



Schallimmissionsprognose

Für eine Windenergieanlage WEA 2 am Standort Boizenburg

01.08.2019

Revision 0

Auftraggeber:

ENERKRAFT GmbH
Wallfahrtsteich 27
32425 Minden

Auftragnehmer:

Die Naturschutzplaner GmbH
Nürnberger Straße 28
74074 Heilbronn

Die vorliegende Schallimmissionsprognose für den Standort Boizenburg wurde von der Firma ENERKRAFT GmbH in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt.

Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse der Schallimmissionsprognose werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie basieren auf den Berechnungen nach TA-Lärm [1], der Norm DIN ISO 9613-2 [2] und den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [3] sowie den vom Auftraggeber und den WEA-Hersteller gestellten Standort- und Anlagendaten.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	2
1 Grundlagen	3
1.1 Aufgabenstellung	3
1.2 Örtliche Beschreibung	4
2 Berechnungsgrundlagen	4
3 Immissionsrichtwerte	6
4 Immissionsorte	7
4.1 Lage der Immissionsorte	9
5 Ermittlung des Immissionsrelevanten Schallleistungspegels	11
5.1 Anlagenbeschreibung	11
5.2 Positionen der geplanten Windenergieanlage	11
5.3 Schalltechnische Kennwerte	11
6 Vorbelastung	12
6.1 Windenergieanlagen	12
6.2 Gewerbegebiet Gresse	13
6.3 Umschlag-/ Lagerplatz landwirtschaftlicher Betrieb	13
7 Infraschall und tieffrequente Geräusche	13
8 Ergebnisse der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2	14
8.1 Berechnungsergebnis Vorbelastung	14
8.2 Berechnungsergebnis Zusatzbelastung	15
8.3 Berechnungsergebnis Gesamtbelastung	15
9 Zusammenfassung	16
10 Beurteilung	17
11 Literatur	18
12 Abkürzungen und Symbolverzeichnis	19
13 Anhang	20

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Standort der geplanten Windenergieanlage	3
Abbildung 2: Einwirkbereich der geplanten Windenergieanlage	7
Abbildung 3: Lage Immissionsorte A bis D	9
Abbildung 4: Lageimmissionsorte E bis H	9
Abbildung 5: Lage Immissionsorte I bis K	10
Abbildung 6: Lage Immissionsorte L bis N	10

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte nach TA Lärm	6
Tabelle 2: Immissionsorte	8
Tabelle 3: Kenndaten der geplanten Windenergieanlage	11
Tabelle 4: Position der geplanten Windenergieanlage	11
Tabelle 5: Schalldaten der geplanten Windenergieanlage mit Serrations (STE)	12
Tabelle 6: Oktavbänder Nordex N163/5.7 MW im Betriebsmodus 2 mit Serrations (STE)	12
Tabelle 7: Art und Position der Vorbelastung	12
Tabelle 8: Schalldaten der Vorbelastung	13
Tabelle 9: Oktavbänder der Vorbelastung	13
Tabelle 10: Ergebnisse Vorbelastung	14
Tabelle 11: Ergebnisse Zusatzbelastung	15
Tabelle 12: Ergebnisse Gesamtbelastung	15
Tabelle 13: Zusammenfassung der Ergebnisse und Gesamtbeurteilungspegel	16

1 Grundlagen

1.1 Aufgabenstellung

Diese Prognose dient der Bestimmung zu erwartender Schallimmissionen, verursacht durch eine in Planung befindlichen Windenergieanlage am Standort Boizenburg. Eine Geräuschentwicklung wird durch Windenergieanlagen vom mechanischen Triebstrang (Getriebe, Generator usw.) und vom sich drehenden Rotor verursacht.

Die Berechnung der Schallimmission ist gemäß Nr. A2 der TA Lärm [1] nach der DIN ISO 9613-2 [2] durchzuführen. Die DIN ISO 9613-2 gilt für die Berechnung der Schallausbreitung bei bodennahen Quellen. Der LAI empfiehlt in den Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen Stand 30.06.2016 [3] zur Anpassung des Prognoseverfahrens auf hochliegende Quellen in Bezug auf die Veröffentlichung des Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) auf Basis neuerer Untersuchungsergebnisse und auf Basis theoretischer Berechnungen ein „Interimsverfahren“ [4]. Für WKA als hochliegende Schallquellen sind diese neueren Erkenntnisse im Genehmigungsverfahren entsprechend [3] zu berücksichtigen. Die Immissionsprognose ist daher nach der Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1 [4] – sowohl für Vorbelastungsanlagen als auch für neu beantragte Anlagen frequenzselektiv durchzuführen.

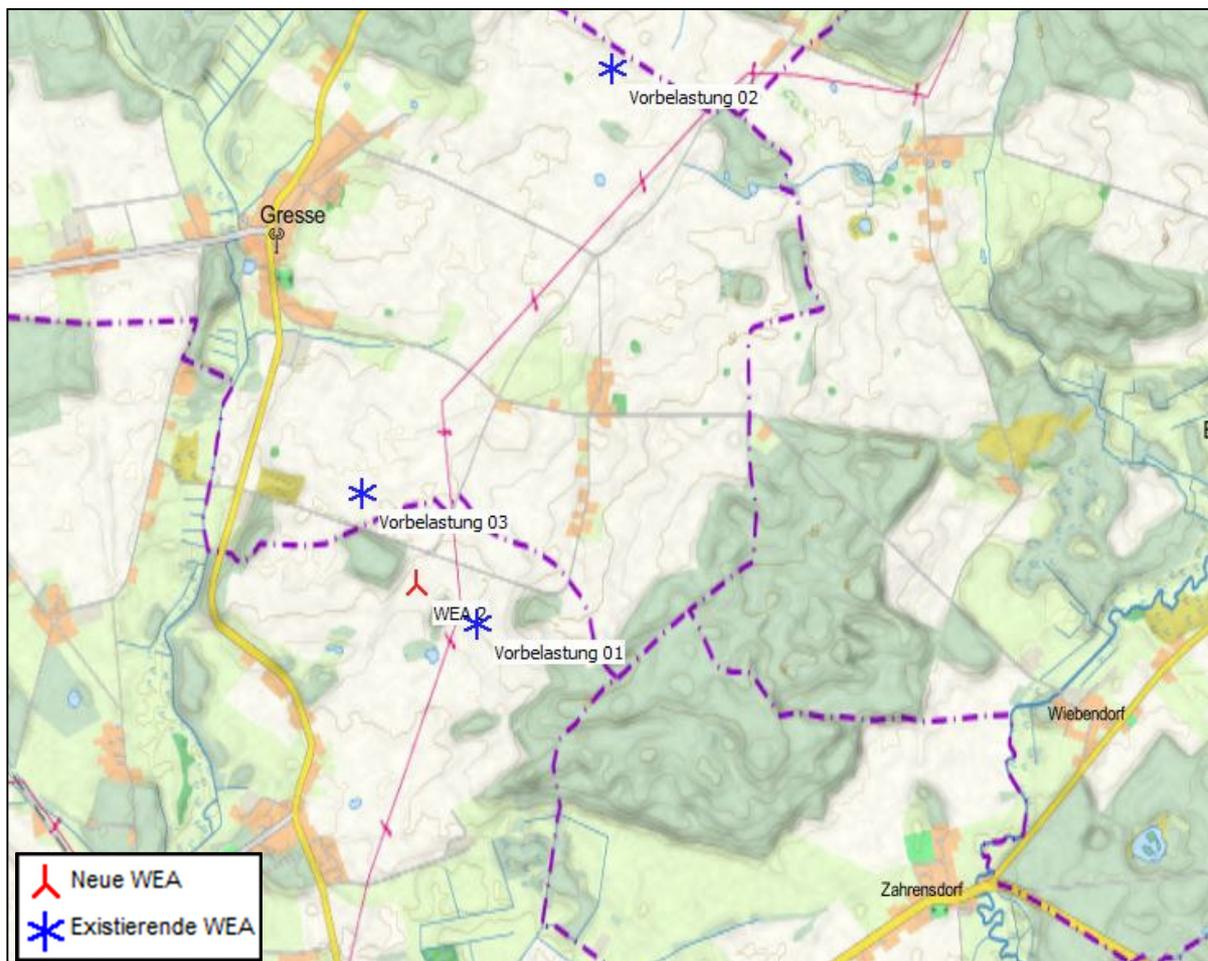


Abbildung 1: Standort der geplanten Windenergieanlage

1.2 Örtliche Beschreibung

Der Standort der Windenergieanlage Boizenburg befindet sich im Landkreis Ludwigslust-Parchim in Mecklenburg-Vorpommern in der Gemeinde Gresse ca. 3.600 m nördlich von Boizenburg.

Die Umgebung setzt sich überwiegend aus ebenen landwirtschaftlich genutzten Flächen und kleineren Waldgebieten zusammen. Der Standort der geplanten Windkraftanlage liegt auf ca. 29 m üNN.

Umgeben ist der Standort der WKA von den Ortsteilen Gresse im Norden, Badekow im Osten und dem Ortsteil Schwartow im Südwesten.

2 Berechnungsgrundlagen

Die gesetzliche Grundlage für die Schallimmissionsprognose bildet das Bundesimmissionsschutzgesetz [5]. Die schalltechnischen Berechnungen wurden gemäß der TA-Lärm [1], den Normen DIN ISO 9613-2 [2] und DIN EN 50376 [6], den Empfehlungen des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ [7] sowie den vom Auftraggeber und den Herstellern der Windenergieanlagen zur Verfügung gestellten Standort- und Anlagendaten durchgeführt. Des Weiteren werden das Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen [4] und der überarbeitete Entwurf der Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) [3] vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE, Stand 30.06.2016, berücksichtigt und angewandt. Zur Anwendung kommt dabei das EMD Softwareprogramm WindPRO [8].

Für die Prognose von Immissionspegeln von Windkraftanlagen gibt es kein nationales Regelwerk, das ohne Einschränkungen bzw. Modifizierungen oder Sonderregelungen auf die Schallausbreitung dieser hochliegenden Quellen anwendbar ist. Im Rahmen der Beurteilung der Geräuschbelastung dieser Anlagen wird in Genehmigungsverfahren im Regelfall die Anwendung der DIN ISO 9613-2 [2] vorgeschrieben. Diese Norm schließt aber explizit ihre Anwendung auf hochliegende Quellen aus.

Das „Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen [4]“ wurde im Mai 2015 veröffentlicht und basiert auf den Erkenntnissen des LANUV NRW zur Abweichung der realen von den modellierten Immissionen von WEA. Darauf aufbauend hat der LAI einen überarbeiteten Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Stand 30.06.2016, der Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) [3] erarbeitet, der die Erkenntnisse der Studie aufgreift und, leicht adaptiert, in eine behördliche Empfehlung umsetzt (im Folgenden: neues LAI-Verfahren).

Durch eine im Interimsverfahren beschriebene Modifizierung des Schemas der DIN ISO 9613-2 [2] lässt sich dessen Anwendungsbereich auf Windkraftanlagen als hochliegende Quellen erweitern. Abweichend zum bisher in Deutschland üblichen Verfahren, sieht das Interimsverfahren vor, dass

- die Transmissionsberechnung auf Basis von Oktavband-Emissionsdaten der WEA frequenzselektiv durchgeführt wird (bisher: Summenpegel) und
- die Bodendämpfung Agr pauschal -3 dB(A) beträgt (Betrachtung der WEA als hochliegende Schallquelle), anstatt wie bisher das Verfahren zur Bodendämpfung entsprechend DIN ISO 9613-2 anzusetzen.

Hierbei sind der Berechnung der Luftabsorption die Luftdämpfungskoeffizienten α nach Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 [2] für die relative Luftfeuchte 70 % und die Lufttemperatur von 10° C zugrunde zu legen.

Schallimmissionsprognosen sind mit Unsicherheiten behaftet, die sich aus den verwendeten Emissionsdaten und der Genauigkeit des Prognosemodells ergeben.

Das geplante Vorhaben ist genehmigungsfähig, wenn die Forderungen der TA Lärm, d.h. die Einhaltung des Immissionsrichtwertes mit hinreichender Sicherheit nachgewiesen wird. Eine hinreichende Sicherheit ist gegeben, wenn die obere Vertrauensbereichsgrenze des prognostizierten Beurteilungspegels für ein Vertrauensniveau von 90 % den jeweiligen Immissionsrichtwert (IRW) nicht überschreitet. Überschreitungen des IRW sind im Rahmen der Regelung unter Nr. 3.2.1 Abs. 3 – 5 der TA Lärm weiterhin zulässig.

Zur Ermittlung der Unsicherheit der Emissionsdaten (Unsicherheit der Typvermessung σ_R und Unsicherheit der Serienstreuung σ_P) sowie der Unsicherheit des Prognosemodells σ_{Prog} ergeht folgende Regelungen:

- a) **Unsicherheit der Herstellerangabe**
Wird die Herstellerangabe herangezogen, werden keine Unsicherheiten für Typvermessung und Serienstreuung ausgewiesen, da im Rahmen einer Abnahmemessung die Einhaltung der festgesetzten Herstellerangabe nachzuweisen ist.
- b) **Unsicherheit Typvermessung**
Bei einer normkonform nach FGW-Richtlinie durchgeführten Typvermessung kann von einer Unsicherheit $\sigma_R = 0,5$ dB ausgegangen werden.
- c) **Unsicherheit durch Serienstreuung**
Bei der Übertragung des an einer WKA vermessenen Schalleistungspegels auf eine andere WKA des gleichen Typs ergibt sich eine Unsicherheit durch die Streuung der in Serie hergestellten WKA. Bei einer Mehrfachvermessung aus mindestens drei Messungen kann für σ_P die Standardabweichung s der Messwerte aus dem zusammenfassenden Bericht angesetzt werden.
Liegt keine Mehrfachvermessung vor, ist für σ_P ein Ersatzwert von 1,2 dB zu wählen.
- d) **Unsicherheit des Prognosemodells**
Die Unsicherheit des Prognosemodells wird wie folgt berücksichtigt

$$\sigma_{Prog} = 1 \text{ dB}$$

- e) **Gesamtstandardabweichung**
Die Gesamtstandardabweichung σ_{ges} kann wie folgt zusammengefasst werden:

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

Mit Hilfe der Gesamtstandardabweichung kann für die einzelne WEA die obere Vertrauensbereichsgrenze der prognostizierten Immission (mit einem Vertrauensniveau von 90 %) durch einen Zuschlag (OVB) abgeschätzt werden, der folgendermaßen berechnet wird:

$$\text{OVV} = 1,28 * \sigma_{\text{ges}}$$

Die obere Vertrauensbereichsgrenze des Gesamtimmissionspegels ($L_{wA,90}$) mit einer statistischen Sicherheit von 90% berechnet sich aus:

$$L_{wA,90} = L_w + 1,28 * \sigma_{\text{ges}}$$

3 Immissionsrichtwerte

Die folgende Tabelle zeigt die Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden:

a)	in Industriegebieten	70 dB(A)	
b)	in Gewerbegebieten	tags 65 dB(A)	nachts 50 dB(A)
c)	in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	tags 60 dB(A)	nachts 45 dB(A)
d)	in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	tags 55 dB(A)	nachts 40 dB(A)
e)	in reinen Wohngebieten	tags 50 dB(A)	nachts 35 dB(A)
f)	in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tags 45 dB(A)	nachts 35 dB(A)

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte nach TA Lärm

Die Immissionsrichtwerte nach TA-Lärm [1], Nummern 6.1 bis 6.3 beziehen sich auf folgende Zeiten:

- | | |
|-----------|-------------------|
| 1. tags | 06.00 – 22.00 Uhr |
| 2. nachts | 22.00 – 06.00 Uhr |

Die Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [1], Nummern 6.1 bis 6.3 gelten während des Tages für eine Beurteilungszeit von 16 Stunden. Maßgebend für die Beurteilung der Nacht ist die volle Nachtstunde (z.B. 1.00 bis 2.00 Uhr) mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt.

