103 (Aufgabe Wohnrecht)

Lizenzierter Anwender:

IEL GmbHKirchdorfer Straße 26
DE-26603 Aurich
+49 4941 9558 0Marksfeldt / marksfeldt@iel-gmbh.de
Berechnet:

01.08.2023 06:56/3.6.368



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB mit ZB-RAZ / Hauptergebnis

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 078	Ubbo-Voß-Str. 1	396.467	5.944.325	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 079	Hasenpfad 28	396.573	5.944.295	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 080	Hasenpfad 19	396.570	5.944.265	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 081	Hooge-Warfer-Weg 2	396.433	5.944.201	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 082	Resterhafer Str. 42	396.560	5.944.163	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 083	Hasenpfad 17	396.624	5.944.243	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 084	Hasenpfad 15	396.667	5.944.223	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 085	Hasenpfad 13	396.689	5.944.217	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 086	Hasenpfad 11	396.705	5.944.206	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 087	Hasenpfad 9	396.723	5.944.198	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 088	Hasenpfad 7	396.745	5.944.191	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 089	Hasenpfad 5	396.762	5.944.180	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 090	Hasenpfad 1	396.794	5.944.155	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 091	Reersumer Str. 17	396.839	5.944.105	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 092	Reersumer Str 14a	396.571	5.944.041	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 093	Reersumer Str. 14	396.753	5.944.023	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 094	Reersumer Str. 60	396.802	5.943.991	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 095	Resterhafer Str. 64	396.877	5.943.996	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 096	Bahnhofstr. 50	396.913	5.943.955	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 097	Bahnhofstr. 52	396.962	5.943.908	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 098	Bahnhofstr. 53	397.015	5.943.857	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 099	Bahnhofstr. 57	397.157	5.943.036	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 100	Bahnhofstr. 56	397.088	5.942.932	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 101	Arlar Weg 10	394.844	5.943.849	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 102	Arlar Weg 12	394.785	5.943.842	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 103	Arlar Hammrich	393.511	5.944.057	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 104	Westerstr. 11a	394.892	5.945.260	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 105	Westerstr. 11	394.925	5.945.286	0,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Vermiedene Stunden		Vermiedene Tage	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	pro Jahr	pro Jahr		
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	[d/a]		
IP 001*	Georgshof	39:03	78	0:53	929:31	287		
IP 002*	Alter Weg 6	2:34	38	0:08	300:08	102		
IP 003*	Erlenweg 2	0:00	0	0:00	29:52	68		
IP 004*	Birkenweg 6	0:00	0	0:00	32:01	70		
IP 005*	Birkenweg 2	0:00	0	0:00	34:33	74		
IP 006*	Birkenweg 4	0:00	0	0:00	35:32	76		
IP 007*	Birkenweg 6	0:00	0	0:00	37:37	80		
IP 008*	Birkenweg 8	0:00	0	0:00	43:02	82		
IP 009*	Birkenweg 10	0:00	0	0:00	49:39	86		
IP 010*	Birkenweg 12	0:00	0	0:00	55:13	89		
IP 011*	Birkenweg 14	0:11	11	0:01	59:49	81		
IP 012*	Birkenweg 16	0:14	14	0:01	65:11	82		
IP 013*	Birkenweg 18	0:08	8	0:01	75:00	92		
IP 014*	Eichenweg 6	3:44	57	0:10	84:25	50		
IP 015*	Eichenweg 5	6:54	73	0:11	92:30	39		
IP 016*	Kastanienweg 8	8:21	71	0:15	106:18	47		
IP 017*	Kastanienweg 7	7:58	62	0:15	119:10	62		
IP 018*	Ahornweg 8	8:47	72	0:15	134:22	59		
IP 019*	Ahornweg 7	6:31	50	0:16	154:29	89		
IP 020*	Ahornweg 5	4:16	70	0:11	150:51	70		
IP 021*	Ahornweg 3	2:48	36	0:10	147:00	104		
IP 022*	Ahornweg 1	6:17	54	0:20	138:10	86		
IP 023*	Lindenstr. 12	7:41	62	0:16	115:16	78		
IP 024*	Kankenstr. 29	4:24	62	0:15	105:46	77		
IP 025*	Kankenstr. 31	7:09	58	0:15	101:28	104		
IP 026*	Attenastr. 30	4:23	45	0:16	100:50	108		

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

**Georghof III
5044-23-S1**

Beschreibung:

Gesamtbelastung unter Berücksichtigung der
Schattenabschaltung der geplanten WEA Gh-III 01 bis Gh-III 05
Ohne Berücksichtigung von IP 103 (Aufgabe Wohnrecht)

Lizenzierter Anwender:

IEL GmbHKirchdorfer Straße 26
DE-26603 Aurich
+49 4941 9558 0

Marksfeldt / marksfeldt@iel-gmbh.de

Berechnet:

01.08.2023 06:56/3.6.368



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB mit ZB-RAZ / Hauptergebnis

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Vermiedene Stunden pro Jahr	Vermiedene Tage pro Jahr
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag		
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	[d/a]
IP 027*	Attenastr. 28	6:39	63	0:18	88:57	91
IP 028*	Attenastr. 27	10:00	99	0:18	78:11	56
IP 029*	Von-Closter-Str. 17	10:21	96	0:17	72:01	57
IP 030*	Von-Closter-Str. 15	10:38	98	0:17	68:41	55
IP 031*	Von-Closter-Str. 13	10:33	97	0:16	66:48	58
IP 032*	Von-Closter-Str. 11	9:38	100	0:13	66:43	56
IP 033*	Von-Closter-Str. 9	7:30	55	0:13	67:13	101
IP 034*	Von-Closter-Str. 7	8:16	66	0:14	65:16	91
IP 035*	Von-Closter-Str. 5	9:23	71	0:12	62:51	86
IP 036*	Von-Closter-Str. 3	11:06	82	0:14	59:51	75
IP 037*	Von-Closter-Str. 1	14:36	98	0:20	55:37	60
IP 038*	Albertstr. 13	15:42	107	0:17	49:29	44
IP 039*	Albertstr. 21	19:07	107	0:18	47:15	42
IP 040*	Am Galgenhügel 37	26:49	129	0:28	52:38	30
IP 041*	Am Galgenhügel 35	26:03	126	0:22	48:42	33
IP 042*	Am Galgenhügel 2	28:07	127	0:26	48:31	32
IP 043*	Am Galgenhügel 4	28:45	136	0:28	50:08	33
IP 044*	Am Galgenhügel 6	30:26	125	0:31	48:55	52
IP 045*	Am Galgenhügel 8	33:21	126	0:31	45:57	51
IP 046*	Am Galgenhügel 10	34:49	131	0:32	43:08	48
IP 047*	Am Galgenhügel 12	34:40	137	0:32	41:45	44
IP 048*	Am Galgenhügel 14	35:39	138	0:32	40:29	43
IP 049*	Bgm.-Fischer-Str. 22	38:05	142	0:32	40:11	39
IP 050*	Bgm.-Fischer-Str. 24	37:43	147	0:32	43:14	38
IP 051*	Bgm.-Fischer-Str. 26	42:35	150	0:31	48:03	38
IP 052*	Bgm.-Fischer-Str. 28	42:32	155	0:30	51:48	36
IP 053*	Bgm.-Fischer-Str. 30	44:21	160	0:32	53:27	32
IP 054*	Bgm.-Fischer-Str. 32	44:54	164	0:33	54:13	30
IP 055*	Bgm.-Fischer-Str. 32a	44:57	164	0:34	55:09	29
IP 056*	Bgm.-Fischer-Str. 34	45:15	171	0:33	55:15	26
IP 057*	Bgm.-Fischer-Str. 36 Bpl	45:25	171	0:32	54:26	26
IP 058*	Bgm.-Fischer-Str. 38	47:09	176	0:31	53:55	24
IP 059*	Bgm.-Fischer-Str. 40	48:23	176	0:31	52:54	25
IP 060*	Bgm.-Fischer-Str. 42	49:48	175	0:30	51:13	25
IP 061*	Bahnhofstr. 36	50:12	156	0:39	28:15	34
IP 062*	Bahnhofstr. 38	52:59	162	0:39	27:09	34
IP 063*	Bahnhofstr. 1	57:23	173	0:42	22:28	36
IP 064*	Resterhafer Str. 4a	63:38	189	0:43	27:19	27
IP 065*	Heckenweg 2	62:11	199	0:43	56:06	14
IP 066*	Resterhafer Str. 18	65:22	199	0:44	50:34	14
IP 067*	Resterhafer Str. 18a	68:04	204	0:46	50:09	12
IP 068*	Heckenweg 4	68:26	204	0:53	59:38	14
IP 069*	Heckenweg 6	70:33	208	0:54	60:45	13
IP 070*	Heckenweg 10	70:03	205	0:50	65:48	16
IP 071*	Heckenweg 8	74:07	210	0:55	61:09	13
IP 072*	Resterhafer Str. 24	76:24	209	0:53	55:41	13
IP 073*	Rebhuhnweg 27	79:06	213	0:51	49:33	13
IP 074*	Fasanenpfad 28	80:11	215	0:59	54:57	13
IP 075*	Resterhafer Str. 30	77:04	220	1:00	60:49	13
IP 076*	Resterhafer Str. 32	75:01	219	0:58	63:33	18
IP 077*	Ubbo-Voß-Str. 2	73:40	214	0:43	76:29	27
IP 078*	Ubbo-Voß-Str. 1	72:55	215	0:44	77:14	32
IP 079*	Hasenpfad 28	73:03	219	1:04	59:08	22
IP 080*	Hasenpfad 19	69:12	199	1:03	59:06	28
IP 081*	Hooge-Warfer-Weg 2	72:33	216	0:43	86:46	57
IP 082*	Resterhafer Str. 42	67:17	197	1:04	59:09	51
IP 083*	Hasenpfad 17	69:33	197	1:09	50:29	33
IP 084*	Hasenpfad 15	77:05	223	1:09	45:02	30
IP 085*	Hasenpfad 13	80:47	231	1:02	42:45	27
IP 086*	Hasenpfad 11	84:27	235	0:58	40:55	28
IP 087*	Hasenpfad 9	89:28	237	0:51	38:58	26

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

**Georghof III
5044-23-S1**

Beschreibung:

Gesamtbelastung unter Berücksichtigung der
Schattenabschaltung der geplanten WEA Gh-III 01 bis Gh-III 05
Ohne Berücksichtigung von IP 103 (Aufgabe Wohnrecht)

Lizenzierter Anwender:

IEL GmbHKirchdorfer Straße 26
DE-26603 Aurich
+49 4941 9558 0

Marksfeldt / marksfeldt@iel-gmbh.de

Berechnet:

01.08.2023 06:56/3.6.368



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB mit ZB-RAZ / Hauptergebnis

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Vermiedene Stunden		Vermiedene Tage	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	pro Jahr	pro Jahr	pro Jahr	pro Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	[d/a]	[h/a]	[d/a]
IP 088*	Hasenpfad 7	93:04	237	0:46	37:04	27		
IP 089*	Hasenpfad 5	95:24	237	0:50	35:37	33		
IP 090*	Hasenpfad 1	100:04	239	0:59	32:44	37		
IP 091*	Reersumer Str. 17	107:43	256	1:08	29:15	47		
IP 092*	Reersumer Str 14a	98:04	204	1:08	59:16	62		
IP 093*	Reersumer Str. 14	100:56	267	0:49	35:13	37		
IP 094*	Reersumer Str. 60	117:06	296	1:06	32:16	35		
IP 095*	Resterhafer Str. 64	130:40	287	1:17	27:16	35		
IP 096*	Bahnhofstr. 50	143:56	294	1:10	26:06	20		
IP 097*	Bahnhofstr. 52	172:12	347	1:15	24:34	12		
IP 098*	Bahnhofstr. 53	198:29	342	1:23	22:55	20		
IP 099*	Bahnhofstr. 57	369:08	361	1:57	4:08			
IP 100*	Bahnhofstr. 56	390:15	365	2:05	8:16			
IP 101*	Arler Weg 10	178:24	268	1:18	28:47	11		
IP 102*	Arler Weg 12	189:51	279	1:30	25:26			
IP 103	Arler Hammrich	49:05	114	0:52				
IP 104*	Westerstr. 11a	7:16	24	0:23	33:54	46		
IP 105*	Westerstr. 11	8:16	62	0:10	21:36			

* Rezeptoren, an denen Schattenwurf durch Abschaltung reduziert ist.

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Angehalten wg. Schattenabschaltung [h/a]
AZ E-53	ENERCON __E-53 800 52.9 !O! NH: 73,3 m (Ges:99,8 m) (916)	0:00	
BN095/2	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,5 m (Ges:100,0 m) (902)	100:57	
BWPN 1	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (903)	0:00	
BWPN 2	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (904)	0:00	
BWPN 3	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (905)	0:00	
BWPN 4	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (906)	0:00	
BWPN 5	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (907)	0:00	
BWPN 6	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (908)	0:00	
D 01	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (834)	0:00	
D 02	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (835)	33:19	
D 03	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (836)	11:27	
D 04	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (837)	12:47	
D 05	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (838)	40:46	
D 06	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (839)	52:46	
D 07	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (840)	5:30	
D 08	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (841)	18:53	
D 09	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (842)	0:55	
D 10	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (843)	21:01	
D 11	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (844)	15:46	
D 12	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (845)	0:00	
D 13	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (846)	56:59	
D 14	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (847)	56:35	
D 15	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (848)	112:23	
D 16	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 113,5 m (Ges:149,0 m) (851)	27:36	
D 17	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 84,5 m (Ges:120,0 m) (852)	0:00	
D 18	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 113,5 m (Ges:149,0 m) (853)	0:00	
D 19	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (854)	121:50	
D 20	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (855)	0:00	
D 21	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (856)	60:10	
D 22	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (857)	13:18	
D 23	ENERCON __E-92 2350 92.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (858)	0:00	
D 24	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 113,5 m (Ges:149,0 m) (859)	6:35	
D 25	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (860)	90:12	
D 26	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (861)	38:40	
D 27	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (862)	77:02	
D 28	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (863)	86:58	
D 29	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (864)	105:12	

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB mit ZB-RAZ / Hauptergebnis

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Angehalten wg. Schattenabschaltung [h/a]
D 30	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (865)	102:35	
EA 098	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (885)	25:57	
EA 108	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (886)	35:41	
Gh-I 05	ENERCON __E-40 / 5.40 500 40.3 !O! NH: 50,0 m (Ges:70,2 m) (866)	8:11	
Gh-I 06	ENERCON __E-40 / 5.40 500 40.3 !O! NH: 50,0 m (Ges:70,2 m) (869)	11:27	
Gh-I 07	ENERCON __E-40 / 5.40 500 40.3 !O! NH: 50,0 m (Ges:70,2 m) (871)	22:23	
Gh-II 01	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (912)	192:50	
Gh-II 02	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (913)	125:06	
Gh-II 03	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (914)	100:29	
Gh-II 04	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (915)	129:14	
Gh-III 01	ENERCON __E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (5)	16:52	414:42
Gh-III 02	ENERCON __E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (6)	17:34	342:28
Gh-III 03	ENERCON __E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (7)	13:01	449:57
Gh-III 04	ENERCON __E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (8)	0:00	231:59
Gh-III 05	ENERCON __E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (21)	14:11	1028:14
Grh 01	ENERCON E-115 EP3 E3 4200 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (923)	0:00	
Grh 02	ENERCON E-115 EP3 E3 4200 115.7 !O! NH: 135,0 m (Ges:192,9 m) (924)	0:00	
HL 1-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (891)	21:55	
HL 1-02	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (892)	0:00	
HL 1-03	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (887)	0:00	
HL 1-04	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (888)	2:09	
HL 1-05	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 98,2 m (Ges:133,7 m) (889)	0:00	
HL 1-06	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (890)	0:00	
HL 2-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (881)	64:00	
HL 3-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (900)	0:00	
HL 4-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (880)	36:38	
HL 5-01	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 98,2 m (Ges:133,7 m) (893)	0:00	
HL 5-02	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (879)	3:55	
HL 5-03	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (882)	0:00	
HL 5-04	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (883)	0:00	
HL 5-05	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (901)	0:00	
HL 5-06	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (894)	0:00	
HL 5-07	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (895)	0:00	
HL 5-08	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (896)	13:58	
HL 5-09	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (897)	23:54	
HL 5-10	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (898)	49:42	
HL 5-11	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (899)	59:11	
HL N-01	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 98,4 m (Ges:139,4 m) (884)	0:00	
KW 04	ENERCON __E-48 800 48.0 !O! NH: 75,6 m (Ges:99,6 m) (822)	0:00	
KW01	Klein-WEA __R12NH15 30-6 12.0 !#! NH: 15,0 m (Ges:21,0 m) (917)	0:00	
KW02	Klein-WEA __R12NH15 30-6 12.0 !#! NH: 15,0 m (Ges:21,0 m) (918)	0:00	
N 01	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (823)	0:17	
N 02	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (824)	0:00	
N 03	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (825)	30:27	
N 04	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (826)	0:00	
N 05	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (827)	0:00	
N 06	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (828)	0:00	
N 07	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (829)	0:00	
N 08	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (830)	0:00	
N 09	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 98,4 m (Ges:139,4 m) (831)	0:00	
N 10	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (832)	5:58	
N 11	ENERCON __E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (833)	0:00	
NLA Nord	ENERCON __E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O! NH: 131,0 m (Ges:200,1 m) (921)	0:00	
NLA Süd	ENERCON __E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O! NH: 131,0 m (Ges:200,1 m) (922)	0:00	
NLH 02	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (788)	0:00	
NLH 02	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (787)	0:00	
NLH 06	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (789)	0:00	
NLH 07	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (790)	0:00	
NLH 08	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (791)	0:00	
NLH 09	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (792)	0:00	
NLH 10	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (793)	11:40	
NLH 11	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (794)	9:53	
NLH 12	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (795)	0:00	

(Fortsetzung nächste Seite)...



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB mit ZB-RAZ / Hauptergebnis

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Angehalten wg. Schattenabschaltung [h/a]
NLH 13	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (796)	3:02	
NLH 14	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (797)	0:00	
NLH 15	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (798)	0:00	
NLH 16	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (799)	0:00	
NLH 17	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (800)	0:00	
NLH 18	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (801)	3:31	
NLH 19	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (802)	0:00	
NLH 20	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (803)	2:30	
NLH 21	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (804)	0:00	
NLH 22	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (805)	0:00	
NLH 23	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (806)	0:00	
NLH 24	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (807)	0:00	
NLH 25	ENERCON __E-66 / 15.66 1500 66.0 !O! NH: 67,0 m (Ges:100,0 m) (808)	0:00	
NLH 29	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 99,0 m (Ges:134,5 m) (809)	8:02	
NLH 30	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 99,0 m (Ges:134,5 m) (810)	0:00	
NLH 31	ENERCON __E-70 E4 2000 71.0 !O! NH: 99,0 m (Ges:134,5 m) (811)	0:00	
NLH 32	ENERCON __E-48 800 48.0 !O! NH: 75,6 m (Ges:99,6 m) (812)	0:00	
NLH 33	ENERCON __E-48 800 48.0 !O! NH: 75,6 m (Ges:99,6 m) (813)	0:00	
NLH 34	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (814)	0:00	
NLH 35	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (815)	0:00	
NLH 36	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (816)	0:00	
NLH 37	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (817)	0:00	
NLH 38	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 98,4 m (Ges:139,4 m) (818)	0:00	
NLH 39	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (819)	0:00	
NLH 40	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (820)	5:24	
NLH 41	ENERCON __E-82 E1 2000 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (821)	10:12	
O 01	VESTAS _V39 / 500 500 39.0 !O! NH: 50,0 m (Ges:69,5 m) (849)	0:00	
O 02	VESTAS _V39 / 500 500 39.0 !O! NH: 50,0 m (Ges:69,5 m) (850)	0:00	
PD 1	ENERCON __E-115 EP3 E3 4000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (784)	0:00	
PD 2	ENERCON __E-115 EP3 E3 4000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (785)	0:00	
PD 3	ENERCON __E-115 EP3 E3 4000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (786)	11:23	
SML 1	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (909)	84:27	
SML 2	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 99,0 m (Ges:149,5 m) (910)	33:21	
SML 3	ENERCON __E-101 3050 101.0 !O! NH: 135,4 m (Ges:185,9 m) (911)	28:45	
SML 4	ENERCON __E-82 E2 TES 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (920)	6:39	
WEA 66	ENERCON __E-70 E4 2300 71.0 !O! NH: 64,0 m (Ges:99,5 m) (919)	35:20	

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.

Projekt:

**Georghof III
5044-23-S1**

Beschreibung:

Gesamtbelastung unter Berücksichtigung der Schattenabschaltung der geplanten WEA Gh-III 01 bis Gh-III 05
Ohne Berücksichtigung von IP 103 (Aufgabe Wohnrecht)

Lizenzierter Anwender:

IEL GmbH
Kirchdorfer Straße 26
DE-26603 Aurich
+49 4941 9558 0
marksfeldt@iel-gmbh.de
Berechnet:
01.08.2023 06:56/3.6.368



SHADOW - Schattenabschaltung: WEA-Abschaltkalender

Berechnung: GB mit ZB-RAZ / Hauptergebnis **WEA:** GH-III 02 - ENERCON __E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (6)