Für folgende Zeiten ist in Gebieten nach TA Lärm [1], Nummer 6.1 Buchstaben d bis f bei der Ermittlung des Beurteilungspegels die erhöhte Störwirkung von Geräuschen durch einen Zuschlag zu berücksichtigen:

- | | | | |
|-----------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| 1. an Werktagen | 06.00 – 07.00 Uhr | 2. an Sonn- und Feiertagen | 06.00 – 09.00 Uhr |
| | 20.00 – 22.00 Uhr | | 13.00 – 15.00 Uhr |
| | | | 20.00 – 22.00 Uhr |

Zur schalltechnischen Beurteilung finden die von der LAI [4, 9] empfohlenen Hinweise Berücksichtigung.

4 Immissionsorte

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Boizenburg wurden die in der Umgebung des Standortes liegenden Immissionsorte auf Basis der topologischen Karte und von Luftbildaufnahmen sowie im Rahmen einer Standortbesichtigung am 15. Juli 2019 untersucht.

Die entsprechenden Gebietskategorien für die Bebauung wurden anhand der aktuellen Bebauungs- und Flächennutzungspläne festgelegt.

Es konnte festgestellt werden, dass keine Gebäudeanordnungen gegeben sind, die zu möglichen Schallreflexionen führen. Die Bezeichnungen und Lagen der Immissionsorte können den nachfolgenden Kartenausschnitten (Abb. 3 – 6) entnommen werden.

Die Auswahl der für die Schallimmissionsprognose relevanten Immissionsorte am Standort erfolgte auf Basis des nach dem TA-Lärm definierten Einwirkungsbereichs der geplanten WEA. Der Einwirkungsbereich der WEA ist demnach definiert als Bereich, in dem der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung weniger als 10dB(A) unter dem Immissionsrichtwert liegt. Dazu sind auf der Abbildung 2 die ISO-Schalllinien für 25dB(A), 30dB(A) und für 35dB(A) eingezeichnet. In der vorliegenden Immissionsberechnung sind lediglich diejenigen Immissionsorte zu berücksichtigen, die innerhalb der 25dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert am Immissionsort 35dB(A) beträgt, die innerhalb der 30dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert am Immissionsort 40dB(A) beträgt und die innerhalb der 35dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert 45dB(A) beträgt.

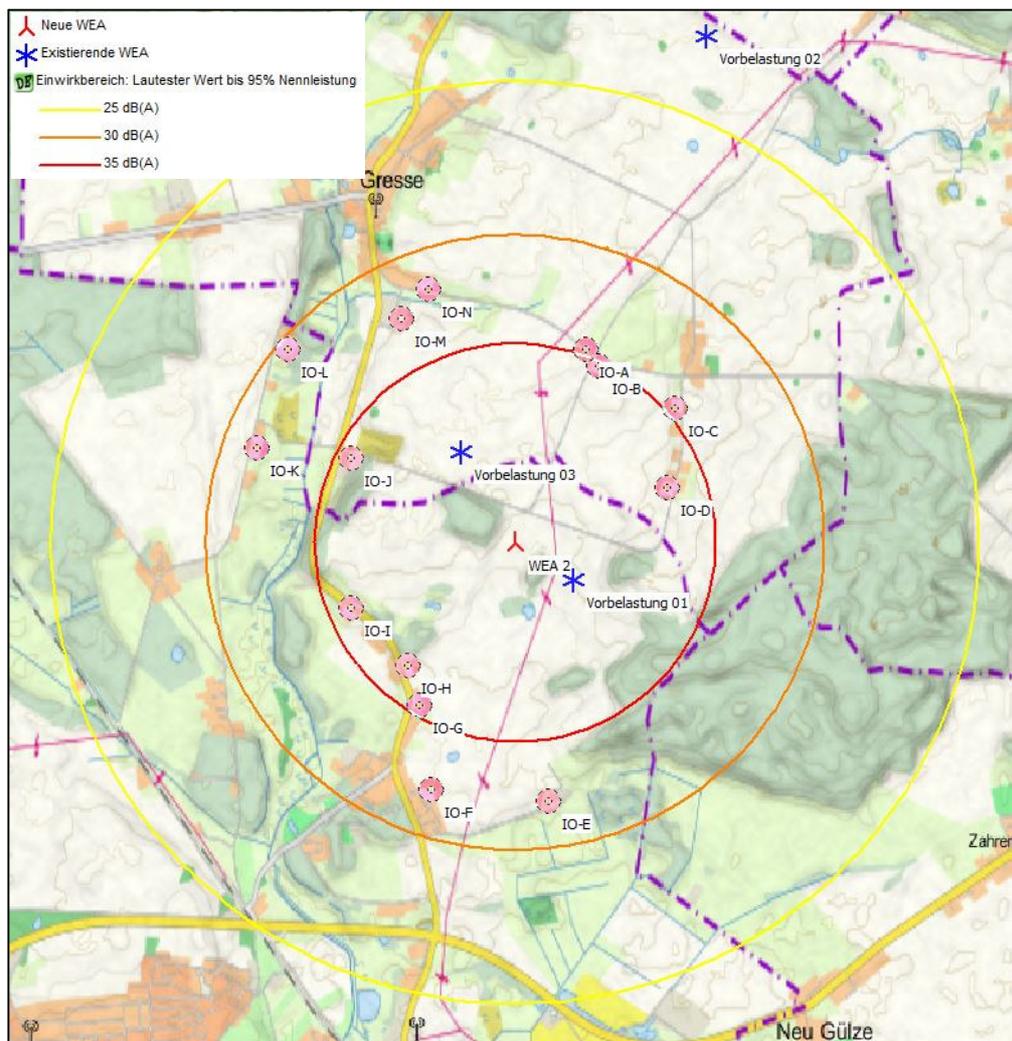


Abbildung 2: Einwirkungsbereich der geplanten Windenergieanlage

IO Nr.	Strasse, Ort	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NN [m]	Aufpunkthöhe [m]	IRW [dB(A)] Tag	IRW [dB(A)] Nacht
IO-A	Gresser Strasse 1, Badekow	218727	5927509	26,4	5,0	60	45
IO-B	Gresser Strasse 4, Badekow	218804	5927400	28,7	5,0	60	45
IO-C	Dorfstrasse 6, Badekow	219261	5927104	38,9	5,0	60	45
IO-D	Dorfstrasse 1, Badekow	219183	5926608	45,4	5,0	60	45
IO-E	Gammer Höh, Schwartow	218332	5924695	15,5	5,0	60	45
IO-F	Zahrendörfer Weg 8, Schwartow	217599	5924810	15,6	5,0	55	40
IO-G	Zarrentiner Strasse 44, Schwartow	217562	5925342	16,5	5,0	55	40
IO-H	Zarrentiner Strasse 62, Schwartow	217502	5925594	20,8	5,0	55	40
IO-I	Zarrentiner Strasse 77, Schwartow	217168	5925972	18,5	5,0	60	45
IO-J	Behr Gemüsehandel GmbH Am Hag'n Böken, Gresse	217226	5926915	17,8	5,0	65	50
IO-K	Heide 2a, Heide	216643	5927009	17,8	5,0	60	45
IO-L	Heide 6, Heide	216876	5927620	17,9	5,0	60	45
IO-M	Gewerbegebiet Gresse, Gresse	217593	5927763	19,8	5,0	65	50
IO-N	Badekower Strasse 14, Gresse	217771	5927940	19,4	5,0	60	45