Schattenabschaltung für spez. WEA

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1 15:16-15:43 14:13-15:06 13:09-13:58	15:51-16:38 15:32-15:50 14:08-15:31	17:11-17:39 14:24-15:17	19:08-19:38					19:28-19:50	18:15-18:41	16:08-16:28 15:48-16:02 13:37-15:02	15:00-15:40 13:54-14:57 12:59-13:41
2 15:16-15:44 14:12-15:06 13:10-13:59	15:52-16:38 15:35-15:47 14:07-15:31	17:14-17:41 14:27-15:15	19:08-19:39					19:27-19:51	18:13-18:39	16:08-16:26 15:47-16:04 13:37-15:02	15:00-15:39 13:54-14:57 12:58-13:41
3 15:16-15:45 14:12-15:07 13:10-13:58	15:53-16:38 14:07-15:31	17:18-17:44 14:30-15:13	19:09-19:42					19:27-19:50	18:11-18:37	16:08-16:24 15:45-16:05 13:37-15:02	15:01-15:38 13:55-14:57 12:59-13:42
4 15:17-15:47 14:13-15:08 13:11-13:59	16:42-16:46 15:54-16:38 14:07-15:32	17:20-17:45 14:33-15:10	19:10-19:44					19:26-19:47	18:10-18:34	16:09-16:22 15:44-16:06 15:30-15:38 13:37-15:02	15:35-15:37 15:01-15:34 13:56-14:56 12:59-13:44
5 15:17-15:47 14:12-15:09 13:12-13:59	16:41-16:48 15:55-16:37 14:07-15:32	17:23-17:48 14:37-15:06	19:11-19:45					19:26-19:46 19:17-19:24	18:08-18:31	16:10-16:20 15:43-16:07 15:27-15:41 13:37-15:02	15:02-15:34 13:57-14:56 12:59-13:44
6 15:17-15:49 14:13-15:11 13:13-13:59	16:40-16:50 16:14-16:37 15:58-16:11 14:07-15:32	17:25-17:49 14:43-15:00	19:14-19:47					19:10-19:43	18:07-18:29	16:11-16:18 15:25-16:07 13:37-15:02	15:02-15:34 13:58-14:56 12:58-13:44
7 15:17-15:49 14:12-15:11 13:13-13:59	16:39-16:53 16:15-16:36 16:02-16:08 14:07-15:32	17:31-17:51	19:29-19:48 19:20-19:28					19:06-19:40	18:03-18:26 15:27-15:28	16:12-16:16 15:24-16:09 13:38-15:02	15:04-15:35 13:59-14:56 12:59-13:46
8 15:51-15:53 15:17-15:49 14:12-15:12 13:14-13:59	16:39-16:35 16:16-16:35 14:07-15:32	17:32-17:54	19:29-19:50					19:05-19:38	17:59-18:24 15:15-15:39	15:23-16:09 13:38-15:02	15:04-15:34 14:00-14:56 12:58-13:46
9 15:17-15:54 14:11-15:13 13:15-13:58	16:38-16:57 16:17-16:34 14:08-15:32	17:31-17:53	19:29-19:52					19:03-19:36	17:56-18:22 15:10-15:43	15:22-16:09 15:06-15:18 13:38-15:02	15:05-15:35 14:01-14:56 12:59-13:47
10 15:18-15:56 14:12-15:14 13:16-13:59	16:38-16:59 16:19-16:32 14:08-15:32	17:32-17:58	19:28-19:52					19:01-19:33	17:53-18:19 15:06-15:46	15:22-16:09 15:03-15:21 13:38-15:02	15:06-15:34 14:02-14:56 12:59-13:48
11 15:18-15:58 14:12-15:15 13:17-13:59	16:38-17:02 16:23-16:29 14:08-15:32	17:33-17:59	19:29-19:51					19:01-19:31	17:50-18:17 15:03-15:48	13:39-16:09	15:06-15:33 14:03-14:56 12:59-13:48
12 15:18-16:00 14:11-15:16 13:18-13:59	16:39-17:04 14:09-15:32	17:35-18:01	19:30-19:50					19:00-19:29	17:47-18:15 15:00-15:50	13:39-16:07	15:07-15:33 14:03-14:56 12:59-13:49
13 15:18-16:01 14:11-15:17 13:19-13:58	16:39-17:06 14:09-15:32	17:36-18:03	19:30-19:47					18:57-19:25	17:43-18:11 14:57-15:52	13:39-16:05	15:07-15:33 14:04-14:56 13:00-13:50
14 15:19-16:03 14:11-15:18 13:20-13:58	16:40-17:08 14:10-15:32	17:37-18:05	19:32-19:44					18:55-19:23	17:40-18:09 14:54-15:53	13:40-16:03	15:08-15:33 14:05-14:56 13:00-13:50
15 14:11-16:05 13:22-13:58	16:40-17:10 14:09-15:31	17:38-18:06	19:36-19:41					18:50-19:21	17:38-18:07 14:52-15:54	13:40-16:01	15:09-15:33 14:06-14:56 13:00-13:50
16 14:10-16:06 13:22-13:56	16:41-17:12 14:10-15:31	17:40-18:09						18:47-19:19	17:36-18:04 14:50-15:55	13:41-16:00	15:09-15:33 14:07-14:56 13:01-13:51
17 14:10-16:08 13:24-13:56	16:42-17:14 14:11-15:31	17:43-18:11						18:44-19:16	17:34-18:02 14:49-15:56	13:41-15:58	15:10-15:33 14:08-14:56 13:01-13:52
18 14:10-16:11 13:26-13:55	16:44-17:17 14:11-15:30	17:46-18:12						18:42-19:14	17:32-18:00 14:47-15:57	13:42-15:56	15:11-15:33 14:08-14:57 13:02-13:52
19 14:10-16:13 13:28-13:54	16:48-17:19 14:12-15:30	17:50-18:15						18:39-19:11	17:29-17:57 14:46-15:57	13:43-15:55	15:11-15:33 14:08-14:57 13:02-13:52
20 14:09-16:14 13:30-13:52	16:50-17:21 14:12-15:29	17:49-18:16						18:38-19:09	17:25-17:55 14:49-15:58	13:43-15:53 13:13-13:19	15:12-15:34 14:09-14:57 13:03-13:53
21 14:09-16:16 13:34-13:50	16:53-17:23 14:13-15:28	17:50-18:18						18:36-19:06	17:23-17:53 14:43-15:59	13:44-15:51 13:09-13:25	15:13-15:34 14:10-14:58 13:03-13:54
22 14:08-16:18 13:38-13:44	16:56-17:25 14:15-15:28	17:50-18:20						18:35-19:04	17:19-17:50 14:42-15:59	13:45-15:50 13:06-13:28	15:13-15:34 14:10-14:58 13:03-13:54
23 14:09-16:21	16:58-17:27 14:16-15:27	17:51-18:22						18:34-19:01	17:16-17:48 14:41-16:00	13:46-15:49 13:05-13:30	15:13-15:35 14:10-14:58 13:03-13:54
24 14:08-16:22	17:01-17:29 14:16-15:25	17:51-18:23						18:33-18:59	17:13-17:46 14:41-16:00	13:47-15:48 13:03-13:32	15:14-15:36 14:11-14:59 13:05-13:55
25 14:08-16:25	17:04-17:31 14:18-15:24	17:53-18:26						18:30-18:56	16:11-16:43 13:40-15:00	13:48-15:46 13:02-13:34	15:14-15:36 14:11-15:00 13:05-13:55
26 14:08-16:27	17:05-17:33 14:20-15:23	17:55-18:27						18:26-18:54	16:10-16:41 13:39-15:00	13:49-15:45 13:01-13:35	15:14-15:37 14:12-15:00 13:05-13:55
27 14:08-16:29	17:06-17:35 14:21-15:21	17:57-18:29						18:23-18:51	16:09-16:39 13:40-15:02	13:50-15:44 13:01-13:37	15:14-15:37 14:12-15:01 13:06-13:56
28 14:08-16:31	17:09-17:38 14:23-15:20	18:00-18:31						19:37-19:43	16:09-16:37 13:39-15:02	14:59-15:42 13:51-14:58 13:01-13:38	15:15-15:38 14:12-15:01 13:06-13:56
29 14:08-16:33		19:04-19:33						19:33-19:45	16:09-16:35 13:39-15:02	14:59-15:42 13:51-14:57 12:59-13:38	15:15-15:39 14:12-15:02 13:07-13:56
30 14:07-16:35		19:06-19:36						19:31-19:48	16:08-16:33 13:38-15:02	14:59-15:41 13:52-14:57 12:59-13:40	15:15-15:40 14:12-15:03 13:07-13:57
31 14:08-16:38		19:08-19:36						19:30-19:50	16:08-16:31 15:51-16:00 13:38-15:02		15:16-15:42 14:12-15:04 13:08-13:57

Projekt:

**Georghof III
5044-23-S1**

Beschreibung:

Gesamtbelastung unter Berücksichtigung der Schattenabschaltung der geplanten WEA Gh-III 01 bis Gh-III 05
Ohne Berücksichtigung von IP 103 (Aufgabe Wohnrecht)

Lizenzierter Anwender:

IEL GmbH
Kirchdorfer Straße 26
DE-26603 Aurich
+49 4941 9558 0
marksfeldt@iel-gmbh.de
Berechnet:
01.08.2023 06:56/3.6.368



SHADOW - Schattenabschaltung: WEA-Abschaltkalender

Berechnung: GB mit ZB-RAZ / Hauptergebnis **WEA:** GH-III 04 - ENERCON __E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (8)

Schattenabschaltung für spez. WEA

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1 14:51-15:43 10:16-10:48	15:39-16:40	16:47-17:39	08:03-08:21		20:47-21:04		20:38-20:58		17:54-18:41 07:57-08:04	15:22-16:29	14:51-15:40 10:08-10:29
2 14:51-15:44 10:16-10:47	15:40-16:42	16:48-17:41	08:12-08:14 08:08-08:11		20:47-21:03		20:37-20:56		17:51-18:39	15:20-16:26	14:49-15:39 10:07-10:29
3 14:53-15:46 10:17-10:48	15:41-16:44	16:48-17:44		20:31-20:33	20:48-21:02		20:37-20:55		17:50-18:37 17:36-17:49	15:18-16:24	14:48-15:38 10:07-10:31
4 14:55-15:47 10:19-10:48	15:42-16:46	16:48-17:45		20:30-20:34	20:49-21:03	21:00-21:04	20:37-20:52		17:33-18:33	15:17-16:22	14:46-15:37 10:06-10:31
5 14:56-15:48 10:19-10:48	15:44-16:48	16:49-17:48		20:29-20:37	20:50-21:02	20:59-21:06	20:37-20:51		17:29-18:31	15:15-16:20	14:46-15:37 10:06-10:33
6 14:58-15:49 10:20-10:48	15:45-16:50	16:49-17:49		20:28-20:38	20:51-21:02	20:57-21:06	20:37-20:49		17:27-18:29	15:13-16:18	14:44-15:35 10:05-10:33
7 15:01-15:51 10:21-10:48	15:47-16:53	16:51-17:51		20:28-20:40	20:52-21:00	20:56-21:08	20:38-20:47		17:26-18:26	15:12-16:16	14:43-15:35 10:06-10:35
8 15:02-15:53 10:22-10:47	15:49-16:55	16:52-17:54		20:27-20:41	20:54-21:00	20:56-21:09	20:39-20:46		17:25-18:24	15:12-16:15	14:42-15:35 10:06-10:35
9 15:03-15:54 10:22-10:47	15:51-16:57	16:54-17:55		20:26-20:42	20:54-21:00	20:55-21:09	20:39-20:43		17:24-18:22	15:11-16:13	14:42-15:34 10:06-10:37
10 15:06-15:56 10:24-10:47	15:53-16:59	16:56-17:58		20:27-20:45	20:55-21:10	20:55-21:10	20:41-20:42		17:23-18:19	15:10-16:11	14:42-15:34 10:06-10:37
11 15:09-15:58 10:26-10:47	15:58-17:02	17:12-17:59 17:00-17:07		20:27-20:46	20:54-21:11	20:54-21:11		07:56-08:13	17:22-18:17	15:10-16:09	14:41-15:34 10:06-10:38
12 15:11-16:00 10:27-10:46	15:58-17:04	17:14-18:01		20:26-20:47	20:54-21:11	20:54-21:11		07:53-08:15	17:22-18:15	15:09-16:07	14:41-15:33 10:06-10:38
13 15:13-16:01 10:29-10:45	15:59-17:06	17:16-18:03 07:16-07:26		20:27-20:49	20:55-21:13	20:55-21:13		07:51-08:17	17:20-18:11	15:09-16:05	14:41-15:33 10:06-10:39
14 15:16-16:03 10:31-10:43	16:00-17:08	17:20-18:05 07:14-07:29		20:27-20:50	20:54-21:13	20:54-21:13		07:49-08:18	17:20-18:09 17:11-17:17	15:07-16:03	14:41-15:33 10:07-10:39
15 15:18-16:05 10:36-10:40	16:00-17:10	17:22-18:06 07:12-07:31		20:28-20:52	20:54-21:14	20:54-21:14		07:48-08:19	17:06-18:07	15:06-16:01	14:41-15:33 10:07-10:40
16 15:20-16:06	16:01-17:12	17:25-18:09 07:09-07:32		20:28-20:53	20:53-21:14	20:53-21:14		07:47-08:20	17:03-18:04	15:05-16:00	14:42-15:33 10:08-10:41
17 15:22-16:08	16:02-17:14	17:31-18:10 07:07-07:33		20:29-20:55	20:53-21:14	20:53-21:14		18:45-18:46 07:45-08:19	17:01-18:02	15:05-15:58	14:42-15:33 10:08-10:42
18 15:24-16:11	16:04-17:17	17:34-18:12 07:04-07:33		20:29-20:56	20:53-21:15	20:53-21:15		18:39-18:51 07:45-08:20	17:00-18:00	15:04-15:56	14:43-15:33 10:09-10:42
19 15:27-16:13	16:06-17:19	17:37-18:12 07:02-07:34		20:31-20:58	20:53-21:15	20:53-21:15		18:37-18:53 07:44-08:20	16:58-17:57	15:04-15:55	14:42-15:33 10:08-10:42
20 15:27-16:14	16:08-17:21	17:40-18:11 06:59-07:34		20:33-21:00	20:53-21:14	20:53-21:14		18:34-18:54 07:44-08:20	16:57-17:55	15:03-15:53	14:43-15:34 10:09-10:43
21 15:28-16:17	16:26-17:23 16:12-16:22	17:42-18:11 06:59-07:34		20:42-21:01 20:34-20:40	20:53-21:14	20:53-21:14		18:30-18:55 07:43-08:19	16:56-17:53 16:41-16:54	15:03-15:52	14:43-15:34 10:10-10:44
22 15:28-16:18	16:27-17:25	17:43-18:09 06:58-07:33		20:43-21:02	20:53-21:12 20:47-20:49	20:53-21:12 20:47-20:49		18:27-18:55 07:43-08:19	16:38-17:50	15:03-15:50	14:44-15:35 10:10-10:44
23 15:30-16:21	16:28-17:27	17:48-18:09 06:58-07:33		20:43-21:04	20:53-21:10 20:43-20:52	20:53-21:10 20:43-20:52		18:25-18:56 07:43-08:18	16:35-17:48	15:03-15:49	14:44-15:35 10:10-10:44
24 15:30-16:22	16:29-17:29	17:49-18:06 06:57-07:32		20:43-21:05	20:42-21:10	20:42-21:10		18:21-18:55 07:45-08:18	16:33-17:46	15:01-15:48	14:45-15:36 10:11-10:45
25 15:32-16:25	16:31-17:31	17:51-18:04 06:57-07:32		20:44-21:05	20:41-21:08	20:41-21:08		18:17-18:55 07:46-08:16	15:32-16:43	15:00-15:47	14:45-15:36 10:12-10:45
26 15:32-16:27	16:32-17:33	17:54-18:00 06:58-07:32		20:44-21:05	20:40-21:07	20:40-21:07		18:15-18:54 07:48-08:15	15:30-16:41	14:59-15:45	14:46-15:37 10:12-10:45
27 15:33-16:28	16:36-17:35	06:57-07:30		20:45-21:05	20:39-21:05	20:39-21:05		18:08-18:51 07:50-08:14	15:29-16:39	14:57-15:44 10:15-10:19	14:46-15:38 10:12-10:46
28 15:35-16:31	16:48-17:38	06:58-07:30		20:45-21:05	20:38-21:03	20:38-21:03		18:04-18:49 07:52-08:13	15:29-16:37	14:55-15:42 10:12-10:23	14:47-15:38 10:13-10:46
29 15:37-16:33		07:58-08:28		20:45-21:05	20:38-21:02	20:38-21:02		18:01-18:46 07:54-08:11	15:28-16:35	14:53-15:42 10:09-10:25	14:48-15:39 10:13-10:46
30 15:37-16:35		08:00-08:26		20:46-21:05	20:37-21:00	20:37-21:00		17:57-18:43 07:55-08:07	15:28-16:33	14:52-15:41 10:08-10:27	14:49-15:40 10:14-10:47
31 15:39-16:38		08:01-08:23		20:46-21:04	20:37-20:59	20:37-20:59			15:26-16:31		14:50-15:42 10:15-10:47

Projekt:
Georghof III
5044-23-S1

Beschreibung:
Gesamtbelastung unter Berücksichtigung der Schattenabschaltung der geplanten WEA Gh-III 01 bis Gh-III 05
Ohne Berücksichtigung von IP 103 (Aufgabe Wohnrecht)

Lizenzierter Anwender:
IEL GmbH
Kirchdorfer Straße 26
DE-26603 Aurich
+49 4941 9558 0
Marksfeldt / marksfeldt@iel-gmbh.de
Berechnet:
01.08.2023 06:56/3.6.368



SHADOW - Schattenabschaltung: WEA-Abschaltkalender

Berechnung: GB mit ZB-RAZ / Hauptergebnis **WEA:** GH-III 05 - ENERCON __E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (21)