Tabelle 2: Immissionsorte

4.1 Lage der Immissionsorte

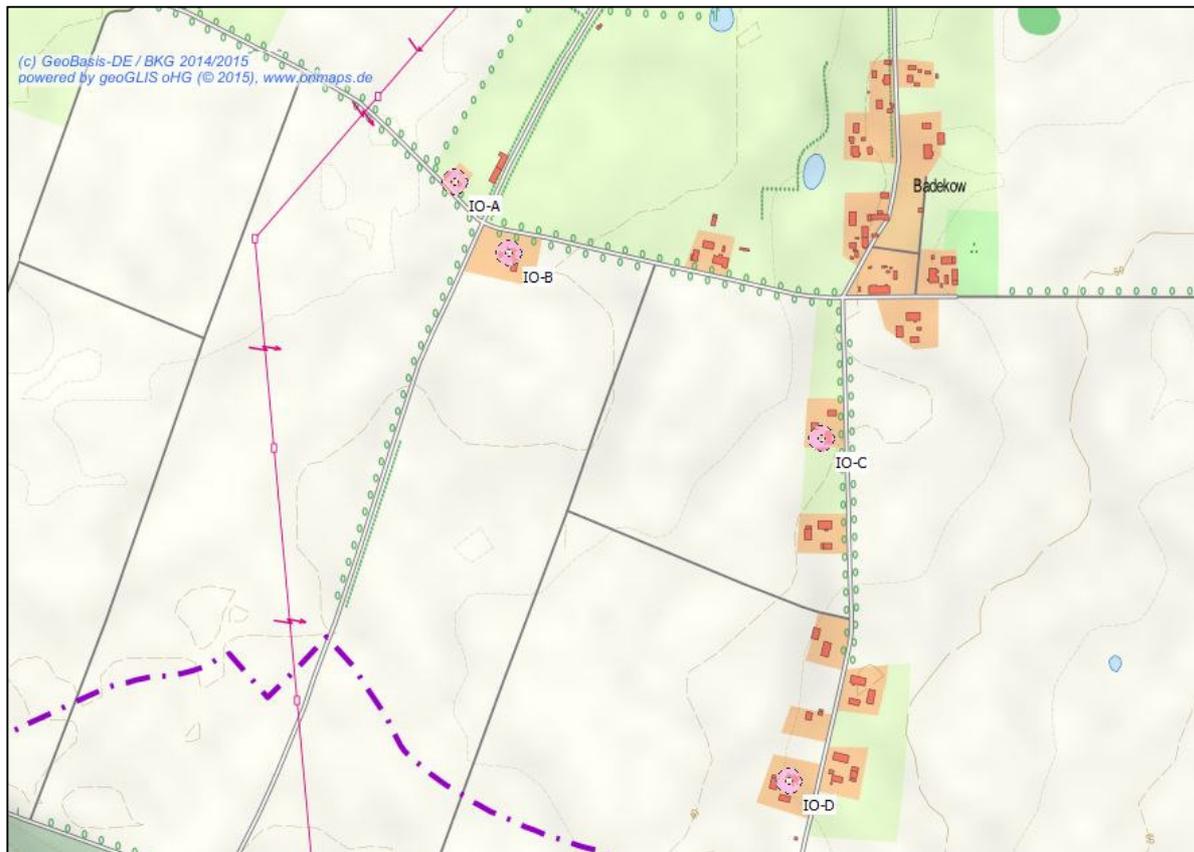


Abbildung 3: Lage Immissionsorte A bis D

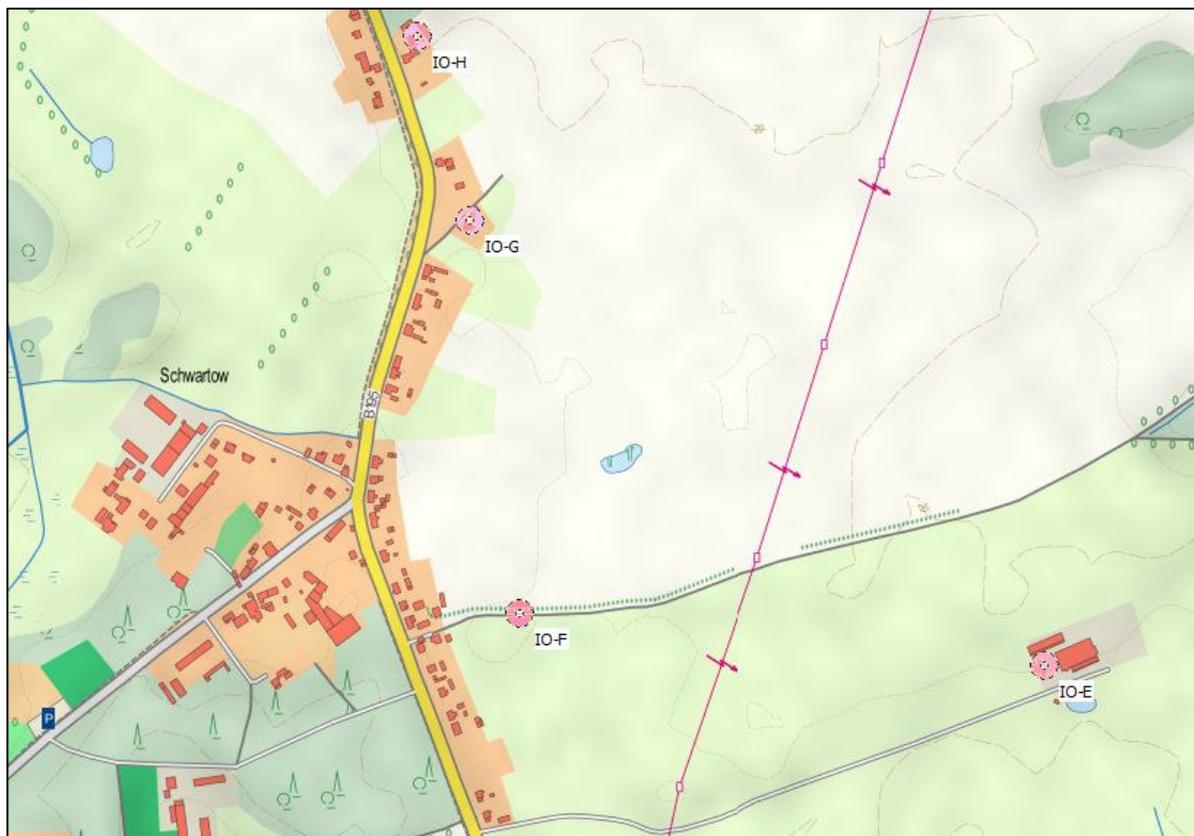


Abbildung 4: Lage Immissionsorte E bis H

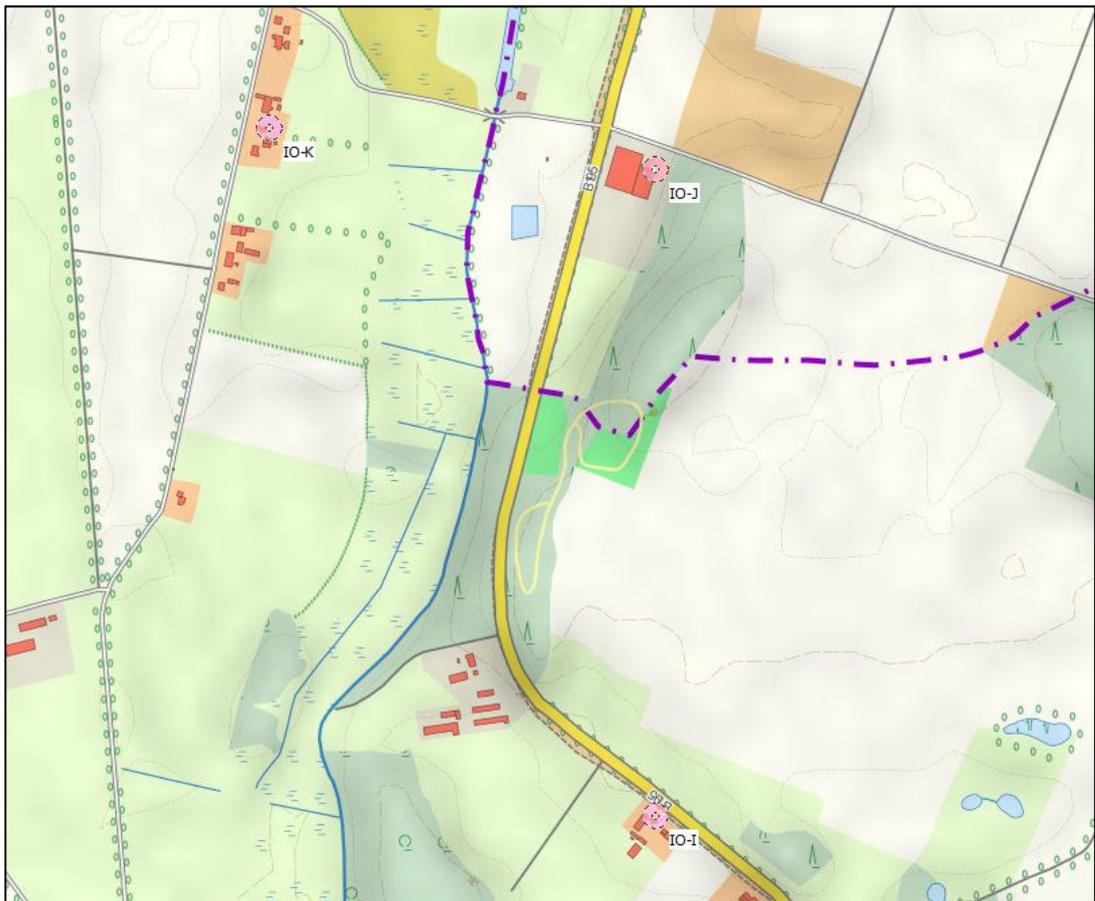


Abbildung 5: Lage Immissionsorte I bis K

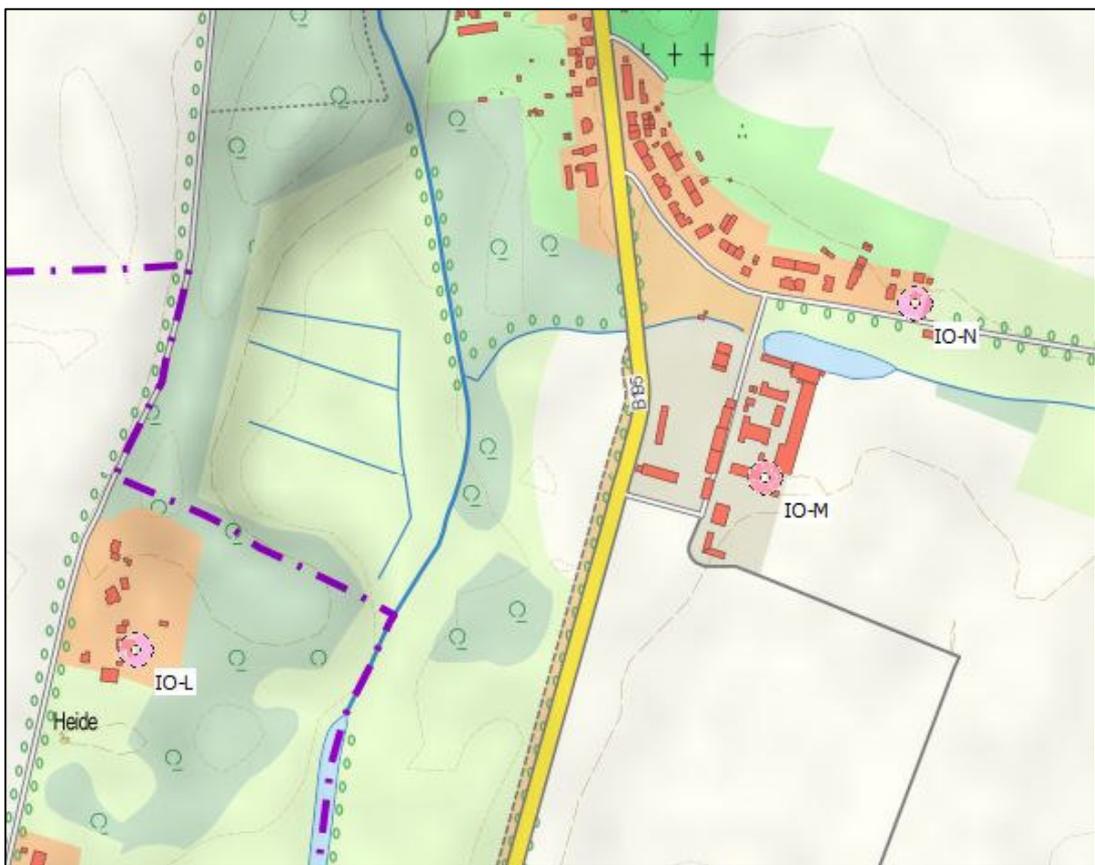


Abbildung 6: Lage Immissionsorte L bis N

5 Ermittlung des Immissionsrelevanten Schalleistungspegels

5.1 Anlagenbeschreibung

Am Standort ist eine Windenergieanlage des Typs Nordex N163/5.7 MW geplant. Zur sicheren Einhaltung der nächtlichen Immissionsrichtwerte soll die Windenergieanlage im Nachtzeitraum (22.00 – 06.00 Uhr) im schallreduzierten Betriebsmodus Mode 2 betrieben werden.

Tabelle 3 gibt Auskunft über die Kenndaten des geplanten WEA-Typs:

Hersteller	Nordex
Typenbezeichnung	N163/5.7
Nennleistung	5.700 kW
Rotordurchmesser	163 m
Nabenhöhe	164 m
Schalleistungspegel L_{WA} - Mode: 2 mit STE (Rotorblätter: Serrated trailing edges)	106,4 dB(A) Herstellerangabe
Zuschlag für Tonhaltigkeit K_T	0 dB(A)
Zuschlag für Impulshaltigkeit K_I	0 dB(A)
Regelung	pitch

Tabelle 3: Kenndaten der geplanten Windenergieanlage

5.2 Positionen der geplanten Windenergieanlage

Die Angaben zu den Koordinaten wurden vom Auftraggeber übermittelt. Der nachfolgenden Tabelle ist die Position sowie der Anlagentyp mit Nabenhöhe und die Betriebsweisen der geplanten Windenergieanlage zu entnehmen. Die Betriebsweise und die damit verbundenen Schalleistungspegel der Windenergieanlage bilden die Grundlage für die Berechnung der Zusatzbelastung.

Nr.	WEA Typ	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NN [m]	Betriebsmodus Nacht	Betriebsmodus Tag
01	Nordex N163/5.7 MW	218213	5926327	28,9	Mode 2 mit STE	Mode 0 mit STE

Tabelle 4: Position der geplanten Windenergieanlage

5.3 Schalltechnische Kennwerte

Für die Nordex N163/5.7 existierten zum Zeitpunkt der Berichterstellung keine unabhängigen schalltechnischen Vermessungen nach DIN EN 61400-11 [10] und der Technischen Richtlinie für

Windenergieanlagen, Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionswerte“ [11]. Der Anlagenhersteller gibt für den Betrieb in Deutschland nachfolgende Angaben zu den maximalen Schallleistungspegeln für die unterschiedlichen Betriebsweisen der Anlage an [13].

Zur Berücksichtigung der Unsicherheiten wird als Zuschlag im Sinne der oberen Vertrauensgrenze ein Wert von 2,1 dB(A) einbezogen (zur Berechnung der oberen Vertrauensgrenze vgl. Abschnitt 2)

NR.	Bezeichnung	Schallleistungspegel Mode 2 mit STE [dB(A)]	σ_R [dB]	σ_P [dB]	σ_{Prog} [dB]	σ_{ges} [dB]	OVB [dB]	$L_{WA,90}$ [dB]
1	Nordex N163/5.7 MW	106,4	0,5	1,2	1,0	1,7	2,1	108,5

Tabelle 5: Schalldaten der geplanten Windenergieanlage mit Serrations (STE)

Nachfolgende Tabelle zeigt das in der Ausbreitungsberechnung verwendete Oktavspektrum, basierend auf den Herstellerangaben [14] mit STE (Serrated Trailing Edge / Serrations) [15].

Betriebsmodus	63 HZ	125 HZ	250 HZ	500 HZ	1000 HZ	2000 HZ	4000 HZ	8000 HZ	L_{WA}
Mode 2 (Nacht)	88,1	94,3	98,0	100,6	101,3	98,8	91,2	83,2	106,4

Tabelle 6: Oktavbänder Nordex N163/5.7 MW im Betriebsmodus 2 mit Serrations (STE)

Der nach TA Lärm gesetzte Richtwert gilt als eingehalten, wenn er vom ermittelten Beurteilungspegel des Immissionsorts nicht überschritten wird.

6 Vorbelastung

Vorbelastungen müssen für die Prognose der zu erwartender Schallimmissionen berücksichtigt werden und fließen ggf. in die Berechnung mit ein.

6.1 Windenergieanlagen

Nördlich und südöstlich der geplanten Windenergieanlage befinden sich drei weitere Windenergieanlagen in Planung bzw. im Genehmigungsverfahren, welche als schalltechnische Vorbelastung berücksichtigt werden. Die Lage der Windenergieanlagen sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Nr.	WEA Typ	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NN [m]	Nabenhöhe [m]	Betriebsmodus Nacht	Betriebsmodus Tag
01	Vestas V162/5.6 MW	218564	5926071	29,8	119	Mode 0 (STE)	Mode 0 (STE)
02	Vestas V162/5.6 MW	219596	5929422	34,0	166	Mode 0 (STE)	Mode 0 (STE)
03	Nordex N163/5.7 MW	217915	5926908	27,0	164	Mode 0 (STE)	Mode 0 (STE)

Tabelle 7: Art und Position der Vorbelastung

Für die Vestas V162/5.6 sowie die Nordex N163/5.7 existierten zum Zeitpunkt der Berichterstellung keine unabhängigen schalltechnischen Vermessungen nach DIN EN 61400-11 [10] und der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionswerte“ [11]. Die Anlagenhersteller geben für den Betrieb in Deutschland nachfolgende Angaben zu den maximalen Schalleistungspegeln für die unterschiedlichen Betriebsweisen der Anlage an [13, 16].

Zur Berücksichtigung der Unsicherheiten wird als Zuschlag im Sinne der oberen Vertrauensgrenze ein Wert von 2,1 dB(A) einbezogen (zur Berechnung der oberen Vertrauensgrenze vgl. Abschnitt 2)

NR.	Bezeichnung	Schalleistungspegel [dB(A)]	σ_R [dB]	σ_P [dB]	σ_{Prog} [dB]	σ_{ges} [dB]	OVB [dB]	$L_{WA,90}$ [dB]
1	Vestas V162/5,6 MW	104,0	0,5	1,2	1,0	1,7	2,1	106,1
2	Nordex N163/5,7 MW	107,2	0,5	1,2	1,0	1,7	2,1	109,3

Tabelle 8: Schalldaten der Vorbelastung

Nachfolgende Tabelle zeigt das in der Ausbreitungsberechnung verwendete Oktavspektrum, basierend auf den Herstellerangaben [16] mit STE (Serrated Trailing Edge / Serrations).

Betriebsmodus	63 HZ	125 HZ	250 HZ	500 HZ	1000 HZ	2000 HZ	4000 HZ	8000 HZ	L _{WA}
Vestas Mode 0	84,8	92,5	97,3	99,2	98,0	93,9	86,8	76,7	104,0
Nordex Mode 0	88,9	95,1	98,8	101,4	102,1	99,6	92,0	84,0	107,2

Tabelle 9: Oktavbänder der Vorbelastung

6.2 Gewerbegebiet Gresse

Südlich der Ortschaft Gresse in einem Abstand von ca. 1.500 m von der Windenergieanlage befindet sich ein Gewerbegebiet. In diesem Gebiet sind derzeit kleinteilige Gewerbetreibende (Autolackiererei, Händler von Hebebühnen, Werkstattausrüstung und Gartenmöbel, Fuhrpark BioBehr GmbH mit Wartung von landwirtschaftlichen Fahrzeugen) angesiedelt. Aufgrund der gewerblichen Nutzung ist nicht von einem zusätzlichen, insbesondere zwischen 22 und 6 Uhr, Gewerbelärm auszugehen.

6.3 Umschlag-/ Lagerplatz landwirtschaftlicher Betrieb

Nordöstlich von der geplanten Windenergieanlage ca. 430 m entfernt befindet sich ein Umschlag- und Lagerplatz eines landwirtschaftlichen Betriebes (Obst- und Gemüsebauer). Dieses Areal wird von März bis August als Umschlagplatz mit bis zu 3 Mal täglichen An- und Abfahrten genutzt. In der Winterzeit zwischen Oktober bis Februar dient das Areal als Lagerplatz. Aufgrund der geringen Aktivität und insbesondere der Gegebenheit, dass nachts vor Ort kein Betrieb herrscht, ist von keinem zusätzlichen Lärm auszugehen.

7 Infraschall und tieffrequente Geräusche

Die Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräusche sind in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm [1], siehe dort das Kapitel 7.3 und den Anhang A 1.5) sowie in der Norm DIN 45680 [12] geregelt. Maßgeblich für mögliche Belästigungen ist die Wahrnehmungsschwelle des Menschen, die in der Norm dargestellt ist. An den betrachteten Immissionsorten wird diese Schwelle

aufgrund der großen Entfernung zwischen den Immissionsorten und den geplanten WEA nach Erfahrungen des Arbeitskreises Geräusche von WEA der Fördergesellschaft Windenergie e.V. nicht erreicht. Nach heutigem Stand der Wissenschaft sind schädliche Wirkungen durch Infraschall bei Windenergieanlagen nicht zu erwarten.

8 Ergebnisse der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2

Mittels der Software WindPRO [8] und dem zugehörigen Modul DECIBEL wird die Immissionsbelastung durch den geplanten Windpark an den definierten Immissionsorten ermittelt.

Die Berechnung erfolgt den Anforderungen der TA Lärm [1] entsprechend nach DIN ISO 9613-2 [2], unter Anwendung des Interimsverfahrens [4]. Gemäß den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [3] und des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ [7] werden der Berechnung das Geländere Relief, eine Lufttemperatur von 10° C und eine Luftfeuchtigkeit von 70 % zugrunde gelegt.

Die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung durch die neu geplante WEA an den untersuchten Immissionsorten wurden nach DIN ISO 9613-2 [2] wie folgt berechnet. Für die Beurteilungspegel sind nach DIN 1333 ganzzahlige Werte anzugeben.