Schattenabschaltung für spez. WEA

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1 13:32-15:43 10:23-11:33 09:33-10:05	14:17-16:40 10:33-11:44	15:51-17:39 09:58-10:48	18:53-19:38 09:31-12:12	19:37-20:30 09:24-11:44	09:39-10:55	09:50-10:54	20:15-20:33 09:38-11:36	19:07-19:54 09:25-12:07	17:38-18:41 09:29-11:48	14:48-16:28 14:17-14:35 10:09-11:07	13:25-15:37 10:08-11:21 09:19-09:51
2 13:34-15:44 10:24-11:34 09:33-10:05	14:18-16:41 10:33-11:44	15:52-17:40 09:59-10:49	18:54-19:39 09:32-12:13	19:38-20:30 09:24-11:44	09:40-10:56	09:49-10:54	20:16-20:34 09:39-11:37	19:07-19:54 09:25-12:07	17:39-18:42 09:29-11:49	14:49-16:29 14:18-14:36 10:10-11:08	13:26-15:38 10:09-11:22 09:19-09:51
3 13:35-15:45 10:24-11:35 09:33-10:05	14:19-16:42 10:34-11:45	15:53-17:41 10:00-10:50	18:55-19:40 09:33-12:14	19:39-20:29 09:24-11:44	09:41-10:57	09:49-10:55	20:17-20:35 09:39-11:39	19:05-19:50 09:25-12:08	17:40-18:43 09:31-11:50	14:50-16:30 14:19-14:37 10:11-11:09	13:27-15:39 10:10-11:23 09:19-09:51
4 13:35-15:47 10:24-11:35 09:34-10:07	14:21-16:46 10:34-11:47	15:54-17:42 10:01-10:51	18:56-19:41 09:34-12:15	19:40-20:29 09:24-11:44	09:42-10:58	09:49-10:55	20:18-20:36 09:36-11:42	19:05-19:47 09:24-12:07	17:41-18:44 09:32-11:51	14:51-16:31 14:20-14:38 10:12-11:10	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
5 13:35-15:48 10:24-11:35 09:34-10:07	15:12-16:41 14:22-15:10 10:35-11:41	15:54-17:42 10:01-10:51	18:56-19:41 09:34-12:15	19:40-20:29 09:24-11:44	09:42-10:58	09:49-10:55	20:18-20:36 09:36-11:42	19:04-19:45 09:24-12:07	17:41-18:44 09:32-11:51	14:51-16:31 14:20-14:38 10:12-11:10	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
6 13:37-15:49 10:25-11:36 09:35-10:08	15:13-16:40 14:24-15:08 10:36-11:41	15:54-17:42 10:01-10:51	18:57-19:42 09:35-12:16	19:41-20:27 09:48-11:38 09:26-11:33	09:43-10:52	09:48-10:57	20:19-20:38 09:35-11:43	19:03-19:43 09:24-12:07	17:44-18:47 09:33-11:53	14:51-16:31 14:20-14:38 10:12-11:10	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
7 13:38-15:50 10:25-11:36 09:35-10:08	15:14-16:51 14:24-15:06 10:36-11:40	15:54-17:42 10:01-10:51	18:57-19:42 09:35-12:16	19:41-20:27 09:48-11:38 09:26-11:33	09:43-10:52	09:48-10:57	20:19-20:37 19:15-20:04 09:35-11:45	19:01-19:40 09:24-12:06	17:42-18:45 09:34-11:53	13:51-16:11 10:05-11:13	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
8 13:38-15:51 10:25-11:37 09:35-10:08	15:16-16:52 14:30-15:04 10:37-11:39	15:54-17:42 10:01-10:51	18:57-19:42 09:35-12:16	19:41-20:27 09:48-11:38 09:26-11:33	09:44-10:51	09:48-11:00	20:19-20:37 19:15-20:04 09:35-11:47	18:59-19:38 09:24-12:06	17:40-18:43 09:35-11:51	13:50-16:10 10:04-11:14	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
9 13:39-15:52 10:25-11:37 09:36-10:09	15:18-16:57 14:35-15:01 10:38-11:38	15:54-17:42 10:01-10:51	18:58-19:43 09:36-12:17	19:42-20:28 09:26-11:33	09:44-10:51	09:48-11:01	19:50-20:38 09:34-11:46	18:59-19:38 09:24-12:06	17:38-18:41 09:37-11:29	13:49-16:13 10:04-11:14	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
10 13:42-15:54 10:26-11:38 09:37-10:09	15:20-16:59 14:30-14:54 10:40-11:37	15:54-17:42 10:01-10:51	18:58-19:43 09:36-12:17	19:42-20:28 09:26-11:33	09:45-10:50	09:47-11:02	19:49-20:39 09:34-11:50	18:58-19:37 09:24-12:06	17:38-18:41 09:37-11:29	13:47-16:11 10:04-11:15	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
11 13:43-15:55 10:26-11:39 09:37-10:09	15:23-17:02 10:41-11:36	15:54-17:42 10:01-10:51	18:59-19:44 09:37-12:18	19:43-20:29 09:26-11:33	09:45-10:50	09:47-11:03	19:47-20:38 09:33-11:51	18:45-19:31 09:23-12:04	17:31-18:34 09:40-11:26	16:05-16:09 13:46-16:04 10:03-11:15	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
12 13:44-15:56 10:26-11:39 09:38-10:09	15:26-17:04 10:42-11:34	15:54-17:42 10:01-10:51	18:59-19:44 09:37-12:18	19:43-20:29 09:26-11:33	09:46-10:50	09:46-11:04	19:46-20:38 09:33-11:52	18:45-19:29 09:23-12:04	17:27-18:30 09:44-11:23	13:46-16:03 10:03-11:15	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
13 13:45-16:01 10:26-11:40 09:38-10:09	15:30-17:06 10:44-11:33	15:54-17:42 10:01-10:51	19:00-19:59 09:38-12:19	19:44-20:30 09:26-11:33	09:46-10:50	09:47-11:07	19:45-20:36 09:33-11:54	18:46-19:25 09:24-12:04	17:28-18:31 09:43-11:21	13:45-16:03 10:03-11:16	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
14 13:46-16:03 10:27-11:40 09:39-10:10	15:31-17:06 10:46-11:31	15:54-17:42 10:01-10:51	19:01-20:01 09:25-12:06	19:44-20:30 09:26-11:33	09:47-10:50	09:46-11:08	19:43-20:34 09:31-11:55	18:46-19:23 09:23-12:02	17:18-18:09 09:44-11:18	13:44-16:03 10:03-11:16	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
15 13:47-16:05 10:27-11:41 09:40-10:10	15:32-17:10 10:47-11:28	15:54-17:42 10:01-10:51	19:02-20:03 09:25-12:05	19:44-20:30 09:26-11:33	09:48-10:48	09:46-11:09	19:42-20:32 09:31-11:57	18:39-19:21 09:23-12:02	17:16-18:07 09:46-11:16	13:44-16:01 10:03-11:16	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
16 13:47-16:06 10:27-11:41 09:39-10:09	15:33-17:12 10:50-11:23	15:54-17:42 10:01-10:51	19:03-19:59 09:26-12:07	19:44-20:30 09:26-11:33	09:48-10:48	09:45-11:10	19:43-20:30 09:31-11:58	18:37-19:19 09:24-12:01	17:14-18:04 09:46-11:13	13:38-16:00 10:03-11:17	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
17 13:48-16:08 10:27-11:41 09:40-10:09	15:34-17:14 10:51-11:24	15:54-17:42 10:01-10:51	19:04-20:04 09:27-12:08	19:44-20:30 09:26-11:33	09:48-10:48	09:45-11:11	19:41-20:28 09:30-11:59	18:35-19:16 09:23-12:00	17:04-18:02 09:40-11:10	13:35-15:58 10:03-11:17 09:25-09:38	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
18 13:50-16:11 10:27-11:41 09:40-10:09	15:32-17:14 10:51-11:24	15:54-17:42 10:01-10:51	19:05-19:48 09:28-12:11	19:44-20:30 09:26-11:33	09:49-10:46	09:45-11:13	19:41-20:26 09:30-12:00	18:33-19:14 09:24-11:59	17:00-18:00 09:53-11:07	13:33-15:53 10:03-11:17 09:23-09:38	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
19 13:51-16:13 10:28-11:43 09:40-10:09	15:33-17:19 10:52-11:25	15:54-17:42 10:01-10:51	19:06-19:49 09:29-12:12	19:44-20:30 09:26-11:33	09:49-10:46	09:44-11:15	19:41-20:24 09:30-12:01	18:31-19:11 09:24-11:58	16:58-17:57 09:55-11:04	13:31-15:55 10:03-11:18 09:22-09:40	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
20 13:52-16:14 10:28-11:43 09:40-10:09	15:34-17:21 10:53-11:26	15:54-17:42 10:01-10:51	19:07-19:50 09:30-12:13	19:44-20:30 09:26-11:33	09:49-10:46	09:43-11:16	19:40-20:21 09:29-12:02	18:30-19:09 09:24-11:58	16:55-17:55 09:55-11:01	13:30-15:53 10:03-11:18 09:21-09:40	13:28-15:40 10:11-11:24 09:19-09:51
21 13:54-16:17 10:28-11:43 09:45-10:08	15:35-17:23 10:53-11:26	15:54-17:42 10:01-10:51	19:08-19:51 09:31-12:14	19:44-20:30 09:26-11:33	09:49-10:46	09:44-11:18	19:38-20:20 09:29-12:03	18:28-19:05 09:24-11:55	16:52-17:52 10:02-10:57	13:29-15:42 10:03-11:18 09:20-09:40	13:26-15:31 10:19-11:27 09:28-10:00
22 13:55-16:18 10:28-11:43 09:45-10:08	15:36-17:25 10:53-11:26	15:54-17:42 10:01-10:51	19:09-19:52 09:32-12:15	19:44-20:30 09:26-11:33	09:49-10:46	09:43-11:19	19:29-20:17 09:28-11:20	18:27-19:04 09:24-11:55	16:53-17:50 16:15-16:25 10:06-10:52	13:28-15:40 10:04-11:18 09:19-09:44	13:26-15:30 10:19-11:27 09:28-10:00
23 13:57-16:21 10:29-11:44 09:48-10:08	15:37-17:27 10:54-11:27	15:54-17:42 10:01-10:51	19:10-19:53 09:33-12:16	19:44-20:30 09:26-11:33	09:50-10:49	09:42-11:20	19:25-20:15 09:28-12:04	18:26-19:01 09:25-11:54	16:50-17:48 16:10-16:29 11:34-11:40 10:11-10:16	13:28-15:40 10:05-11:19 09:19-09:44	13:26-15:31 10:19-11:27 09:28-10:00
24 13:58-16:22 10:29-11:44 09:48-10:09	15:39-17:29 10:54-11:27	15:54-17:42 10:01-10:51	19:11-19:54 09:34-12:17	19:44-20:30 09:26-11:33	09:50-10:49	09:42-11:23	19:22-20:13 09:28-12:05	18:25-18:59 09:26-11:53	16:48-17:46 16:07-16:32 11:26-11:46 10:19-10:28	13:27-15:48 10:05-11:19 09:19-09:44	13:27-15:32 10:20-11:28 09:29-10:01
25 14:02-16:25 10:30-11:44 09:52-10:02	15:42-17:31 10:55-11:28	15:54-17:42 10:01-10:51	19:12-20:01 09:25-12:06	19:44-20:30 09:26-11:33	09:50-10:49	09:41-11:24	19:20-20:11 09:28-12:06	18:23-18:55 09:25-11:51	16:36-16:43 15:04-15:34 10:22-10:52	13:27-15:48 10:05-11:19 09:19-09:44	13:28-15:34 10:21-11:29 09:29-10:01
26 14:05-16:27 10:30-11:44	15:43-17:33 10:56-11:29	15:54-17:42 10:01-10:51	19:13-20:02 09:26-12:07	19:44-20:30 09:26-11:33	09:50-10:49	09:41-11:26	19:18-20:08 09:27-12:06	18:16-18:54 09:26-11:50	15:02-16:41 10:19-10:55	13:26-15:45 10:06-11:20 09:19-09:44	13:28-15:34 10:21-11:29 09:29-10:01
27 14:12-16:29 10:31-11:44	15:45-17:35 10:57-11:30	15:54-17:42 10:01-10:51	19:14-20:03 09:27-12:08	19:44-20:30 09:26-11:33	09:50-10:49	09:40-11:27	19:16-20:06 09:27-12:07	18:14-18:51 09:27-11:49	15:02-16:39 10:17-10:59	13:26-15:41 10:06-11:20 09:19-09:44	13:28-15:35 10:21-11:29 09:30-10:02
28 14:13-16:31 10:31-11:44	15:46-17:36 10:58-11:31	15:54-17:42 10:01-10:51	19:15-20:04 09:28-12:09	19:44-20:30 09:26-11:33	09:50-10:49	09:41-11:29	19:14-20:04 09:27-12:07	18:04-18:40 09:27-11:48	15:00-16:37 10:15-11:01	13:26-15:42 10:07-11:21 09:19-09:44	13:29-15:37 10:21-11:30 09:30-10:02
29 14:13-16:32 10:31-11:44	15:48-17:38 10:59-11:32	15:54-17:42 10:01-10:51	19:16-20:05 09:29-12:10	19:44-20:30 09:26-11:33	09:50-10:49	09:41-11:30	19:11-20:01 09:26-12:07	18:03-18:46 09:27-11:46	14:59-16:35 10:13-11:03	13:25-15:42 10:07-11:21 09:19-09:44	13:30-15:38 10:22-11:31 09:31-10:03
30 14:14-16:32 10:31-11:44	15:49-17:39 10:59-11:32	15:54-17:42 10:01-10:51	19:17-20:06 09:30-12:11	19:44-20:30 09:26-11:33	09:50-10:49	09:41-11:31	19:09-19:39 09:26-12:07	18:02-18:43 09:28-11:44	14:57-16:33 10:12-11:04	13:26-15:39 10:07-11:21 09:19-09:44	13:30-15:40 10:23-11:32 09:32-10:04
31 15:24-16:38 14:16-16:33 10:32-11:44		15:54-17:42 10:01-10:51	19:18-20:07 09:31-12:12	19:44-20:30 09:26-11:33	09:50-10:49	09:41-11:32	20:16-20:31 09:38-11:34	18:00-18:43 09:28-11:44	14:52-16:31 10:10-11:06		

Projekt:

**Georghof III
5044-23-S1**

Beschreibung:

Gesamtbelastung unter Berücksichtigung der Schattenabschaltung der geplanten WEA Gh-III 01 bis Gh-III 05
Ohne Berücksichtigung von IP 103 (Aufgabe Wohnrecht)

Lizenzierter Anwender:

IEL GmbH
Kirchdorfer Straße 26
DE-26603 Aurich
+49 4941 9558 0
Marksfeldt / marksfeldt@iel-gmbh.de
Berechnet:
01.08.2023 06:56/3.6.368



SHADOW - Schattenabschaltung: WEA-Abschaltkalender

Berechnung: GB mit ZB-RAZ / Hauptergebnis **WEA:** Gh-III 01 - ENERCON ___E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (5)

Schattenabschaltung für spez. WEA

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1 14:52-15:43	14:43-16:38	16:53-17:39 15:12-15:27	19:14-19:38 17:37-19:02	17:39-18:52			18:04-18:50	19:27-19:54 17:30-19:01	18:16-18:41	15:33-16:26 14:14-15:23	14:31-15:40
2 14:52-15:45	14:43-16:42	16:54-17:41	19:17-19:39 17:36-19:02	17:40-18:51			18:02-18:51	19:25-19:52 17:30-19:01	18:14-18:39	14:13-16:26	14:31-15:39
3 14:51-15:45	14:43-16:44	16:55-17:44	19:19-19:42 17:36-19:02	17:41-18:50			18:00-18:53	19:23-19:50 17:30-19:01	18:10-18:37	14:13-16:24	14:33-15:38
4 14:51-15:47	14:43-16:46	16:56-17:45	19:21-19:44 17:35-19:03	17:42-18:48			17:58-18:54	19:20-19:47 17:29-19:00	18:07-18:34	14:13-16:22	14:34-15:38
5 14:50-15:48	14:43-16:48	17:18-17:48 16:58-17:14	19:21-19:45 17:34-19:02	17:44-18:48			17:57-18:55	19:19-19:45 17:30-18:59	18:02-18:31	14:13-16:20	14:35-15:36
6 14:51-15:50	14:43-16:50	17:19-17:49 17:01-17:10	19:22-19:47 17:34-19:03	17:45-18:47			17:55-18:55	19:19-19:43 17:30-18:59	18:00-18:29	14:13-16:18	14:36-15:35
7 14:50-15:51	14:43-16:53	17:23-17:51	19:22-19:48 17:34-19:03	17:46-18:46			17:54-18:57	19:16-19:40 17:29-18:59	17:57-18:26	14:14-16:17	14:37-15:35
8 14:49-15:53	14:44-16:55	17:25-17:54	19:23-19:50 17:32-19:03	17:47-18:44			17:53-18:58	19:15-19:38 17:29-18:57	17:54-18:24 17:35-17:48	14:14-16:15	14:38-15:34
9 14:49-15:54	14:44-16:56	17:28-17:55	19:25-19:52 17:32-19:03	17:49-18:44			17:51-18:58	19:14-19:36 17:30-18:57	17:52-18:22 17:32-17:50	14:14-16:12	14:40-15:35
10 14:49-15:56	16:03-16:57 14:44-15:53	17:31-17:58	19:26-19:54 17:31-19:02	17:51-18:42			17:50-18:59	19:10-19:33 17:29-18:55	17:30-18:19	14:14-16:08	14:41-15:34
11 14:49-15:58	16:03-16:58 14:45-15:53	17:33-17:59	19:28-19:56 17:31-19:02	17:52-18:40			17:48-18:59	19:06-19:31 17:30-18:54	17:29-18:17	14:15-16:08	14:42-15:33
12 14:48-16:00	16:04-16:58 14:45-15:53	17:36-18:01	19:30-19:58 17:32-19:02	17:54-18:39			17:47-19:00	19:03-19:29 17:30-18:54	17:27-18:15	14:15-16:07	14:43-15:33
13 14:48-16:01	16:05-16:59 14:46-15:53	17:37-18:03	19:32-19:59 17:32-19:03	17:56-18:37			17:46-19:01	19:00-19:25 17:31-18:53	17:26-18:11 17:08-17:18 15:43-16:03	14:15-16:05	14:44-15:33
14 14:48-16:03	17:03-17:08 16:05-16:59 14:46-15:53	17:40-18:05	19:36-20:01 17:31-19:02	17:58-18:35			20:12-20:14 17:44-19:01	18:59-19:23 17:31-18:51	17:24-18:09 17:03-17:20 15:38-16:06	14:16-16:03	14:45-15:33
15 14:47-16:05	16:05-17:10 14:46-15:51	17:40-18:06 17:16-17:35	19:40-20:03 17:31-19:01	18:01-18:34			20:08-20:18 17:44-19:02	18:57-19:21 17:31-18:50	17:24-18:07 17:00-17:23 15:34-16:09	14:16-16:01	14:46-15:33
16 14:46-16:06	16:07-17:12 14:47-15:51	17:43-18:09 17:09-17:40	19:41-20:05 17:32-19:01	18:03-18:31			20:07-20:20 17:43-19:03	18:56-19:19 17:32-18:49	16:58-18:04 15:31-16:11	14:17-16:00	14:47-15:33
17 14:46-16:08	16:08-17:14 14:48-15:51	17:47-18:11 17:05-17:44	19:40-20:06 17:31-19:00	18:06-18:28			20:05-20:21 17:41-19:02	18:53-19:16 17:32-18:47	16:56-18:02 15:29-16:13	14:17-15:58	14:48-15:33
18 14:46-16:10	16:10-17:17 14:49-15:50	17:49-18:12 17:01-17:46	19:41-20:08 17:31-19:00	18:10-18:24			20:04-20:22 17:41-19:03	18:51-19:14 17:33-18:45	16:55-18:00 15:27-16:14	14:18-15:56	14:49-15:33
19 14:46-16:11	16:12-17:19 14:50-15:49	17:52-18:15 16:59-17:49	19:42-20:10 17:32-19:00				20:03-20:22 17:40-19:03	18:50-19:11 17:34-18:44	16:54-17:57 15:25-16:16	15:49-15:55 14:19-15:47	14:50-15:33
20 14:45-16:11	16:14-17:21 14:50-15:48	17:54-18:16 16:56-17:51	19:43-20:11 17:32-18:59				20:02-20:21 17:38-19:03	18:49-19:09 17:36-18:42	16:53-17:55 15:23-16:17	14:19-15:47	14:51-15:34
21 14:45-16:12	16:19-17:23 14:52-15:47	18:03-18:18 17:58-18:02 16:54-17:53	19:45-20:13 17:33-18:59				20:02-20:20 19:52-19:59 17:38-19:03	18:48-19:06 17:36-18:40	16:47-17:53 15:22-16:18	14:20-15:47	14:52-15:34
22 14:44-16:12	16:23-17:25 14:53-15:46	18:02-18:20 16:51-17:54	19:56-20:14 19:47-19:53 17:33-18:59				19:49-20:18 17:37-19:04	18:48-19:04 17:38-18:38	16:43-17:50 15:20-16:18	14:21-15:47	14:52-15:34
23 16:15-16:21 14:45-16:13	16:23-17:27 14:55-15:45	18:03-18:22 16:50-17:55	19:56-20:16 17:33-18:57				19:46-20:15 17:36-19:03	18:40-19:01 17:40-18:36	16:41-17:48 15:19-16:19	14:22-15:47	14:52-15:35
24 14:44-16:22	16:24-17:29 14:56-15:43	18:02-18:23 16:47-17:56	19:57-20:16 17:33-18:57				19:45-20:13 17:35-19:04	18:36-18:59 17:42-18:34	16:39-17:46 15:18-16:20	14:23-15:47	14:53-15:36
25 14:44-16:25	16:26-17:31 14:59-15:41	18:03-18:26 16:46-17:58	19:57-20:15 17:34-18:56				19:45-20:13 17:35-19:04	18:32-18:56 17:43-18:30	15:37-16:43 14:17-15:20	14:24-15:46	14:52-15:36
26 14:44-16:27	16:28-17:33 15:01-15:39	18:04-18:27 16:44-17:58	19:58-20:14 17:35-18:56			18:26-18:30	19:45-20:10 17:35-19:04	18:29-18:54 17:46-18:27	15:36-16:41 14:16-15:21	14:25-15:45	14:52-15:37
27 14:44-16:29	16:52-17:35 16:29-16:50 15:03-15:36	18:06-18:29 16:43-17:59	19:59-20:12 17:36-18:55			18:19-18:37	19:43-20:08 17:34-19:03	18:26-18:51 17:49-18:23	16:30-16:40 15:36-16:29 14:16-15:22	14:26-15:44	14:52-15:37
28 14:44-16:31	16:53-17:38 16:32-16:47 15:07-15:33	18:08-18:31 16:42-18:00	20:01-20:10 17:36-18:54			18:13-18:43	19:41-20:04 17:33-19:03	18:23-18:49 17:54-18:18	16:34-16:37 15:35-16:29 14:16-15:22	14:28-15:43	14:52-15:38
29 14:43-16:33		19:08-19:33 17:40-19:00	17:37-18:53			18:10-18:45	19:37-20:01 17:32-19:02	18:20-18:46 18:02-18:08	15:34-16:28 14:15-15:23	14:28-15:42	14:52-15:39
30 14:43-16:35		19:10-19:35 17:40-19:01	17:38-18:52			18:08-18:47	19:33-19:59 17:32-19:02	18:18-18:43	15:33-16:28 14:15-15:23	14:29-15:41	14:52-15:40
31 14:44-16:37		19:11-19:36 17:38-19:01				18:06-18:48	19:30-19:57 17:32-19:02		15:33-16:27 14:14-15:23		14:52-15:42

Projekt:

**Georghof III
5044-23-S1**

Beschreibung:

Gesamtbelastung unter Berücksichtigung der Schattenabschaltung der geplanten WEA Gh-III 01 bis Gh-III 05
Ohne Berücksichtigung von IP 103 (Aufgabe Wohnrecht)

Lizenzierter Anwender:

IEL GmbH
Kirchdorfer Straße 26
DE-26603 Aurich
+49 4941 9558 0
marksfeldt@iel-gmbh.de
Berechnet:
01.08.2023 06:56/3.6.368



SHADOW - Schattenabschaltung: WEA-Abschaltkalender

Berechnung: GB mit ZB-RAZ / Hauptergebnis **WEA:** Gh-III 03 - ENERCON __E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O! NH: 111,0 m (Ges:180,1 m) (7)