8.1 Berechnungsergebnis Vorbelastung

Immissionsort		IRW Nacht	Immissions- pegel	Beurteilungs- pegel
Nr.	Name	dB(A)	dB(A)	dB(A)
IO-A	Gresser Strasse 1, Badekow	45	39,3	39
IO-B	Gresser Strasse 4, Badekow	45	39,4	39
IO-C	Dorfstrasse 6, Badekow	45	37,5	38
IO-D	Dorfstrasse 1, Badekow	45	39,8	40
IO-E	Gammer Höh, Schwartow	45	33,9	34
IO-F	Zahrendörfer Weg 8, Schwartow	40	33,3	33
IO-G	Zarrentiner Strasse 44, Schwartow	40	36,2	36
IO-H	Zarrentiner Strasse 62, Schwartow	40	37,4	37
IO-I	Zarrentiner Strasse 77, Schwartow	45	37,7	38
IO-J	Behr Gemüsehandel GmbH Am Hag'n Böken, Gresse	50	42,4	42
IO-K	Heide 2a, Heide	45	36,2	36
IO-L	Heide 6, Heide	45	36,3	36
IO-M	Gewerbegebiet Gresse, Gresse	50	39,6	40
IO-N	Badekower Strasse 14, Gresse	45	38,4	38

Tabelle 10: Ergebnisse Vorbelastung

8.2 Berechnungsergebnis Zusatzbelastung

Immissionsort		IRW Nacht	Immissions- pegel	Beurteilungs- pegel
Nr.	Name	dB(A)	dB(A)	dB(A)
IO-A	Gresser Strasse 1, Badekow	45	34,6	35
IO-B	Gresser Strasse 4, Badekow	45	35,2	35
IO-C	Dorfstrasse 6, Badekow	45	34,5	35
IO-D	Dorfstrasse 1, Badekow	45	37,3	37
IO-E	Gammer Höh, Schwartow	45	31,9	32
IO-F	Zahrendörfer Weg 8, Schwartow	40	31,9	32
IO-G	Zarrentiner Strasse 44, Schwartow	40	35,6	36
IO-H	Zarrentiner Strasse 62, Schwartow	40	37,2	37
IO-I	Zarrentiner Strasse 77, Schwartow	45	36,3	36
IO-J	Behr Gemüsehandel GmbH Am Hag'n Böken, Gresse	50	35,9	36
IO-K	Heide 2a, Heide	45	31,4	31
IO-L	Heide 6, Heide	45	30,4	30
IO-M	Gewerbegebiet Gresse, Gresse	50	32,4	32
IO-N	Badekower Strasse 14, Gresse	45	31,7	32

Tabelle 11: Ergebnisse Zusatzbelastung

8.3 Berechnungsergebnis Gesamtbelastung

Immissionsort		IRW Nacht	Immissions- pegel	Beurteilungs- pegel	Reserve zum IRW
Nr.	Name	dB(A)	dB(A)	dB(A)	
IO-A	Gresser Strasse 1, Badekow	45	40,6	41	4
IO-B	Gresser Strasse 4, Badekow	45	40,8	41	4
IO-C	Dorfstrasse 6, Badekow	45	39,3	40	5
IO-D	Dorfstrasse 1, Badekow	45	41,8	42	3
IO-E	Gammer Höh, Schwartow	45	36,0	36	9
IO-F	Zahrendörfer Weg 8, Schwartow	40	35,7	36	4
IO-G	Zarrentiner Strasse 44, Schwartow	40	38,9	39	1
IO-H	Zarrentiner Strasse 62, Schwartow	40	40,3	40	0
IO-I	Zarrentiner Strasse 77, Schwartow	45	40,1	40	5
IO-J	Behr Gemüsehandel GmbH Am Hag'n Böken, Gresse	50	43,2	43	7
IO-K	Heide 2a, Heide	45	37,5	38	7
IO-L	Heide 6, Heide	45	37,3	37	8
IO-M	Gewerbegebiet Gresse, Gresse	50	40,4	40	10
IO-N	Badekower Strasse 14, Gresse	45	39,3	40	15

Tabelle 12: Ergebnisse Gesamtbelastung

Die ermittelten Beurteilungspegel halten inklusive der Berücksichtigung des OVB von 2,1 dB die Richtwerte gemäß TA Lärm ein. Der Bau der Windkraftanlage am Standort Boizenburg kann somit hinsichtlich seiner Schallemissionen durch Windenergieanlagen als unbedenklich angesehen werden.

Weitere Details zu den verwendeten Modellparametern können der Berechnungsdokumentation im Anhang entnommen werden.

9 Zusammenfassung

Mit dieser Prognose wurden erwartete Schallimmissionen bestimmt, verursacht durch eine in Planung befindliche Windenergieanlage am Standort Boizenburg.

Im Zuge einer Ortsbesichtigung am 15. Juli 2019 wurden vierzehn Immissionsorte ausgewählt, deren potentielle Immissionsbelastung durch die geplante Windenergieanlage geprüft wurde. Die Auswahl der für die Schallimmissionsprognose relevanten Immissionsorte am Standort erfolgte auf Basis des nach dem TA-Lärm definierten Einwirkbereichs der geplanten WEA. Somit ergeben sich Nachtimmissionsrichtwerte von 40, 45 und 50 dB(A).

Für die Windenergieanlage wurde ein Schalleistungspegel von 108,5 dB(A) (mittlerer Schalleistungspegel zzgl. 2,1 dB(A) Sicherheitszuschlag für den oberen Vertrauensbereich) angenommen. Mittels der Software WindPRO [8] und dem zugehörigen Modul DECIBEL wurde die Belastung an den definierten Immissionsorten ermittelt. Die Berechnung erfolgte gemäß TA Lärm nach DIN ISO 9613-2 [2], unter Anwendung des Interimsverfahrens [4].

Aus Tabelle 13 geht hervor, dass die Immissionsrichtwerte an allen Immissionsorten eingehalten werden.

Immissionsort		IRW Nacht	Vor- belastung	Zusatz- belastung	Gesamt- belastung
Nr.	Name	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
IO-A	Gresser Strasse 1, Badekow	45	39	35	41
IO-B	Gresser Strasse 4, Badekow	45	39	35	41
IO-C	Dorfstrasse 6, Badekow	45	38	35	40
IO-D	Dorfstrasse 1, Badekow	45	40	37	42
IO-E	Gammer Höh, Schwartow	45	34	32	36
IO-F	Zahrendörfer Weg 8, Schwartow	40	33	32	36
IO-G	Zarrentiner Strasse 44, Schwartow	40	36	36	39
IO-H	Zarrentiner Strasse 62, Schwartow	40	37	37	40
IO-I	Zarrentiner Strasse 77, Schwartow	45	38	36	40
IO-J	Behr Gemüsehandel GmbH Am Hag'n Böken, Gresse	50	42	36	43
IO-K	Heide 2a, Heide	45	36	31	38
IO-L	Heide 6, Heide	45	36	30	37
IO-M	Gewerbegebiet Gresse, Gresse	50	40	32	40
IO-N	Badekower Strasse 14, Gresse	45	38	32	40

Tabelle 13: Zusammenfassung der Ergebnisse und Gesamtbeurteilungspegel

Im Tagbetrieb kann die WEA mit dem maximalen Schalleistungspegel betrieben werden, da während des Tagzeitraums (06.00 – 22.00 Uhr) die Immissionsrichtwerte der in diesem Gutachten relevanten Immissionsorte entsprechend Ziffer 6.1 TA-Lärm [1] 10 dB(A) bzw. 15 dB(A) über den Immissionsrichtwerten für den Nachtzeitraum (22.00 – 06.00 Uhr) liegen. So werden auch bei einem höheren Emissionspegel für die WEA im Tagbetrieb die Immissionsrichtwerte weit unterschritten. Entsprechend liegt der Immissionspegel an den relevanten Immissionsorten um mehr als 10 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert, womit diese nach Ziffer 2.2 a) TA Lärm [1] nicht mehr im Einwirkungsbereich der geplanten WEA liegen. Eine entsprechende Berechnung befindet sich im Anhang.

10 Beurteilung

Aus Sicht des Schallimmissionsschutzes bestehen unter den dargestellten Bedingungen keine Bedenken gegen die Errichtung und den Betrieb der geplanten Windenergieanlage während der Tages- und Nachtzeit.

Heilbronn, 01.08.2019



Bearbeiter: Michael Kompa

11 Literatur

- [1] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm); GMBI 1998, August 1998
- [2] DIN ISO 9613-2; Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Okt. 99
- [3] LAI; Schallimmissionsschutz im Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen Empfehlungen des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ der Immissionsschutzbehörden und Messinstitute
- [4] <https://www.din.de>; Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1
- [5] BImSchG - „Bundes-Immissionsschutzgesetz Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinrichtungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge“ in der Fassung der Bek. vom 26.09.2002
- [6] DIN EN 50376 „Angabe des Schalleistungspegels und der Tonhaltigkeitswerte bei Windenergieanlagen“
- [7] LAI; Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Stand 30.06.2016
- [8] WindPRO Version 3.3 EMD International A/S
- [9] Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen: Deutsche Übersetzung des „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“, Hrsg.: DIN Deutsches Institut für Normung e.V.; Beuth Verlage GmbH 2012
- [10] DIN EN 61400-11 Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren (IEC 61400-11:2012); Deutsche Fassung EN 61400-11:2013
- [11] FGW; Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW)
- [12] DIN 45680; Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen
- [13] Schallemissionen, Leistungskurven und Schubbeiwerte für Nordex N163/5.X Nordex Dokument F008_276_A12_DE; Revision 00 Stand 21.05.2019
- [14] Oktav-Schalleistungspegel für Nordex N163/5.X Nordex Dokument F008_276_A19_IN; Revision 00 Stand 21.05.2019
- [15] Allgemeine Dokumentation „Option Serrations“ Nordex Dokument K0801_077528_DE; Revision 04 Stand 31.05.2019
- [16] Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen Vestas V162/5.6 MW Dokument Nr.: 0079-9518.V04 Stand 13.03.2019

12 Abkürzungen und Symbolverzeichnis

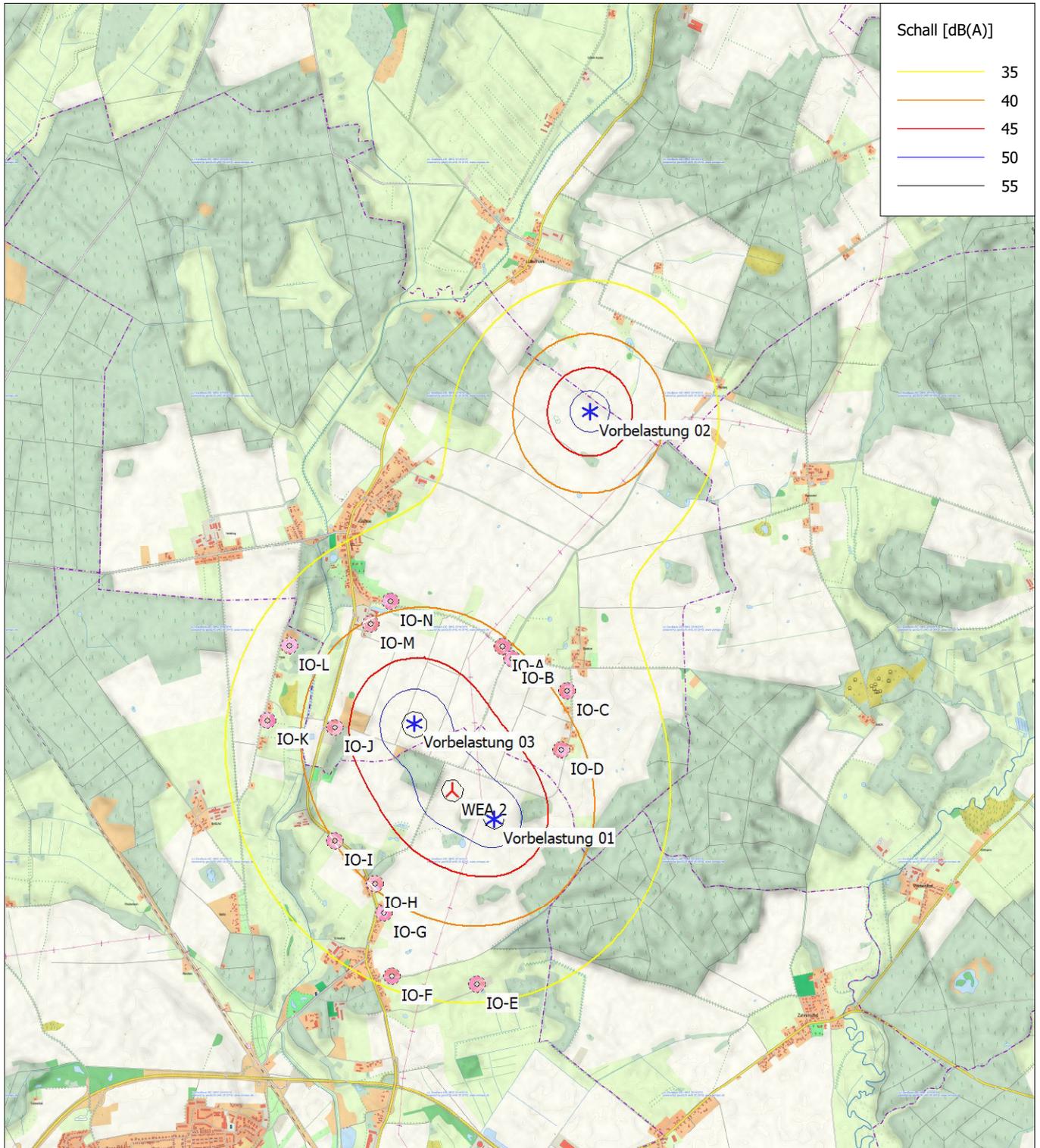
A	Dämpfung
A_{atm}	Dämpfung durch die Luftabsorption
A_{bar}	Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz)
Abb.	Abbildung
A_{div}	Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung
A_{gr}	Bodendämpfung
A_{misc}	Dämpfung aufgrund verschiedener Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie)
Bez.	Bezeichnung
dB(A)	A-bewerteter Schalldruckpegel
C_{met}	Meteorologische Korrektur
D_c	Richtwirkungskorrektur
D_p	Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger
H_m	mittlere Höhe (in Meter) des Schallausbreitungsweges über dem Boden
h_r	Höhe des Immissionspunktes über Grund (in WindPRO 5m)
h_s	Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)
IRW	Lärm- Immissionsrichtwerte
kTN	Tonhaltigkeit
K_T	Zuschlag für Tonhaltigkeit
K_I	Zuschlag für Impulshaltigkeit
L_{AT}	Beurteilungspegel am Immissionspunkt
L_{ATi}	Schallimmissionspegel an dem Immissionspunkt einer Emissionsquelle i
L_{WA}	Schalleistungspegel der Punktschallquelle A-bewertet
$L_{WA, 90}$	Schalleistungspegel inkl. Zuschlag (mit einem Vertrauensbereich von 90%)
üNN	über Normalnull
Nr.	Nummer
OVb	Oberer Vertrauensbereich
s	Standardabweichung
UTM	Universal Transverse Mercator
WEA	Windenergieanlage
α_{500}	Absorptionskoeffizient der Luft (= 1,9 dB/km)
σ_{ges}	Gesamtstandardabweichung
σ_R	Standardabweichung der Messergebnisse
σ_P	Produktionsstandardabweichung, Produktstreuung
σ_{Prog}	Standardabweichung des Prognoseverfahrens

13 Anhang

- Isophonenkarte Gesamtbelastung
- Berechnung der Schallausbreitung: Gesamtbelastung Tag (Hauptergebnis)
- Berechnung der Schallausbreitung: Vorbelastung (Hauptergebnis)
- Berechnung der Schallausbreitung: Zusatzbelastung (Hauptergebnis)
- Berechnung der Schallausbreitung: Gesamtbelastung (Detaillierte Ergebnisse)
- Auszug aus Schallemissionen, Leistungskurven und Schubbeiwerte für Nordex N163/5.X
Nordex Dokument F008_276_A12_DE; Revision 00 Stand 21.05.2019
- Oktav-Schalleistungspegel für Nordex N163/5.X
Nordex Dokument F008_276_A19_IN; Revision 00 Stand 21.05.2019
- Allgemeine Dokumentation „Option Serrations“
Nordex Dokument K0801_077528_DE; Revision 04 Stand 31.05.2019
- Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen Vestas V162/5.6 MW
Dokument Nr.: 0079-9518.V04 Stand 13.03.2019

DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: Gesamtbelastung WEA 2



Karte: OnMaps Version 4.0 , Maßstab 1:50.000, Mitte: ETRS-TMzn Pan-European Transverse Mercator (UTM)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 218.756 Nord: 5.927.746
 ▲ Neue WEA * Existierende WEA ■ Schall-Immissionsort
 Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren). Windgeschwindigkeit: Lautester Wert bis 95% Nennleistung
 Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung WEA 2 Tageswerte

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

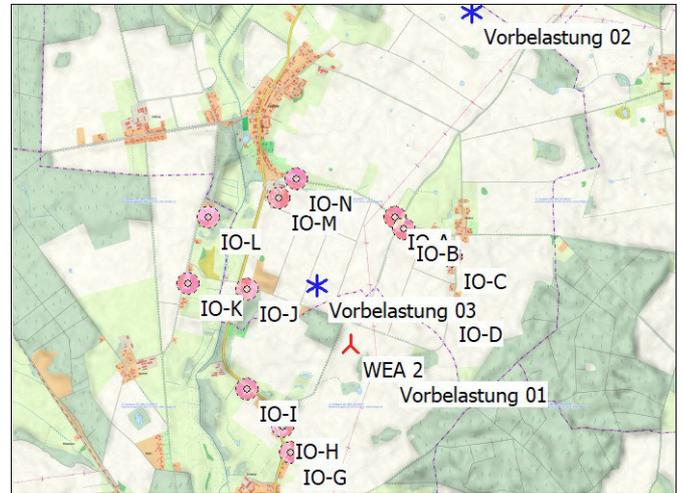
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

- Industriegebiet: 70 dB(A)
- Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
- Reines Wohngebiet / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)
- Gewerbegebiet: 50 dB(A)
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
- Kur- und Feriengbiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:

ETRS-TMzn Pan-European Transverse Mercator (UTM)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:75.000
▲ Neue WEA ✱ Existierende WEA
■ Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
					Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name			
Vorbelastung 01	218.564	5.926.071	29,8	Vorbelastung 01	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	119,0	USER	Betriebsmodus 0 inkl. Zuschlag 2,1 dB(A)	(95%)	106,1	Nein
Vorbelastung 02	219.596	5.929.422	34,0	Vorbelastung 02	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	166,0	USER	Betriebsmodus 0 inkl. Zuschlag 2,1 dB(A)	(95%)	106,1	Nein
Vorbelastung 03	217.915	5.926.908	27,0	Vorbelastung 03	Ja	NORDEX	N163-5.700	5.700	163,0	164,0	USER	Mode 0 inkl. 2,1 dB(A) OVB - STE	(95%)	109,3	Nein
WEA 2	218.213	5.926.327	28,9	WEA 2	Ja	NORDEX	N163-5.700	5.700	163,0	164,0	USER	Mode 0 inkl. 2,1 dB(A) OVB - STE	(95%)	109,3	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung Beurteilungspegel	
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]
IO-A	Gresser Strasse 1	218.727	5.927.509	26,4	5,0	60,0	40,8
IO-B	Gresser strasse 4	218.804	5.927.400	28,7	5,0	60,0	41,0
IO-C	Dorfstrasse 6	219.261	5.927.104	38,9	5,0	60,0	39,5
IO-D	Dorfstrasse 1	219.183	5.926.608	45,4	5,0	60,0	42,1
IO-E	Gammer Höh	218.332	5.924.695	15,5	5,0	60,0	36,3
IO-F	Zahrendörfer Weg 8	217.599	5.924.810	15,6	5,0	55,0	36,0
IO-G	Zarrentiner Strasse 44	217.562	5.925.342	16,5	5,0	55,0	39,3
IO-H	Zarrentiner Strasse 62	217.502	5.925.594	20,8	5,0	55,0	40,7
IO-I	Zarrentiner Strasse 77	217.168	5.925.972	18,5	5,0	60,0	40,4
IO-J	Behr Gemüsehandel GmbH	217.226	5.926.915	17,8	5,0	65,0	43,4
IO-K	Heide 2a	216.643	5.927.009	17,8	5,0	60,0	37,7
IO-L	Heide 6	216.876	5.927.620	17,9	5,0	60,0	37,5
IO-M	Gewerbegebiet Gresse	217.593	5.927.763	19,8	5,0	65,0	40,5
IO-N	Badekower Srasse 14	217.771	5.927.940	19,4	5,0	60,0	39,4

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA			
	Vorbelastung 01	Vorbelastung 02	Vorbelastung 03	WEA 2
IO-A	1446	2099	1009	1288
IO-B	1349	2170	1015	1224
IO-C	1245	2340	1359	1304
IO-D	819	2841	1302	1009
IO-E	1394	4889	2250	1635
IO-F	1587	5022	2120	1635
IO-G	1238	4555	1604	1180
IO-H	1164	4360	1376	1021
IO-I	1398	4215	1197	1103

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Windpark Boizenburg WKA 2

Lizenzierter Anwender:

Die Naturschutzplaner GmbH
Nürnberger Strasse 28
DE-74074 Heilbronn

Berechnet:

01.08.2019 17:03/3.3.261

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung WEA 2 Tageswerte

...(Fortsetzung von letzter Seite)

	WEA			
Schall-Immissionsort	Vorbelastung 01	Vorbelastung 02	Vorbelastung 03	WEA 2
IO-J	1581	3447	688	1148
IO-K	2136	3811	1275	1711
IO-L	2289	3260	1259	1858
IO-M	1949	2599	913	1563
IO-N	2028	2349	1041	1671

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung WEA 2

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

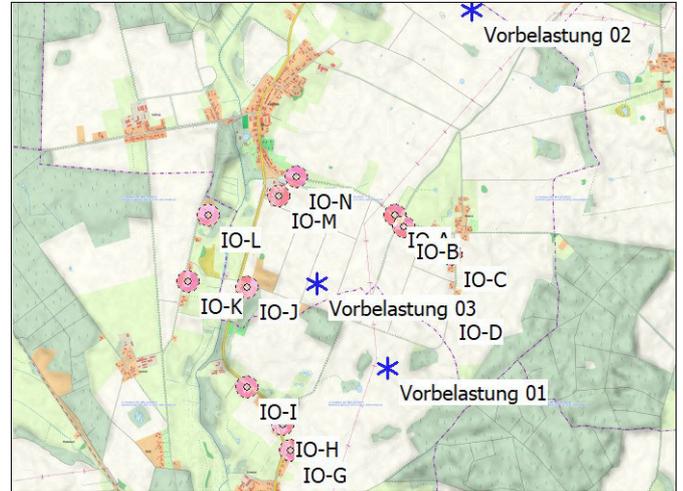
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

- Industriegebiet: 70 dB(A)
- Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
- Reines Wohngebiet / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)
- Gewerbegebiet: 50 dB(A)
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
- Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:

ETRS-TMzn Pan-European Transverse Mercator (UTM)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:75.000

* Existierende WEA ■ Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schallwerte		Windgeschwindigkeit	LWA	Einzelton
					Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name			
Vorbelastung 01	218.564	5.926.071	29,8	Vorbelastung 01	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	119,0	USER	Betriebsmodus 0 inkl. Zuschlag 2,1 dB(A)	(95%)	106,1	Nein
Vorbelastung 02	219.596	5.929.422	34,0	Vorbelastung 02	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	166,0	USER	Betriebsmodus 0 inkl. Zuschlag 2,1 dB(A)	(95%)	106,1	Nein
Vorbelastung 03	217.915	5.926.908	27,0	Vorbelastung 03	Ja	NORDEX	N163-5.700	5.700	163,0	164,0	USER	Mode 0 inkl. 2,1 dB(A) OVB - STE	(95%)	109,3	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe	Anforderung Beurteilungspegel	
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]
IO-A	Gresser Strasse 1	218.727	5.927.509	26,4	5,0	45,0	39,3
IO-B	Gresser strasse 4	218.804	5.927.400	28,7	5,0	45,0	39,4
IO-C	Dorfstrasse 6	219.261	5.927.104	38,9	5,0	45,0	37,5
IO-D	Dorfstrasse 1	219.183	5.926.608	45,4	5,0	45,0	39,8
IO-E	Gammer Höh	218.332	5.924.695	15,5	5,0	45,0	33,9
IO-F	Zahrendörfer Weg 8	217.599	5.924.810	15,6	5,0	40,0	33,3
IO-G	Zarrentiner Strasse 44	217.562	5.925.342	16,5	5,0	40,0	36,2
IO-H	Zarrentiner Strasse 62	217.502	5.925.594	20,8	5,0	40,0	37,4
IO-I	Zarrentiner Strasse 77	217.168	5.925.972	18,5	5,0	45,0	37,7
IO-J	Behr Gemüsehandel GmbH	217.226	5.926.915	17,8	5,0	50,0	42,4
IO-K	Heide 2a	216.643	5.927.009	17,8	5,0	45,0	36,2
IO-L	Heide 6	216.876	5.927.620	17,9	5,0	45,0	36,3
IO-M	Gewerbegebiet Gresse	217.593	5.927.763	19,8	5,0	50,0	39,6
IO-N	Badekower Strasse 14	217.771	5.927.940	19,4	5,0	45,0	38,4

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA		
	Vorbelastung 01	Vorbelastung 02	Vorbelastung 03
IO-A	1446	2099	1009
IO-B	1349	2170	1015
IO-C	1245	2340	1359
IO-D	819	2841	1302
IO-E	1394	4889	2250
IO-F	1587	5022	2120
IO-G	1238	4555	1604
IO-H	1164	4360	1376
IO-I	1398	4215	1197
IO-J	1581	3447	688

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Windpark Boizenburg WKA 2

Lizenzierter Anwender:

Die Naturschutzplaner GmbH
Nürnberger Strasse 28
DE-74074 Heilbronn

Berechnet:

01.08.2019 07:40/3.3.261

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung WEA 2

...(Fortsetzung von letzter Seite)

	WEA		
Schall-Immissionsort	Vorbelastung 01	Vorbelastung 02	Vorbelastung 03
IO-K	2136	3811	1275
IO-L	2289	3260	1259
IO-M	1949	2599	913
IO-N	2028	2349	1041

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung WEA 2

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

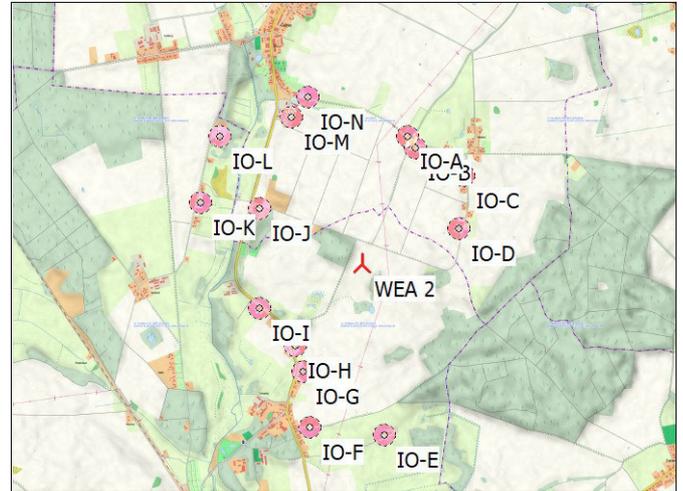
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

- Industriegebiet: 70 dB(A)
- Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
- Reines Wohngebiet / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)
- Gewerbegebiet: 50 dB(A)
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
- Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:

ETRS-TMzn Pan-European Transverse Mercator (UTM)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:75.000

Neue WEA

Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s] (95%)	LWA [dB(A)]	Einzelton
					Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name			
WEA 2	218.213	5.926.327	28,9	WEA 2	Ja	NORDEX	N163-5.700	5.700	163,0	164,0	USER	Mode 2 inkl. 2,1 dB(A)	OVB - STE	108,5	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort		Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe [m]	Schall [dB(A)]	Anforderung	Beurteilungspegel
Nr.	Name							
IO-A	Gresser Strasse 1	218.727	5.927.509	26,4	5,0	45,0	34,6	
IO-B	Gresser strasse 4	218.804	5.927.400	28,7	5,0	45,0	35,2	
IO-C	Dorfstrasse 6	219.261	5.927.104	38,9	5,0	45,0	34,5	
IO-D	Dorfstrasse 1	219.183	5.926.608	45,4	5,0	45,0	37,3	
IO-E	Gammer Höh	218.332	5.924.695	15,5	5,0	45,0	31,9	
IO-F	Zahrendörfer Weg 8	217.599	5.924.810	15,6	5,0	40,0	31,9	
IO-G	Zarrentiner Strasse 44	217.562	5.925.342	16,5	5,0	40,0	35,6	
IO-H	Zarrentiner Strasse 62	217.502	5.925.594	20,8	5,0	40,0	37,2	
IO-I	Zarrentiner Strasse 77	217.168	5.925.972	18,5	5,0	45,0	36,3	
IO-J	Behr Gemüsehandel GmbH	217.226	5.926.915	17,8	5,0	50,0	35,9	
IO-K	Heide 2a	216.643	5.927.009	17,8	5,0	45,0	31,4	
IO-L	Heide 6	216.876	5.927.620	17,9	5,0	45,0	30,4	
IO-M	Gewerbegebiet Gresse	217.593	5.927.763	19,8	5,0	50,0	32,4	
IO-N	Badekower Srasse 14	217.771	5.927.940	19,4	5,0	45,0	31,7	

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA 2
IO-A	1288
IO-B	1224
IO-C	1304
IO-D	1009
IO-E	1635
IO-F	1635
IO-G	1180
IO-H	1021
IO-I	1103
IO-J	1148
IO-K	1711

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Windpark Boizenburg WKA 2

Lizenzierter Anwender:

Die Naturschutzplaner GmbH
Nürnberger Strasse 28
DE-74074 Heilbronn

Berechnet:

31.07.2019 19:18/3.3.261

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung WEA 2

...(Fortsetzung von letzter Seite)

WEA	
Schall-Immissionsort	WEA 2
IO-L	1858
IO-M	1563
IO-N	1671

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung WEA 2

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

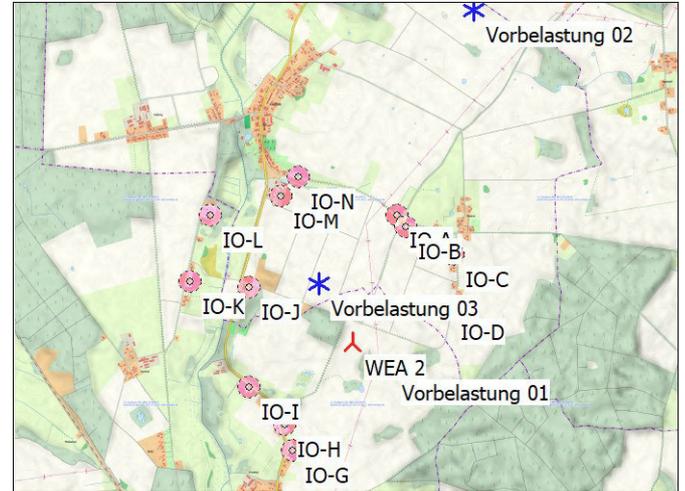
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

- Industriegebiet: 70 dB(A)
- Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
- Reines Wohngebiet / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)
- Gewerbegebiet: 50 dB(A)
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
- Kur- und Ferienggebiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:

ETRS-TMzn Pan-European Transverse Mercator (UTM)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:75.000
▲ Neue WEA ✱ Existierende WEA
■ Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
					Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name			
Vorbeltastung 01	218.564	5.926.071	29,8	Vorbeltastung 01	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	119,0	USER	Betriebsmodus 0 inkl. Zuschlag 2,1 dB(A)	(95%)	106,1	Nein
Vorbeltastung 02	219.596	5.929.422	34,0	Vorbeltastung 02	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	166,0	USER	Betriebsmodus 0 inkl. Zuschlag 2,1 dB(A)	(95%)	106,1	Nein
Vorbeltastung 03	217.915	5.926.908	27,0	Vorbeltastung 03	Ja	NORDEX	N163-5.700	5.700	163,0	164,0	USER	Mode 0 inkl. 2,1 dB(A) OVB - STE	(95%)	109,3	Nein
WEA 2	218.213	5.926.327	28,9	WEA 2	Ja	NORDEX	N163-5.700	5.700	163,0	164,0	USER	Mode 2 inkl. 2,1 dB(A) OVB - STE	(95%)	108,5	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort

Nr.	Name	Ost	Nord	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung Beurteilungspegel	
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]
IO-A	Gresser Strasse 1	218.727	5.927.509	26,4	5,0	45,0	40,6
IO-B	Gresser strasse 4	218.804	5.927.400	28,7	5,0	45,0	40,8
IO-C	Dorfstrasse 6	219.261	5.927.104	38,9	5,0	45,0	39,3
IO-D	Dorfstrasse 1	219.183	5.926.608	45,4	5,0	45,0	41,8
IO-E	Gammer Höh	218.332	5.924.695	15,5	5,0	45,0	36,0
IO-F	Zahrendörfer Weg 8	217.599	5.924.810	15,6	5,0	40,0	35,7
IO-G	Zarrentiner Strasse 44	217.562	5.925.342	16,5	5,0	40,0	38,9
IO-H	Zarrentiner Strasse 62	217.502	5.925.594	20,8	5,0	40,0	40,3
IO-I	Zarrentiner Strasse 77	217.168	5.925.972	18,5	5,0	45,0	40,1
IO-J	Behr Gemüsehandel GmbH	217.226	5.926.915	17,8	5,0	50,0	43,2
IO-K	Heide 2a	216.643	5.927.009	17,8	5,0	45,0	37,5
IO-L	Heide 6	216.876	5.927.620	17,9	5,0	45,0	37,3
IO-M	Gewerbegebiet Gresse	217.593	5.927.763	19,8	5,0	50,0	40,4
IO-N	Badekower Srasse 14	217.771	5.927.940	19,4	5,0	45,0	39,3

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA			
	Vorbeltastung 01	Vorbeltastung 02	Vorbeltastung 03	WEA 2
IO-A	1446	2099	1009	1288
IO-B	1349	2170	1015	1224
IO-C	1245	2340	1359	1304
IO-D	819	2841	1302	1009
IO-E	1394	4889	2250	1635
IO-F	1587	5022	2120	1635
IO-G	1238	4555	1604	1180
IO-H	1164	4360	1376	1021
IO-I	1398	4215	1197	1103

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Windpark Boizenburg WKA 2

Lizenzierter Anwender:

Die Naturschutzplaner GmbH
Nürnberger Strasse 28
DE-74074 Heilbronn

Berechnet:

31.07.2019 17:19/3.3.261

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung WEA 2

...(Fortsetzung von letzter Seite)

	WEA			
Schall-Immissionsort	Vorbelastung 01	Vorbelastung 02	Vorbelastung 03	WEA 2
IO-J	1581	3447	688	1148
IO-K	2136	3811	1275	1711
IO-L	2289	3260	1259	1858
IO-M	1949	2599	913	1563
IO-N	2028	2349	1041	1671

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung WEA 2 **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s
Annahmen

Berechneter L(DW) = LWA,ref + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet
(Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Omega)

LWA,ref:	Schalleistungspegel der WEA
K:	Einzeltöne
Dc:	Richtwirkungskorrektur
Adiv:	Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
Aatm:	Dämpfung aufgrund von Luftabsorption
Agr:	Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts
Abar:	Dämpfung aufgrund von Abschirmung
Amisc:	Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte
Cmet:	Meteorologische Korrektur

Berechnungsergebnisse

Schall-Immissionsort: IO-A Gresser Strasse 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Vorbelastung 01	1.446	1.451	31,67	106,1	0,00	74,23	3,19	-3,00	0,00	0,00	74,42
Vorbelastung 02	2.099	2.106	27,38	106,1	0,00	77,47	4,24	-3,00	0,00	0,00	78,71
Vorbelastung 03	1.009	1.022	38,10	109,3	0,00	71,19	3,02	-3,00	0,00	0,00	71,21
WEA 2	1.288	1.298	34,64	108,5	0,00	73,27	3,60	-3,00	0,00	0,00	73,87
Summe			40,56								

Schall-Immissionsort: IO-B Gresser strasse 4

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Vorbelastung 01	1.349	1.354	32,44	106,1	0,00	73,63	3,02	-3,00	0,00	0,00	73,65
Vorbelastung 02	2.170	2.176	26,99	106,1	0,00	77,75	4,35	-3,00	0,00	0,00	79,10
Vorbelastung 03	1.015	1.027	38,04	109,3	0,00	71,23	3,03	-3,00	0,00	0,00	71,26
WEA 2	1.224	1.234	35,21	108,5	0,00	72,83	3,47	-3,00	0,00	0,00	73,30
Summe			40,77								

Schall-Immissionsort: IO-C Dorfstrasse 6

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Vorbelastung 01	1.245	1.250	33,32	106,1	0,00	72,94	2,83	-3,00	0,00	0,00	72,77
Vorbelastung 02	2.340	2.345	26,09	106,1	0,00	78,40	4,60	-3,00	0,00	0,00	80,00
Vorbelastung 03	1.359	1.367	34,85	109,3	0,00	73,72	3,74	-3,00	0,00	0,00	74,46
WEA 2	1.304	1.312	34,52	108,5	0,00	73,36	3,63	-3,00	0,00	0,00	73,99
Summe			39,26								

Schall-Immissionsort: IO-D Dorfstrasse 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Vorbelastung 01	819	825	37,73	106,1	0,00	69,33	2,03	-3,00	0,00	0,00	68,36
Vorbelastung 02	2.841	2.845	23,71	106,1	0,00	80,08	5,30	-3,00	0,00	0,00	82,38
Vorbelastung 03	1.302	1.310	35,34	109,3	0,00	73,34	3,62	-3,00	0,00	0,00	73,97
WEA 2	1.009	1.019	37,33	108,5	0,00	71,17	3,01	-3,00	0,00	0,00	71,18
Summe			41,76								

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung WEA 2 **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: IO-E Gammer Höh

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Vorbelastung 01	1.394	1.400	32,07	106,1	0,00	73,92	3,10	-3,00	0,00	0,00	74,02
Vorbelastung 02	4.889	4.892	16,56	106,1	0,00	84,79	7,74	-3,00	0,00	0,00	89,53
Vorbelastung 03	2.250	2.256	28,92	109,3	0,00	78,07	5,32	-3,00	0,00	0,00	80,39
WEA 2	1.635	1.644	31,92	108,5	0,00	75,32	4,27	-3,00	0,00	0,00	76,58
Summe			36,01								

Schall-Immissionsort: IO-F Zahrendörfer Weg 8

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Vorbelastung 01	1.587	1.592	30,63	106,1	0,00	75,04	3,42	-3,00	0,00	0,00	75,46
Vorbelastung 02	5.022	5.025	16,19	106,1	0,00	85,02	7,88	-3,00	0,00	0,00	89,90
Vorbelastung 03	2.120	2.127	29,65	109,3	0,00	77,55	5,11	-3,00	0,00	0,00	79,66
WEA 2	1.635	1.644	31,92	108,5	0,00	75,32	4,27	-3,00	0,00	0,00	76,59
Summe			35,65								

Schall-Immissionsort: IO-G Zarrentiner Strasse 44

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Vorbelastung 01	1.238	1.245	33,36	106,1	0,00	72,90	2,83	-3,00	0,00	0,00	72,73
Vorbelastung 02	4.555	4.559	17,53	106,1	0,00	84,18	7,38	-3,00	0,00	0,00	88,56
Vorbelastung 03	1.604	1.613	32,94	109,3	0,00	75,15	4,21	-3,00	0,00	0,00	76,36
WEA 2	1.180	1.192	35,60	108,5	0,00	72,53	3,38	-3,00	0,00	0,00	72,91
Summe			38,93								

Schall-Immissionsort: IO-H Zarrentiner Strasse 62

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Vorbelastung 01	1.164	1.170	34,03	106,1	0,00	72,37	2,69	-3,00	0,00	0,00	72,06
Vorbelastung 02	4.360	4.364	18,13	106,1	0,00	83,80	7,16	-3,00	0,00	0,00	87,96
Vorbelastung 03	1.376	1.386	34,69	109,3	0,00	73,84	3,78	-3,00	0,00	0,00	74,62
WEA 2	1.021	1.034	37,17	108,5	0,00	71,29	3,04	-3,00	0,00	0,00	71,34
Summe			40,32								

Schall-Immissionsort: IO-I Zarrentiner Strasse 77

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Vorbelastung 01	1.398	1.404	32,04	106,1	0,00	73,95	3,11	-3,00	0,00	0,00	74,05
Vorbelastung 02	4.215	4.219	18,59	106,1	0,00	83,50	7,00	-3,00	0,00	0,00	87,50
Vorbelastung 03	1.197	1.208	36,25	109,3	0,00	72,64	3,42	-3,00	0,00	0,00	73,06
WEA 2	1.103	1.116	36,34	108,5	0,00	71,95	3,22	-3,00	0,00	0,00	72,17
Summe			40,08								

Schall-Immissionsort: IO-J Behr Gemüsehandel GmbH

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Vorbelastung 01	1.581	1.586	30,67	106,1	0,00	75,00	3,41	-3,00	0,00	0,00	75,42
Vorbelastung 02	3.447	3.452	21,24	106,1	0,00	81,76	6,09	-3,00	0,00	0,00	84,85
Vorbelastung 03	688	709	42,02	109,3	0,00	68,01	2,28	-3,00	0,00	0,00	67,29
WEA 2	1.148	1.160	35,90	108,5	0,00	72,29	3,32	-3,00	0,00	0,00	72,61
Summe			43,24								

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung WEA 2 **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: IO-K Heide 2a

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Vorbelastung 01	2.136	2.140	27,19	106,1	0,00	77,61	4,29	-3,00	0,00	0,00	78,90
Vorbelastung 02	3.811	3.815	19,93	106,1	0,00	82,63	6,53	-3,00	0,00	0,00	86,16
Vorbelastung 03	1.275	1.286	35,54	109,3	0,00	73,19	3,58	-3,00	0,00	0,00	73,76
WEA 2	1.711	1.719	31,40	108,5	0,00	75,71	4,41	-3,00	0,00	0,00	77,11
Summe			37,47								

Schall-Immissionsort: IO-L Heide 6

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Vorbelastung 01	2.289	2.293	26,36	106,1	0,00	78,21	4,52	-3,00	0,00	0,00	79,72
Vorbelastung 02	3.260	3.265	21,96	106,1	0,00	81,28	5,85	-3,00	0,00	0,00	84,13
Vorbelastung 03	1.259	1.270	35,69	109,3	0,00	73,07	3,54	-3,00	0,00	0,00	73,62
WEA 2	1.858	1.866	30,42	108,5	0,00	76,42	4,67	-3,00	0,00	0,00	78,09
Summe			37,32								

Schall-Immissionsort: IO-M Gewerbegebiet Gresse

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Vorbelastung 01	1.949	1.953	28,27	106,1	0,00	76,81	4,00	-3,00	0,00	0,00	77,82
Vorbelastung 02	2.599	2.605	24,81	106,1	0,00	79,31	4,97	-3,00	0,00	0,00	81,28
Vorbelastung 03	913	928	39,15	109,3	0,00	70,35	2,80	-3,00	0,00	0,00	70,15
WEA 2	1.563	1.572	32,45	108,5	0,00	74,93	4,13	-3,00	0,00	0,00	76,06
Summe			40,40								

Schall-Immissionsort: IO-N Badekower Strasse 14

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Vorbelastung 01	2.028	2.032	27,80	106,1	0,00	77,16	4,13	-3,00	0,00	0,00	78,29
Vorbelastung 02	2.349	2.356	26,04	106,1	0,00	78,44	4,61	-3,00	0,00	0,00	80,05
Vorbelastung 03	1.041	1.054	37,76	109,3	0,00	71,46	3,09	-3,00	0,00	0,00	71,55
WEA 2	1.671	1.679	31,67	108,5	0,00	75,50	4,33	-3,00	0,00	0,00	76,84
Summe			39,27								

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Gesamtbelastung WEA 2

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

Feste Werte, Agr: -3,0, Dc: 0,0

Meteorologischer Koeffizient, C0:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (DK, DE, SE, NL etc.)

Schalleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

WEA-Katalog

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

5,0 m; Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Modell

Unsicherheitszuschlag:

0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität

verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts:

0,0 dB(A)

Oktavbanddaten verwendet

Frequenzabhängige Luftdämpfung

63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
[dB/km]							
0,10	0,40	1,00	1,90	3,70	9,70	32,80	117,00

WEA: NORDEX N163 5700 163.0 !O!

Schall: Mode 2 inkl. 2,1 dB(A) OVB - STE

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Nordex Dokument	31.07.2019	USER	31.07.2019 15:30
F008_276_A19_IN			
Revision00,2019-05-21			

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	108,5	Nein	90,2	96,4	100,1	102,7	103,4	100,9	93,3	85,3

WEA: VESTAS V162 5600 162.0 !O!

Schall: Betriebsmodus 0 inkl. Zuschlag 2,1 dB(A)

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Vestas Dokument	11.07.2019	USER	11.07.2019 11:36
Dokument Nr.: 0079-9518.V04			
Datum: 2019-03-13			

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	106,1	Nein	86,9	94,6	99,4	101,3	100,1	96,0	88,9	78,8

WEA: NORDEX N163 5700 163.0 !O!

Schall: Mode 0 inkl. 2,1 dB(A) OVB - STE

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Nordex Dokument	18.06.2019	USER	31.07.2019 12:54

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	109,3	Nein	91,0	97,2	100,9	103,5	104,2	101,7	94,1	86,1

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Gesamtbelastung WEA 2

Schall-Immissionsort: IO-A Gresser Strasse 1

Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: IO-B Gresser strasse 4

Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: IO-C Dorfstrasse 6

Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: IO-D Dorfstrasse 1

Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: IO-E Gammer Höh

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: IO-F Zahrendörfer Weg 8

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: IO-G Zarrentiner Strasse 44

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: IO-H Zarrentiner Strasse 62

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: IO-I Zarrentiner Strasse 77

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Gesamtbelastung WEA 2

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: IO-J Behr Gemüsehandel GmbH

Vordefinierter Berechnungsstandard: Gewerbegebiet

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 50,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: IO-K Heide 2a

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: IO-L Heide 6

Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: IO-M Gewerbegebiet Gresse

Vordefinierter Berechnungsstandard: Gewerbegebiet

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 50,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: IO-N Badekower Strasse 14

Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung



Schallemission, Leistungskurven, Schubbeiwerte

Nordex N163/5.X

© Nordex Energy GmbH, Langenhorner Chaussee 600, D-22419 Hamburg, Germany
Alle Rechte vorbehalten. Schutzvermerk ISO 16016 beachten.