Schattenabschaltung für spez. WEA

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember									
1 14:26-15:43	13:51-14:22	09:40-10:58	15:42-16:40	09:36-10:42	16:50-17:39	18:35-19:38	06:23-06:56	06:30-07:07	19:10-19:54	17:46-18:41	15:36-16:28	09:08-10:10	14:18-15:40	13:46-14:00	09:21-10:42					
2 14:26-15:44	13:51-14:21	09:39-10:59	15:46-16:42	09:36-10:42	16:51-17:41	18:34-19:39	06:22-06:57	06:29-07:07	19:10-19:52	19:00-19:05	17:46-18:39	15:35-16:26	09:08-10:11	14:17-15:39	13:44-14:02	09:21-10:42				
3 14:27-15:45	13:52-14:22	09:40-10:58	15:50-16:44	09:36-10:42	16:52-17:44	18:35-19:42	06:21-06:57	06:30-07:07	18:55-19:50	18:45-18:54	17:45-18:37	15:33-16:24	09:07-10:11	14:17-15:38	13:43-14:04	09:22-10:43				
4 14:28-15:47	13:54-14:22	09:40-10:59	15:52-16:46	09:37-10:42	16:52-17:45	18:37-19:44	06:21-06:58	06:29-07:07	18:40-19:47		17:42-18:34	15:31-16:22	09:07-10:11	14:16-15:37	13:42-14:04	09:23-10:44				
5 14:29-15:48	13:54-14:21	09:39-10:59	15:55-16:48	09:37-10:42	16:54-17:48	18:37-19:45	06:21-06:58	06:30-07:07	18:37-19:45		17:38-18:31	15:28-16:20	09:07-10:12	14:16-15:37	13:42-14:06	09:24-10:45				
6 14:30-15:50	13:56-14:22	09:40-11:00	15:59-16:50	09:37-10:42	16:54-17:49	18:39-19:47	06:20-06:57	06:29-07:07	18:35-19:43		17:34-18:29	15:25-16:18	09:06-10:12	14:15-15:35	13:41-14:07	09:25-10:45				
7 14:31-15:51	13:57-14:21	09:39-10:59	16:02-16:53	09:37-10:42	16:57-17:51	18:40-19:48	06:20-06:57	06:30-07:07	18:32-19:40		17:31-18:26	15:21-16:16	09:07-10:13	14:16-15:35	13:41-14:09	09:26-10:46				
8 14:31-15:53	13:58-14:20	09:39-10:59	16:04-16:55	09:38-10:41	17:01-17:54	18:43-19:50	06:19-06:57	06:30-07:07	18:31-19:38		17:29-18:24	15:20-16:15	09:07-10:13	14:15-15:34	13:41-14:09	09:27-10:46				
9 14:32-15:54	13:59-14:20	09:38-10:59	16:06-16:57	09:38-10:41	17:03-17:55	18:57-19:52	06:20-06:57	06:30-07:06	18:30-19:36		17:28-18:22	15:17-16:13	09:07-10:13	14:16-15:35	13:41-14:11	09:29-10:47				
10 14:34-15:56	14:02-14:20	09:39-11:00	16:07-16:59	09:38-10:41	17:07-17:58	19:01-19:06	06:19-06:57	06:31-07:06	18:28-19:33		17:26-18:19	15:13-16:11	09:07-10:13	14:16-15:34	13:41-14:11	09:29-10:48				
11 14:36-15:58	14:04-14:18	09:39-11:00	16:08-17:02	09:39-10:40	17:07-17:59	19:11-19:56	06:19-06:56	06:31-07:06	18:27-19:31		17:25-18:17	15:10-16:09	09:07-10:13	14:16-15:33	13:41-14:12	09:30-10:48				
12 14:37-16:00	14:06-14:16	09:38-11:00	16:10-17:04	09:40-10:40	17:07-18:01	19:11-19:58	06:20-06:57	06:32-07:05	18:26-19:29		17:25-18:15	15:08-16:07	09:08-10:13	14:16-15:33	13:41-14:13	09:31-10:49				
13 14:39-16:01	09:38-11:00		16:14-17:06	09:40-10:39	17:07-18:03	19:10-19:59	06:20-06:56	06:34-07:04	18:25-19:25		17:23-18:11	15:07-16:05	09:08-10:13	14:16-15:33	13:41-14:13	09:32-10:49				
14 14:42-16:03	09:38-10:59		16:17-17:08	09:41-10:39	17:08-18:05	19:11-20:01	06:19-06:56	06:42-06:52	18:24-19:23		17:22-18:09	15:06-16:03	09:08-10:13	14:17-15:33	13:41-14:14	09:33-10:50				
15 14:48-16:05	09:38-10:59		16:19-17:10	09:41-10:37	17:07-18:06	19:11-20:03	06:20-06:56	06:40-06:54	18:24-19:21		17:20-18:07	15:05-16:01	09:08-10:12	14:17-15:33	13:41-14:15	09:33-10:50				
16 14:50-16:06	09:37-10:58		16:23-17:12	09:42-10:36	17:08-18:09	19:12-20:04	06:20-06:55	06:39-06:56	18:24-19:19		17:19-18:04	15:05-16:00	14:53-15:00	09:09-10:12	14:17-15:33	13:42-14:15	09:34-10:51			
17 15:05-16:08	14:55-15:02	09:37-10:58	16:26-17:14	09:43-10:35	17:10-18:11	19:12-20:03	06:21-06:55	06:37-06:57	18:22-19:16		17:19-18:02	15:04-15:58	14:49-15:03	09:09-10:12	14:18-15:33	13:42-14:16	09:35-10:51			
18 15:07-16:11	09:37-10:57		16:29-17:17	09:45-10:34	17:10-18:12	19:13-20:02	06:22-06:55	06:37-06:59	18:13-19:14		17:18-18:00	15:02-16:01	14:48-15:56	09:10-10:12	14:18-15:33	13:43-14:17	09:36-10:52			
19 15:08-16:13	09:37-10:57		16:33-17:19	09:46-10:33	17:12-18:15	19:14-20:01	06:22-06:54	06:36-07:00	18:08-19:11		17:13-17:57	15:02-16:01	14:46-15:55	10:16-10:21	09:10-10:12	14:18-15:33	13:43-14:17	09:36-10:52		
20 15:08-16:14	09:36-10:55		16:34-17:21	09:47-10:30	17:14-18:16	19:39-20:00	06:23-06:53	06:35-07:00	19:52-19:59	06:45-06:50	18:06-19:09	17:10-17:55	10:21-10:57	14:45-15:53	09:11-10:26	14:19-15:34	13:43-14:18	09:37-10:53		
21 15:10-16:17	09:37-10:54		16:38-17:23	09:49-10:28	17:16-18:18	19:43-19:59	06:24-06:53	06:35-07:02	19:49-20:02	19:25-19:38	18:03-19:06	17:07-17:53	10:19-10:59	14:45-15:52	09:12-10:29	14:20-15:33	13:44-14:19	09:38-10:54		
22 15:10-16:18	09:36-10:51		16:41-17:25	09:51-10:26	17:17-18:20	19:44-19:56	06:24-06:52	06:34-07:02	19:46-20:03	19:22-19:41	18:01-19:04	17:04-17:50	10:17-11:01	14:44-15:50	09:12-10:31	14:20-15:34	13:44-14:19	09:38-10:54		
23 15:12-16:21	10:42-10:47	09:36-10:38	16:44-17:27	09:54-10:23	17:19-18:22	19:47-19:53	06:25-06:51	06:33-07:03	19:43-20:04	19:19-19:42	17:59-19:01	17:01-17:48	10:15-11:02	14:44-15:49	09:13-10:33	14:20-15:35	13:44-14:19	09:38-10:54		
24 15:14-16:22	09:36-10:38		16:47-17:29	09:56-10:19	17:20-18:23	06:37-06:49	06:26-06:51	06:33-07:04	19:18-20:05		17:57-18:59	16:58-17:46	10:14-11:04	14:44-15:48	09:14-10:34	14:21-15:36	13:46-14:20	09:39-10:55		
25 15:31-16:25	15:17-15:30	09:36-10:39	16:48-17:31	10:03-10:13	17:24-18:26	06:35-06:51	06:27-06:50	06:32-07:04	19:16-20:05		17:54-18:56	15:54-16:43	09:13-10:05	14:44-15:46	14:33-14:39	09:15-10:36	14:21-15:36	13:46-14:20	09:39-10:55	
26 15:32-16:27	15:20-15:27	09:36-10:39	16:48-17:33		17:33-18:27	06:33-06:53	06:28-06:49	06:32-07:05	19:15-20:05		17:52-18:54	15:51-16:41	09:11-10:06	14:44-15:45	14:29-14:43	09:16-10:37	14:22-15:37	13:46-14:20	09:39-10:55	
27 15:33-16:28	09:37-10:40		16:49-17:35		17:34-18:29	06:31-06:54	06:30-06:48	06:31-07:05	19:14-20:06		17:51-18:51	15:48-16:39	09:11-10:08	14:27-15:44	09:17-10:38		14:22-15:37	13:47-14:20	09:39-10:56	
28 15:34-16:31	09:36-10:41		16:50-17:38		17:34-18:30	06:29-06:55	06:31-06:46	06:31-07:06	19:13-20:03		17:50-18:49	15:46-16:37	09:11-10:08	14:21-15:42	09:18-10:39		14:23-15:38	13:47-14:20	09:39-10:56	
29 15:35-16:33	09:36-10:41				18:34-19:33	06:27-06:56	06:33-06:45	06:30-07:06	19:12-20:01		17:48-18:46	15:42-16:35	09:10-10:09	14:19-15:42	09:18-10:40		14:23-15:39	13:48-14:21	09:40-10:56	
30 15:37-16:35	09:36-10:41				18:34-19:35	06:25-06:56	06:35-06:42	06:31-07:07	19:11-19:59		17:47-18:43	15:40-16:33	09:09-10:10	14:18-15:41	13:48-13:57	09:19-10:41		14:24-15:40	13:49-14:21	09:40-10:57
31 15:40-16:38	09:37-10:42				18:34-19:36			06:30-07:07	19:11-19:57			15:38-16:31	09:09-10:10					14:25-15:42	13:50-14:21	09:40-10:57



Technische Dokumentation

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

IEL GmbH — Kirchdorfer Straße 26 — 26603 Aurich ' 04941-9558-0

Technische Beschreibung

Schattenabschaltung

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	D0229982-5		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2020-02-18	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

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).

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.

Funktionsweise

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.

Zusätzlich müssen die optional verfügbaren Sensoren zur Messung der Beleuchtungsstärke verbaut sein.

Bei Windenergieanlagen, die an Standorten stehen, an denen die Sensoren durch Bäume oder Gebäude verdeckt werden könnten, werden die Sensoren gegebenenfalls erhöht angebracht.

Bestimmung der potentiellen Schattenwurfzeit

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.

Die daraus ermittelten Abschaltzeiten werden in die Steuerung der Windenergieanlage programmiert.

Ein Feinabgleich dieser Abschaltzeiten ist für jeden Immissionsort und Zeitraum jederzeit durchführbar.

Messung der Beleuchtungsstärke

Die Erzeugung periodischen Schattenwurfs ist abhängig von der Sonneneinstrahlung. Gemäß den Aussagen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) ist Schattenwurf zu erwarten, wenn die Sonneneinstrahlung auf der zur Einfallrichtung normalen Ebene mehr als 120 W/m^2 beträgt.

Die Höhe der Beleuchtungsstärke auf einer waagerechten Messfläche wird vom Sonnenstand sowie vom fotometrischen Strahlungsäquivalent beeinflusst. Dieses wird von der Lichtbrechung und der Lufttrübung bestimmt und ist ebenfalls vom Sonnenstand abhängig. Für die Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit zum Sonnenstand können somit nur näherungsweise Werte bestimmt werden.

Für die Schattenabschaltung wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem das Auftreten von Schattenwurf jederzeit genau beurteilt werden kann. Zur Messung der Beleuchtungsstärke werden 3 Sensoren im Winkel von 120° im unteren Bereich des Turms der Windenergieanlage montiert. Durch diese Anordnung befinden sich mindestens ein Sensor an der Sonnenseite und ein Sensor an der Schattenseite des Turms. Die Steuerung der Windenergieanlage ermittelt aus den Messwerten der 3 Sensoren die höchste und die niedrigste Beleuchtungsstärke, also die Licht- und die Schattenintensität.

Die Beurteilung, ob Schattenwurf möglich ist, erfolgt somit nicht über eine mit Toleranzen behaftete Messung der Beleuchtungsstärke, sondern über das Verhältnis von Licht- zu Schattenintensität und der daraus ermittelten Abschaltintensität.

Für eine Beleuchtungsstärke von 120 W/m^2 beträgt die ermittelte Abschaltintensität 36 %. Dieser Wert ist unabhängig vom Sonnenstand. Sinkt das Verhältnis von Licht- zu Schattenintensität unter 36 %, liegt eine Beleuchtungsstärke von mehr als 120 W/m^2 vor. Es kommt zu Schattenwurf.

Dieser Wert wurde im Rahmen eines 2-jährigen Praxistests von Schattenabschaltmodulen validiert. Die Abschaltintensität kann bei Bedarf individuell verändert werden.

Abschaltautomatik

Sobald innerhalb des programmierten Zeitfensters der eingestellte Wert der Abschaltintensität unterschritten ist, wird die Schattenabschaltung aktiviert. Eine Mittelwertbildung für die gemessene Beleuchtungsstärke erfolgt nicht. Die Abschaltautomatik reagiert auch bei einer kurzzeitigen Unterschreitung des eingestellten Werts der Abschaltintensität. Eine Verzögerungszeit für das Ansprechen der Schattenabschaltung kann über Filterzeiten definiert werden. Ein Parameter legt fest, wie lange im Mittel das Verhältnis von Licht- zu Schattenintensität unter dem voreingestellten Wert der Abschaltintensität liegen muss, damit die Schattenabschaltung aktiviert wird.

Ändern sich die Lichtverhältnisse so, dass Schattenwurf nicht mehr möglich ist, bleibt die Schattenabschaltung zunächst aktiv. Die Schattenabschaltung wird deaktiviert und die Windenergieanlage nimmt den Betrieb wieder auf, wenn das programmierte Zeitfenster abgelaufen ist oder wenn über einen vorgegebenen Zeitraum der Wert der Abschaltintensität dauerhaft überschritten wird. Ein Parameter legt fest, wie lange im Mittel das Verhältnis von Licht- zu Schattenintensität über dem voreingestellten Wert der Abschaltintensität liegen muss, damit die Schattenabschaltung deaktiviert wird.

Erweiterte Funktionen

Die Schattenabschaltung kann auch ohne Berücksichtigung der Beleuchtungsstärke erfolgen. Dabei wird die Windenergieanlage zeitgesteuert nach den in der Steuerung programmierten Zeitfenstern abgeschaltet. Die Windenergieanlage wird dann auch bei Bewölkung angehalten.

Durch die verfügbare Wochentagfunktion kann die Abschaltung auf ausgewählte Wochentage begrenzt werden. Diese Funktion ist beispielsweise für Windenergieanlagen sinnvoll, die an Industrie- oder Gewerbegebiete angrenzen, in denen an Wochenenden keine Tätigkeiten in schützenswerten Arbeitsräumen stattfinden.

Die erweiterten Funktionen können gezielt für ausgewählte Immissionsorte umgesetzt werden.

Toleranzen und Sicherheit

Der für die Messung der Beleuchtungsstärke verwendete Sensortyp weist in der Regel eine Toleranz von $\pm 10\%$ auf. Nach Überprüfung der Sensoren werden im Rahmen der Qualitätssicherung werksseitig jeweils 3 Sensoren ausgewählt, die zueinander eine Toleranz von maximal $\pm 1\%$ aufweisen. Da keine absoluten Messwerte für die Auswertung der Signale von Bedeutung sind, sondern nur das Verhältnis der Beleuchtungsstärken, wird so eine sehr hohe Genauigkeit erzielt.

Zudem wird die Funktion der Lichtsensorik während des Betriebs 2-mal täglich automatisch auf Plausibilität geprüft. Hierzu werden die Spannungen an den 3 Lichtsensoren um 3 Uhr und um 13 Uhr gemessen. Sind die gemessenen Werte nicht plausibel, wird eine Meldung generiert.

Durch den Ausfall eines Sensors, z. B. durch Kabelbruch oder Kurzschluss, fällt das Verhältnis von Schatten- zu Lichtintensität unter den Wert der Abschaltintensität. Die Windenergieanlage hält innerhalb des programmierten Zeitfensters an und eine Meldung wird generiert.

Protokollierung

Die Aktivierung der Schattenabschaltung wird von der Datenfernübertragung 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.

Technische Beschreibung

Schattenabschaltung

ENERCON Windenergieanlagen EP5

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: Momme Janssen, Jost Backhaus, Stefan Lütkemeyer, 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	D0808848/2.0-de		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2021-01-15	de	DB	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
2	Systemkomponenten	4
3	Funktionsweise	4
4	Protokollierung	5

1 Allgemeines

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.

Die Schattenabschaltung hält die Windenergieanlage an, wenn bei laufender Windenergieanlage Anlieger durch den Schattenwurf der rotierenden Rotorblätter belastigt würden. Die Schattenabschaltung wird ggf. schon mit der Genehmigung zur Errichtung einer Windenergieanlage vorgeschrieben.

Dieses Dokument gilt für Windenergieanlagen der Plattform EP5 (E-147 EP5, E-147 EP5 E2, E-160 EP5, E-160 EP5 E2 und E-160 EP5 E3) und beschreibt die Schattenabschaltung des Herstellers NorthTec.

2 Systemkomponenten

Das NorthTec-System wird spezifisch für jede Windenergieanlage bzw. für jeden Windpark ausgelegt. Die Schattenabschaltung besteht aus mindestens einer Mastereinheit und einer Lichtsensorik zur Erfassung der Lichtverhältnisse. Bei Bedarf können dem System weitere Lichtsensoriken hinzugefügt werden.

Mastereinheit

Die Mastereinheit ermittelt unter Berücksichtigung der projektspezifischen Gegebenheiten, der Messwerte der Lichtsensorik und der Betriebsdaten der Windenergieanlage die erforderlichen Abschaltungen. Die Mastereinheit sendet Start- und Stoppsignale an die Windenergieanlagen und protokolliert relevante Ereignisse.

Eine Mastereinheit kann bis zu 100 Windenergieanlagen und die Schattenwurfimmissionen an bis zu 2000 Immissionsorten überwachen.

Die Mastereinheit wird in einem separaten Schaltschrank in der Nähe des ENERCON SCADA Servers der Windenergieanlage oder des Windparks installiert, beispielsweise in der Übergabestation, im Umspannwerk oder im Turmfuß.

Lichtsensorik

Die Lichtsensorik misst die Beleuchtungsstärke des Sonnenlichts und übermittelt die Messwerte an die Mastereinheit. Zusätzlich wird der Mastereinheit über einen GPS-Empfänger in der Lichtsensorik die exakte Uhrzeit zur Verfügung gestellt.

Die Messwerte von einer Lichtsensorik können für die Schattenabschaltung von mehreren Windenergieanlagen verwendet werden. Bei einer weiträumigen Auslegung eines Windparks ist die Ausrüstung weiterer Windenergieanlagen mit Lichtsensoriken notwendig. Die Lichtsensorik wird mit einer Halterung auf dem Gondeldach installiert und gegen Überspannung geschützt. Für den Betrieb unter schwierigen Wetterbedingungen (Eis, Schnee, Feuchtigkeit) wird die Lichtsensorik beheizt.

3 Funktionsweise

Der Schattenabschaltung liegt ein geometrisches System zugrunde. In der Mastereinheit werden die projektspezifischen Daten wie die Koordinaten, Nabenhöhen und Rotordurchmesser aller Windenergieanlagen am Standort hinterlegt. Zudem werden die Koordinaten und Ausmaße (Wände und Flächen) der zu schützenden Immissionsorte und die zulässigen Schattenwurfkontingente definiert. Unter Berücksichtigung der angeschlossenen

Lichtsensoren und der Betriebsdaten der Windenergieanlage ermittelt die Mastereinheit die erforderlichen Abschaltungen. Die Mastereinheit sendet die Start- und Stoppsignale an die Windenergieanlage, um definierte Vorgaben zum Schattenwurf zu erfüllen.

Die Schattenabschaltung verfügt über verschiedene Funktionen, um die vorgegebenen Richtwerte optimal zu nutzen und Abschaltzeiten gering zu halten:

- Berücksichtigung der Gondelposition
- Berücksichtigung der aktuellen Leistung der Windenergieanlage, um mögliche Schattenwurfkontingente in windstarken Zeiten zu nutzen
- Individuelle Überwachungszeiten je nach Nutzung für ausgewählte Immissionsorte, sodass für Industrie- und Gewerbegebiete an Wochenenden oder Feiertagen die Schattenabschaltung deaktiviert ist

Neben der geometrischen Berechnung der Abschaltungen können für die Schattenabschaltung alternativ auch Abschaltkalender vorgegeben werden.

Implementierung in ENERCON SCADA

Um die Schattenabschaltung durchführen zu können, muss die Schattenabschaltung mit der Steuerung der Windenergieanlage kommunizieren. Dafür wird die Mastereinheit in das ENERCON SCADA System eingebunden. Dadurch kann die Mastereinheit die Betriebsdaten der Windenergieanlage abrufen. Die Betriebsdaten werden für eine exakte Berechnung des Schattenwurfs herangezogen. Die Mastereinheit sendet die Signale für die Start- und Stoppvorgänge an die Steuerung der Windenergieanlage über das ENERCON SCADA System.

Für die volle Funktionalität der Schattenabschaltung ist ein Datenaustausch zwischen der Lichtsensorik und der Mastereinheit notwendig. Dafür werden die Mastereinheit und die Lichtsensorik über Ethernet-Schnittstellen in das Park-Netzwerk eingebunden.

4 Protokollierung

Alle relevanten Ereignisse werden durch die Mastereinheit protokolliert. Hierzu zählen:

- rechnerisch mögliche Schattenwurfzeiten an maßgeblichen Immissionsorten
- Abschaltzeiten der Windenergieanlage
- tatsächliche Schattenwurfzeiten unter Berücksichtigung sämtlicher Windenergieanlagen am Standort
- Tageszählerstand und Jahreszählerstand unter Berücksichtigung sämtlicher Windenergieanlagen am Standort
- Sonnenaufgang und Sonnenuntergang
- relevante Betriebsdaten der Windenergieanlage
- Beleuchtungsstärke der Lichtsensorik

Die Protokolle werden auf USB-Medien gespeichert und können zusätzlich über eine gesicherte Netzwerkverbindung ausgelesen werden.



Literaturverzeichnis

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

IEL GmbH – Kirchdorfer Straße 26 – 26603 Aurich ' 04941-9558-0

Literaturverzeichnis

1. **ISO 2813 / Beschichtungsstoffe-Bestimmung des Glanzwertes unter 20°, 60° und 85° ISO 2813:2014 Deutsche Fassung EN ISO 2813:2014**
2. **Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen Aktualisierung 2019 (WEA- Schattenwurf-Hinweise); Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI); 23.01.2020**
3. **Meeus, Jean / „Astronomische Algorithmen“ / Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig-Berlin-Heidelberg; 2. Auflage 1994 (Kap. 24, Koordinaten der Sonne)**
4. **Dr. J. Pohl / Dr. F. Faul / Prof. Dr. R. Mausfeld: Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen / 1999**
5. **Dr. J. Pohl / Dr. F. Faul / Prof. Dr. R. Mausfeld: Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen / 2000**
6. **DIN / EN ISO/IEC 17025:2018: Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien**
7. **OpenStreetMap Foundation: OpenStreetMap (OSM); <http://www.openstreetmap.org>**
8. **DAkKS - Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH: Akkreditierungs-Urkunde IEL GmbH; D-PL-11011-01-00; Berlin, Deutschland; 21.08.2020**
9. **Nielsen, P., P. Madsen, T. Sørensen, K. Bredelle, T. Sørensen, L. Svenningsen R. Funk und G. Potzka: windPRO WIKI; EMD International A/S, Aalborg, Dänemark; EMD Deutschland GbR, Kassel, Deutschland; 08/2017 http://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=Handbuch_SHADOW**
10. **U.S. Geological Survey (USGS): Shuttle radar topography mission (SRTM); ita.cr.usgs.gov/SRTM**
11. **Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI); 08.10.2012**
12. **onmaps Online Kartendienst: geoGLIS GmbH & Co. KG / Eckernförde <https://onmaps.de>**

4.8 Vorgesehene Maßnahmen zur Überwachung aller Emissionen

Der Datentransfer wird über LWL Datenleitung und VPN Tunneln realisiert, sodass eine einwandfreie Steuerung der WEA gemäß den technischen Vorgaben gewährleistet ist.

Anlagen:

- 4.5.1._D0243660_6.2_de TB Verminderung von Emissionen.pdf

Maßnahmen zur Verminderung von Schallemissionen

Für ENERCON Windenergieanlagen stehen verschiedene schallreduzierte Betriebsmodi zur Verfügung. Die schallreduzierten Betriebsmodi unterscheiden sich in der Intensität der Schallreduktion und erfüllen jederzeit die am Standort geltenden Anforderungen in Bezug auf zulässige Schallemissionen.

Für die Aktivierung der schallreduzierten Betriebsmodi gelten unterschiedliche Bedingungen. Die Bedingungen richten sich nach vordefinierten Zeitintervallen. Jedem Zeitintervall kann ein schallreduzierter Betriebsmodus zugeordnet werden, der die lokalen Anforderungen an die Schallemission erfüllt. Wenn die örtliche Zeit mit einer vordefinierten Tageszeit übereinstimmt, wechselt die Windenergieanlage in den entsprechenden schallreduzierten Betriebsmodus.

Bei Betrieb in einem schallreduzierten Betriebsmodus wird die Drehzahl der Windenergieanlage reduziert, wodurch die Schallemission der Windenergieanlage abnimmt. Bekommt die Steuerung der Windenergieanlage den Befehl, auf eine andere Betriebskennlinie zu wechseln, orientieren sich die Drehzahl und somit auch die Leistung an den von dieser Betriebskennlinie vorgegebenen Werten. Die Windenergieanlage passt daraufhin die Drehzahl des Rotors durch die Rotorblattverstellung an die geänderten Drehzahl-zu-Windgeschwindigkeit-Verhältnisse an und hält diese Drehzahl für die jeweilige Windgeschwindigkeit konstant.

Die Konfiguration der schallreduzierten Betriebsmodi erfolgt individuell für die entsprechende Windenergieanlage. Der Status kann über das Fernüberwachungssystem eingesehen werden.

Maßnahmen zur Verminderung von Schattenemissionen

Die Schattenabschaltung dient dazu, die Windenergieanlage bedarfsgerecht anzuhalten und so Immissionen durch periodischen Schattenwurf an relevanten Orten zu verringern oder zu vermeiden.

Periodischer Schattenwurf entsteht durch die wiederkehrende Verschattung des direkten Sonnenlichts durch die Bewegung der Rotorblätter der 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.

Die Schattenabschaltung wertet die ermittelten Daten ständig aus. Die Windenergieanlage hält an, wenn an einem Immissionsort, beispielsweise an einem Wohnhaus, unzulässiger periodischer Schattenwurf zu erwarten ist.

Die Schattenabschaltungen werden im Fernüberwachungssystem als Statusmeldungen dokumentiert.

4.9 Emissionsgenehmigung gemäß TEHG

4.10 Sonstiges