Nordex N163/5.X – Schallemission Messvorschriften

Grundlage: Der angegebene Schallleistungspegel ist ein Erwartungswert im Sinne der Statistik. Ergebnisse von Einzelmessungen werden innerhalb des Vertrauensbereiches gemäß IEC 61400-14 [4] liegen.

Bemerkungen:

Nachweis gemäß: Messungen der Schalleistung sind an der Referenzposition nach Methode 1 der IEC 61400-11 [1] von einem nach ISO/IEC 17025 [3] für Schallemissionsmessungen an Windenergieanlagen akkreditierten Messinstitut durchzuführen. Die Bestimmung von Tonzuschlägen K_{TN} im Nahbereich der WEA aus diesen Messungen ist entsprechend der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen [2] durchzuführen.

Tonhaltigkeiten: Die Geräusche im Nahbereich von Windenergieanlagen können Tonhaltigkeiten aufweisen. Der spezifizierte Schallleistungspegel ist inklusive eventueller Tonzuschläge entsprechend Technischer Richtlinie für Windenergieanlagen [2] zu verstehen, wobei Tonzuschläge $K_{TN} \leq 2$ dB nicht berücksichtigt werden.

- [1] IEC 61400-11 ed. 2: Wind Turbine Generator Systems - Part 11: Acoustic Noise Measurement Techniques; 2002-12
- [2] Technische Richtlinie für Windenergieanlagen - Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18; FGW 2008-02
- [3] ISO/IEC 17025: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories; 2017-11
- [4] IEC 61400-14, Wind turbines - Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values, first edition, 2005-03

Abkürzungen:

L_{WA} ... A-bewerteter Schallleistungspegel
 STE ... Serrations

Nordex N163/5.X – Schallemission, Nennleistung und verfügbare Nabenhöhen

Betriebsweise	Nennleistung [kW]	maximaler Schalleistungspegel über den gesamten Betriebsbereich der WEA		verfügbare Nabenhöhen [m]		
		L _{WA} [dB(A)]	L _{WA} (STE) [dB(A)]	118	148	164
Mode 0	5700	109,2	107,2	●	●	●
Mode 1	5600	108,8	106,8	●	●	●
Mode 2	5500	108,4	106,4	●	●	●
Mode 3	5400	108,0	106,0	●	●	●
Mode 4	5270	107,5	105,5	●	●	●
Mode 5	5150	107,0	105,0	●	●	●
Mode 6	5040	106,5	104,5	●	–	●
Mode 7	4930	106,0	104,0	●	–	●
Mode 8	4810	105,5	103,5	○	–	○
Mode 9	4700	105,0	103,0	○	–	○
Mode 10	4290	103,0	101,0	○	○	○
Mode 11	4170	102,5	100,5	○	○	○
Mode 12	4080	102,0	100,0	●	●	●
Mode 13	3990	101,5	99,5	●	●	●
Mode 14	3900	101,0	99,0	●	●	●
Mode 15	3810	100,5	98,5	●	●	●
Mode 16	3700	100,0	98,0	●	●	●
Mode 17	3600	99,5	97,5	○	○	○
Mode 18	3470	99,0	97,0	○	○	○

- Betriebsweise verfügbar
- Betriebsweise auf Anfrage
- Betriebsweise nicht verfügbar



Octave sound power levels / Oktav-Schalleistungspegel

Nordex N163/5.X

© Nordex Energy GmbH, Langenhorner Chaussee 600, D-22419 Hamburg, Germany

All rights reserved. Observe protection notice ISO 16016.

Alle Rechte vorbehalten. Schutzvermerk ISO 16016 beachten.

Nordex N163/5.X – Operating modes and hub heights / Betriebsweisen und Nabenhöhen

operating mode / Betriebsweise	rated power / Nennleistung [kW]	available hub heights / verfügbare Nabenhöhen [m]		
		118	148	164
Mode 0	5700	●	●	●
Mode 1	5600	●	●	●
Mode 2	5500	●	●	●
Mode 3	5400	●	●	●
Mode 4	5270	●	●	●
Mode 5	5150	●	●	●
Mode 6	5040	●	–	●
Mode 7	4930	●	–	●
Mode 8	4810	○	–	○
Mode 9	4700	○	–	○
Mode 10	4290	○	○	○
Mode 11	4170	○	○	○
Mode 12	4080	●	●	●
Mode 13	3990	●	●	●
Mode 14	3900	●	●	●
Mode 15	3810	●	●	●
Mode 16	3700	●	●	●
Mode 17	3600	○	○	○
Mode 18	3470	○	○	○

- mode available / Betriebsweise verfügbar
- mode on request / Betriebsweise auf Anfrage
- mode not available / Betriebsweise nicht verfügbar

Abbreviations / Abkürzungen

STE ... Serrated Trailing Edge / Serrations

**Octave sound power levels / Oktav-Schalleistungspegel
Nordex N163/5.X with and without / mit und ohne serrated trailing edge**

Basis / Grundlagen:

The expected octave sound power levels of the Nordex N163/5.X are to be determined on basis of aerodynamical calculations and expected sound power levels. These values are valid for 118 m, 148 m and 164 m (see available hub heights on pg. 2).

The expected octave sound power levels are only for information and will not be warranted.

Die erwarteten Oktav-Schalleistungspegel der Nordex N163/5.X werden auf der Basis aerodynamischer Berechnungen und der erwarteten Gesamt-Schalleistungspegel ermittelt. Diese Werte sind gültig für die Nabenhöhen 118 m, 148 m und 164 m (siehe verfügbare Nabenhöhen auf S. 2).

Die erwarteten Oktav-Schalleistungspegel dienen nur der Information und werden nicht gewährleistet.

Nordex N163/5.X without STE / ohne STE

octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel in dB(A)									
operation mode / Betriebsweise	octave band mid frequency / Oktavband-Mittenfrequenz								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Mode 0	89.5	95.7	99.9	103.2	104.6	102.2	93.4	84.6	109.2
Mode 1	89.1	95.3	99.5	102.8	104.2	101.8	93.0	84.2	108.8
Mode 2	88.7	94.9	99.1	102.4	103.8	101.4	92.6	83.8	108.4
Mode 3	88.3	94.5	98.7	102.0	103.4	101.0	92.2	83.4	108.0
Mode 4	87.8	94.0	98.2	101.5	102.9	100.5	91.7	82.9	107.5
Mode 5	87.3	93.5	97.7	101.0	102.4	100.0	91.2	82.4	107.0
Mode 6	86.8	93.0	97.2	100.5	101.9	99.5	90.7	81.9	106.5
Mode 7	86.3	92.5	96.7	100.0	101.4	99.0	90.2	81.4	106.0
Mode 8	85.8	92.0	96.2	99.5	100.9	98.5	89.7	80.9	105.5
Mode 9	85.3	91.5	95.7	99.0	100.4	98.0	89.2	80.4	105.0
Mode 10	83.3	89.5	93.7	97.0	98.4	96.0	87.2	78.4	103.0
Mode 11	82.8	89.0	93.2	96.5	97.9	95.5	86.7	77.9	102.5
Mode 12	82.3	88.5	92.7	96.0	97.4	95.0	86.2	77.4	102.0
Mode 13	81.8	88.0	92.2	95.5	96.9	94.5	85.7	76.9	101.5
Mode 14	81.3	87.5	91.7	95.0	96.4	94.0	85.2	76.4	101.0
Mode 15	80.8	87.0	91.2	94.5	95.9	93.5	84.7	75.9	100.5
Mode 16	80.3	86.5	90.7	94.0	95.4	93.0	84.2	75.4	100.0
Mode 17	79.8	86.0	90.2	93.5	94.9	92.5	83.7	74.9	99.5
Mode 18	79.3	85.5	89.7	93.0	94.4	92.0	83.2	74.4	99.0

Nordex N163/5.X with STE / mit STE

octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel in dB(A)									
operation mode / Betriebsweise	octave band mid frequency / Oktavband-Mittenfrequenz								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Mode 0	88.9	95.1	98.8	101.4	102.1	99.6	92.0	84.0	107.2
Mode 1	88.5	94.7	98.4	101.0	101.7	99.2	91.6	83.6	106.8
Mode 2	88.1	94.3	98.0	100.6	101.3	98.8	91.2	83.2	106.4
Mode 3	87.7	93.9	97.6	100.2	100.9	98.4	90.8	82.8	106.0
Mode 4	87.2	93.4	97.1	99.7	100.4	97.9	90.3	82.3	105.5
Mode 5	86.7	92.9	96.6	99.2	99.9	97.4	89.8	81.8	105.0
Mode 6	86.2	92.4	96.1	98.7	99.4	96.9	89.3	81.3	104.5
Mode 7	85.7	91.9	95.6	98.2	98.9	96.4	88.8	80.8	104.0
Mode 8	85.2	91.4	95.1	97.7	98.4	95.9	88.3	80.3	103.5
Mode 9	84.7	90.9	94.6	97.2	97.9	95.4	87.8	79.8	103.0
Mode 10	82.7	88.9	92.6	95.2	95.9	93.4	85.8	77.8	101.0
Mode 11	82.2	88.4	92.1	94.7	95.4	92.9	85.3	77.3	100.5
Mode 12	81.7	87.9	91.6	94.2	94.9	92.4	84.8	76.8	100.0
Mode 13	81.2	87.4	91.1	93.7	94.4	91.9	84.3	76.3	99.5
Mode 14	80.7	86.9	90.6	93.2	93.9	91.4	83.8	75.8	99.0
Mode 15	80.2	86.4	90.1	92.7	93.4	90.9	83.3	75.3	98.5
Mode 16	79.7	85.9	89.6	92.2	92.9	90.4	82.8	74.8	98.0
Mode 17	79.2	85.4	89.1	91.7	92.4	89.9	82.3	74.3	97.5
Mode 18	78.7	84.9	88.6	91.2	91.9	89.4	81.8	73.8	97.0

Vertriebsdokument
Option Serrations
Anlagenklasse Delta

Rev. 04/31.05.2019

Dokumentennr.:	K0801_077528
Status:	Released
Sprache:	DE-Deutsch
Vertraulichkeit:	Nordex Internal Purpose

- Originaldokument -

Dokument wird elektronisch verteilt.

Original mit Unterschriften bei Nordex Energy GmbH, Department Engineering.

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokumentes im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy GmbH. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy GmbH, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy GmbH ist untersagt.

© 2019 Nordex Energy GmbH, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy GmbH

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburg

Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

<http://www.nordex-online.com>

1. Zweck des Dokuments

Dieses Dokument beschreibt die Option Serrations, welche zur Minderung der Schallemissionen eines Rotorblatts eingesetzt werden können.

2. Betriebsweise

2.1 Schall an Windenergieanlagen

Ein Großteil des von Windenergieanlagen erzeugten Lärms ist auf das Umströmungsgeräusch der Rotorblätter zurückzuführen. Dies entsteht vor allem im äußeren Bereich (hin zur Blattspitze) durch die dort vorherrschenden hohen Strömungsgeschwindigkeiten. Es werden verschiedene Lärmentstehungsmechanismen unterschieden. Unter normalen Betriebsbedingungen kann der turbulente Hinterkantenschall (engl.: turbulent boundary-layer trailing-edge noise, TBL-TEN) als Hauptlärmquelle identifiziert werden.

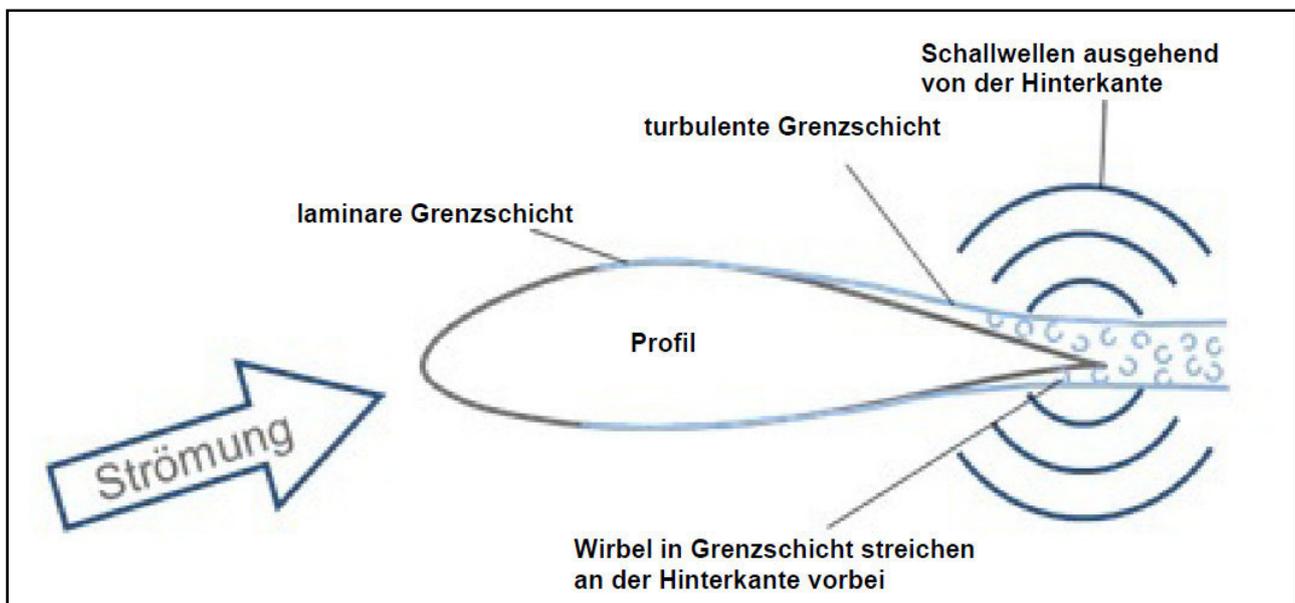


Abb. 1: Skizze zur Entstehung Hinterkantenschall am Rotorblattprofil

Die Viskosität der Luft führt bei der Umströmung des Rotorblatts zur Ausbildung einer fluiddynamischen Grenzschicht. Hierin wird die Strömungsgeschwindigkeit normal zur Oberfläche verlangsamt bis sie schließlich den Wert Null direkt an der Oberfläche erreicht. Man unterscheidet laminare (geordnete) und turbulente (verwirbelte) Grenzschichten. Betrachtet man den Querschnitt eines Rotorblatts, das sogenannte Profil, so bildet sich zunächst eine laminare Grenzschicht aus, welche im weiteren Verlauf in eine turbulente Grenzschicht umschlägt (siehe Abb. 1). Die turbulente Grenzschicht besteht aus einer Vielzahl kleiner Wirbel welche in freier Strömung eine sehr ineffektive Schallquelle darstellen. Interagieren diese Wirbel jedoch mit einer Kante, wie zum Beispiel der Hinterkante des Profils, werden sie durch den schlagartigen Übergang von der wandgebundenen zur freien Strömung zu einer sehr effektiven Schallquelle. Es entsteht eine dipolartige Schallquelle an der Hinterkante des Profils.

2.2 Lärminderung durch Serrations

Serrations ersetzen den gradlinigen Verlauf der Hinterkante des Rotorblatts durch eine gezackte Linie, siehe Abb. 2. Dieser Verlauf führt dazu, dass der Übergang auf die freie Außenströmung der in der Grenzschicht vorhandenen Wirbel an der Hinterkante nicht mehr schlagartig sondern graduell, entlang der von den Serrations-Zacken geformten neuen schrägen Hinterkante, erfolgt. Somit wird das Entstehungsprinzip des turbulenten Hinterkantenschalls beeinflusst und eine Lärminderung erzielt.

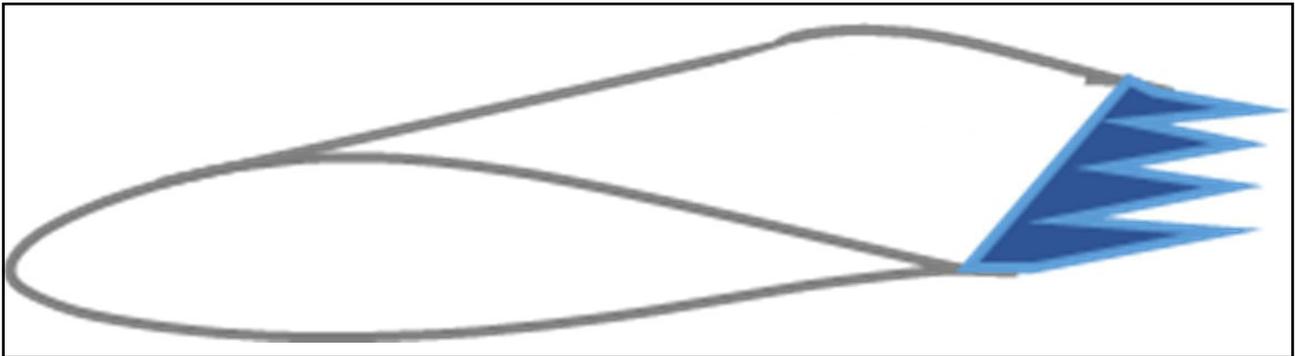


Abb. 2: *Prinzipskizze Serrations*

Entlang des Rotorblatts ist der Lärmreduktionseffekt am größten, wenn Serrations im äußeren Rotorblattbereich (etwa auf den letzten 25% der Rotorblattlänge) eingesetzt werden, wo aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeiten die größten Schallpegel entstehen.

3. Bestandteile

Die Option Serrations besteht aus mehreren gezackten lichtgrauen Bauteilen aus Kunststoff (siehe Abb. 3) mit einer Länge von 0,3 m bis max. 0,5 m.

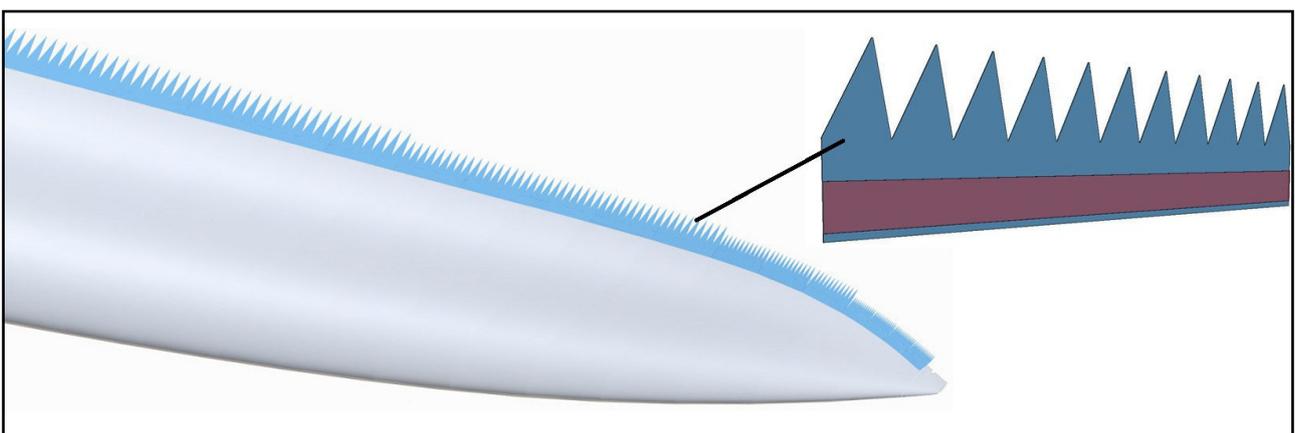


Abb. 3: *Blattspitze mit Serrations (Farbdarstellung der Serrations geändert)*

Die Serrations werden an der Hinterkante der Blätter befestigt. Die Serrations und deren Verbindung haben die gleiche Lebensdauer wie die Blätter.

4. Funktionen, Effekt

Durch die Serrations wird eine Reduktion des Schalleistungspegels der Windenergieanlage über alle Windgeschwindigkeiten im Vergleich zur Windenergieanlage ohne Serrations erreicht. Die genauen Details sind im Vorfeld mit Nordex abzustimmen und können projektspezifisch unterschiedlich ausfallen.

5. Weitere Merkmale

Die Serrations sind so ausgelegt, dass sie sich aerodynamisch neutral verhalten. Sie haben keinen Einfluss auf die strukturellen und aerodynamischen Eigenschaften der Rotorblätter. Leistungskurven, Leistungs- und Schubbeiwerte der Windenergieanlage bleiben unverändert.

6. Liefer- und Leistungsumfang

Alle Komponenten sind bereits an den Blättern angebracht. Eine gesonderte Inbetriebnahme ist nicht notwendig.

Die Wartung wird, bei einem entsprechenden Servicevertrag, von Nordex durchgeführt.

7. Voraussetzungen und Einschränkungen

Eine Nachrüstung bestehender Anlagen kann durchgeführt werden, ist aber mit Nordex abzustimmen.

Nordex Energy GmbH
Langenhorner Chaussee 600
22419 Hamburg
Germany
info@nordex-online.com
<http://www.nordex-online.com>

**Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen
Vestas V162-5.6 MW**

Die für den Windenergieanlagentyp und Betriebsmodus spezifischen Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen bestehen aus

- Mittlerer Schalleistungspegel \overline{L}_W (P50) und
- dazugehörigen Oktavspektrum
- Unsicherheit des Schalleistungspegels σ_{WTG} mit einem Vertrauensniveau von 90% (P90): $1,28 \times \sigma_{WTG}$

und bilden unter anderem die Grundlage der Schallimmissionsprognosen für die Windparkplanung.

Als Datengrundlage stehen Schalleistungspegel und Oktavspektrum in Abhängigkeit der Verfügbarkeit aus einer der folgenden Quellen zu Verfügung:

- Herstellerangabe (siehe Absatz A)
- Einfachvermessung (siehe Absatz B)
- Mehrfachvermessung (Ergebniszusammenfassung aus mind. 3 Einzelmessungen (siehe Absatz C))

Der minimale Abstand zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionspunkt muss (3) x Gesamthöhe der Windenergieanlage, jedoch Minimum 500m betragen.

Blattkonfiguration	STE & RVG (Standard)					
Spezifikation	0082-2597.V01					
Betriebsmodi	Modus 0 (104,0)	SO2 (102,0)	SO3 (101,0)	SO4 (100,0)	SO5 (99,0)	SO6 (98,0)
Nennleistung [kW]	5600	5057	4841	4566	4255	3622
	Nabenhöhen [m]					
Verfügbar:	119* / 148* / 166*					-
Auf Anfrage:	-					119* / 148* / 166*
Datengrundlage	Absatz A	Absatz A	Absatz A	Absatz A	Absatz A	Auf Anfrage
STE:	Serrated Trailing Edges (Sägezahnhinterkante)					
RVG:	Rood Vortex Generatoren					
SO:	Geräuschoptimierte Modi					
*	Vorbehaltlich des Finalen Turmdesigns					

Tabelle 1: Verfügbare Betriebsmodi für Errichtungen in Deutschland V162-5.6 MW

HINWEIS: Es besteht die Möglichkeit der Tag/Nachtbetriebskombination mit Geräuschreduzierten Modi (SO). Das heißt Tag/Nacht in der Kombination M0/SO oder ausschließlich M0 ist möglich.

Dieses Dokument dient – wie auch die Leistungsspezifikation auch – lediglich der Information über die Eingangsdaten der Garantie der akustischen Eigenschaft und stellt selbst keine Garantie dar. Für die Abgabe einer projektspezifischen Garantie der akustischen Eigenschaft ist der Abschluss eines Liefervertrages zwingende Voraussetzung.

A. Herstellerangabe

Liegt kein Schall-Emissionsmessbericht für die geplante Windenergieanlage (WEA) vor muss die Schallimmissionsprognose auf den hier dargestellten Herstellerangaben $L_{e,max}$ (P90) basieren.

In den VESTAS Spezifikationen (Allgemeine Spezifikation bzw. Leistungsspezifikation) ist der mittlere zu erwartende Schalleistungspegel \overline{L}_W (P50) dargestellt.

Gemäß dem vom LAI eingeführten Dokument „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“, überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 Stand 30.06.2016 (LAI Hinweise) enthält die hier dargestellte Herstellerangaben (P90) $L_{e,max}$ (P90) ebenfalls zu berücksichtigende die Unsicherheit des Schalleistungspegels.

Vestas garantiert den maximal zulässigen Emissionspegel der WEA $L_{e,max}$ (P90) gemäß nachfolgender Formel:

$$L_{e,max} = \overline{L}_W + 1,28 \cdot \sigma_{WTG}$$

Blattkonfiguration	STE & RVG (Standard)					
Betriebsmodi	Modus 0 (104,0)	SO2 (102,0)	SO3 (101,0)	SO4 (100,0)	SO5 (99,0)	SO6 (98,0)
\overline{L}_W (P50) [dB(A)]	104,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
σ_{WTG}	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
$1,28 \times \sigma_{WTG}$	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664
$L_{e,max}$ (P90)	105,7	103,7	102,7	101,7	100,7	99,7
Frequenzen	Oktavspektrum \overline{L}_W (P50)					
63 Hz	84,8	82,9	81,9	80,9	79,9	79,1
125 Hz	92,5	90,6	89,6	88,7	87,6	86,7
250 Hz	97,3	95,4	94,4	93,4	92,4	91,4
500 Hz	99,2	97,1	96,1	95,1	94,2	93,1
1 kHz	98,0	96,0	95,0	94,0	93,0	92,0
2 kHz	93,9	91,9	90,8	89,8	88,9	87,8
4 kHz	86,8	84,8	83,8	82,8	81,7	80,8
8 kHz	76,7	74,7	73,7	72,6	71,6	70,7
A-wgt	104,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0

Tabelle 2: Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen V162-5.6 MW, Herstellerangabe

B. Einfachvermessung

Entfällt, da keine Vermessungen des Windenergieanlagentyps vorliegen.

Sofern ein Schall-Emissionsmessbericht für den geplanten Windenergieanlagentyp (WEA) und Betriebsmode vorliegt muss dieser zur Schallimmissionsprognose gemäß LAI-Hinweisen herangezogen werden. Der Messbericht weist den max. gemessenen Schalleistungspegel \overline{L}_W (P50) des vermessenen Windenergieanlagentyps und Betriebsmodus aus, sowie das dazugehörige Oktavspektrum.

Zur Ermittlung der Unsicherheit des Schalleistungspegels σ_{WTG} werden die Unsicherheiten der Serienstreuung σ_P und der Typvermessung σ_R (Reproduzierbarkeit) gemäß den Vorgaben des LAI Hinweise herangezogen.

Vestas garantiert den maximal zulässigen Emissionspegel der WEA $L_{e,max}$ (P90) gemäß folgender Formel:

$$L_{e,max} = \overline{L}_W + 1,28 \cdot \sigma_{WTG}$$

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

$$\text{mit } \sigma_P = 1,2 \text{ dB und } \sigma_R = 0,5 \text{ dB}$$

Blattkonfiguration	STE & RVG (Standard)					
	Modus 0 (104,0)	SO2 (102,0)	SO3 (101,0)	SO4 (100,0)	SO5 (99,0)	SO6 (98,0)
Betriebsmodi						
Messbericht (DMS)	-	-	-	-	-	-
Berichtsnummer	-	-	-	-	-	-
\overline{L}_W (P50)	-	-	-	-	-	-
σ_P	-	-	-	-	-	-
σ_R	-	-	-	-	-	-
σ_{WTG}	-	-	-	-	-	-
$1,28 \times \sigma_{WTG}$	-	-	-	-	-	-
$L_{e,max}$ (P90)	-	-	-	-	-	-
Oktavspektrum (P50)						

Tabelle 3: Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen V162-5.6 MW, Einfachvermessung

C. Mehrfachvermessung

Entfällt, da keine Mehrfachvermessungen des Windenergieanlagentyps vorliegen.

Sofern mindestens drei Schall-Emissionsmessberichte für den geplanten Windenergieanlagentyp (WEA) und Betriebsmode vorliegt, müssen diese gemäß LAI-Hinweisen zur Schallimmissionsprognose herangezogen werden.

Blattkonfiguration	STE & RVG					
	Modus 0 (104,0)	SO2 (102,0)	SO3 (101,0)	SO4 (100,0)	SO5 (99,0)	SO6 (98,0)
Betriebsmodi						
Ergebniszusammenfassung aus mehrerer Einzelmessungen (Oktaven und mittlerer Schalleistungspegel, ggf. inkl. NH-Umrechnung)						
DMS-Nr.	-	-	-	-	-	-
Berichtsnummer	-	-	-	-	-	-
Messung 1:	Einzelmessbericht (& ggf. NH-Umrechnung)					
DMS-Nr.	-	-	-	-	-	-
Berichtsnummer	-	-	-	-	-	-
DMS-Nr. der NH-Umrechnung	-	-	-	-	-	-
Messung 2:	Einzelmessbericht (& ggf. NH-Umrechnung)					
DMS-Nr.						
Berichtsnummer						
DMS-Nr. der NH-Umrechnung						
Messung 3:	Einzelmessbericht (& ggf. NH-Umrechnung)					
DMS-Nr.						
Berichtsnummer						
DMS-Nr. der NH-Umrechnung						

Tabelle 4: Eingangsgroßen für Schallimmissionsprognosen V162-5.6 MW, Mehrfachvermessung

Basierend auf den gemessenen Schalleistungspegeln der Einzelmessungen L_{WA} ist im Mehrfachmessbericht der Mittelwert $\overline{L_W}$ (P50) der unterschiedlichen Windgeschwindigkeits-BIN ermittelt und dargestellt.

Hieraus wählt man den Betriebspunkt/Windgeschwindigkeits-BIN mit dem max. mittleren Schalleistungspegel L_W (P50) und betrachtet nachfolgende diesen Betriebspunkt.

Zur Ermittlung der Unsicherheit des mittleren Schalleistungspegels σ_{WTG} wird wie folgt berechnet:

$$\sigma_{WTG} = \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2} \quad (\text{P50})$$

Die Serienstreuung σ_P des WEA-Typs wird unter Berücksichtigung einer kombinierten Unsicherheit des Mittelwertes unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Einzelmesswertes

σ_i (berechnet aus U_c der Einzelvermessung & des Fehlers der NH-Umrechnung σ_{NH}) wie folgt bestimmt:

$$\sigma_P = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i \cdot 10^{(L_{wA,i}/10)}}{\sum_{i=1}^n 10^{(L_{wA,i}/10)}}$$

mit

$$\sigma_i = \sqrt{U_c^2 + \sigma_{NH}^2}$$

Für die Unsicherheit der Typvermessung (Reproduzierbarkeit) σ_R wird 0,5 gemäß LAI Hinweise angesetzt.

Der WEA-spezifische Unsicherheitsaufschlag (Unsicherheit des mittleren Schalleistungspegels σ_{WTG} mit einem Vertrauensniveau von 90% (P90)) beträgt

1,28 x σ_{WTG} (gerundet auf einer Dezimale), jedoch Minimum 1dB(A).