

**Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den  
Betrieb neuer Windenergieanlagen im Rahmen des  
Repowering-Vorhabens im Windpark Kesdorf**

**Dokumenten Nr.:** 19-095-GBK-04

Messstelle nach § 29b BImSchG

**Datum:** 30.09.2020



**Auftraggeber:** Wind-Electric-Beteiligungsgesellschaft  
Kesdorf mbH & Co. Betriebs KG  
Otterndorfer Straße 10  
23701 Kesdorf

Die Akkreditierung gilt nur für den in der  
Urkundenanlage D-PL-21117-01-00  
aufgeführten Akkreditierungsumfang.

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

Fon: +49 (0) 421 7940 060-0  
Fax: +49 (0) 421 7940 060-1  
E-Mail: info@th-ingenieure.de

**Bearbeiter:** B. Eng. Björn Klefeker

Dieses Gutachten umfasst 22 Seiten Textteil und 46 Seiten Anlagen. Eine auszugsweise Veröffentlichung des Gutachtens bedarf der vorherigen schriftlichen Genehmigung der unterzeichnenden Gutachter.

12.7

## Gliederung

1	Zusammenfassung.....	3
2	Ausgangslage und Zielsetzung.....	5
3	Angewandte Vorschriften, Normen, Richtlinien.....	6
4	Örtliche Gegebenheiten.....	7
5	Anlagenbeschreibung.....	7
6	Grundlagen zur Geräuschbeurteilung.....	8
7	Immissionsorte, Zuordnung nach der Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit.....	10
8	Schallquellen.....	12
8.1	Gewerbliche Vorbelastung.....	12
8.2	Fremdgeräusche.....	14
8.3	Schalleistungspegel der Windenergieanlagen.....	15
9	Ermittlung und Beurteilung der Geräuschimmissionen.....	17
9.1	Schallausbreitungsmodell.....	17
9.2	Ergebnisse und Beurteilung.....	19
9.3	Qualität der Ergebnisse.....	21
9.4	Tieffrequente Geräusche.....	21

## Anlagen

A-1	Lageplan mit Immissionsorten und Schallquellen
A-2	Eingabedaten
A-3	Immissionsanteile und Beurteilungspegel für die Immissionsorte
A-4	Immissionsraster
A-5	Berechnungsprotokoll für den IO 1
A-6	Fotodokumentation
A-7	Auszüge aus den zugrunde gelegten Messberichten und Herstellerangaben

## 1 Zusammenfassung

Die Wind-Electric-Beteiligungsgesellschaft Kesdorf mbH & Co. Betriebs KG plant die Errichtung von 12 neuen Windenergieanlagen (WEA) vom Typ GE 5.5-158 mit einer Nennleistung von 5.500 kW und einer Nabenhöhe von jeweils 120,9 m im Rahmen des Repowering-Vorhabens im Windpark Kesdorf in Schleswig-Holstein. Südwestlich der geplanten WEA befindet sich derzeit eine weitere WEA vom Typ Siemens SWT 3.2-113 im WP Holstendorf im Genehmigungsverfahren. Darüber hinaus sind südwestlich der geplanten WEA diverse Gewerbeflächen vorhanden. Die im Verfahren befindliche WEA im WP Holstendorf sowie die vorhandenen Gewerbegebiete sind im Rahmen der Berechnungen als Vorbelastung zu berücksichtigen.

Für die Genehmigung durch das zuständige Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) soll der Nachweis geführt werden, dass durch den Betrieb der geplanten WEA die Anforderungen der TA Lärm /1/ unter Berücksichtigung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (Stand 30.06.2016) /8/ und des Erlasses des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND) /11/ eingehalten werden.

Im Rahmen der Untersuchung wurden insgesamt 19 Immissionsorte in der Umgebung des geplanten Windparks festgesetzt.

Tagsüber befinden sich bei Betrieb aller geplanten GE 5.5-158 5.5 MW mit dem von der GE Renewable Energy für den leistungsoptimierten Betrieb angegebenen Schalleistungspegel von  $L_{WA} = 107,4 \text{ dB(A)}$  (Normalbetrieb) einschließlich der o. g. Gesamtunsicherheit keine Immissionsorte im Einwirkungsbereich der Anlagen.

Bei Betrieb aller geplanten 12 WEA im leistungsoptimierten Betrieb (Normalbetrieb) werden die Immissionsrichtwerte nachts an einigen maßgeblichen Immissionsorten durch die Gesamtbelastung überschritten. Die geplanten WEA sind daher nachts teilweise schallreduziert zu betreiben.

Nachfolgend werden den geplanten WEA im Rahmen des Abregelungskonzeptes 1 folgende Betriebsmodi und Schalleistungspegel in der Nachtzeit zugrunde gelegt:

### Abregelungskonzept 1:

WEA 1:	Normalbetrieb	$L_{WA} = 106,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 107,4 \text{ dB(A)}$
WEA 2:	NRO 103	$L_{WA} = 103,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 104,4 \text{ dB(A)}$
WEA 3:	Normalbetrieb	$L_{WA} = 106,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 107,4 \text{ dB(A)}$
WEA 4:	NRO 103	$L_{WA} = 103,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 104,4 \text{ dB(A)}$
WEA 5:	Normalbetrieb	$L_{WA} = 106,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 107,4 \text{ dB(A)}$
WEA 6:	Normalbetrieb	$L_{WA} = 106,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 107,4 \text{ dB(A)}$
WEA 7:	NRO 103	$L_{WA} = 103,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 104,4 \text{ dB(A)}$

WEA 8:	NRO 102	$L_{WA} = 102,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 103,4 \text{ dB(A)}$
WEA 9:	Normalbetrieb	$L_{WA} = 106,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 107,4 \text{ dB(A)}$
WEA 10:	NRO 101	$L_{WA} = 101,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 102,4 \text{ dB(A)}$
WEA 11:	NRO 101	$L_{WA} = 101,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 102,4 \text{ dB(A)}$
WEA 12:	NRO 103	$L_{WA} = 103,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 104,4 \text{ dB(A)}$

Die Berechnungen für das Abregelungskonzept 1 ergaben, dass die Immissionsrichtwerte der TA Lärm /1/ nachts an allen Immissionsorten bis auf IO 16 und IO 18 durch den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels der Gesamtbelastung eingehalten bzw. unterschritten werden.

An den Immissionsorten IO 16 und IO 18 wird der Immissionsrichtwert um maximal 1 dB durch den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels der Gesamtbelastung überschritten. Gemäß Nr. 3.2.1, Abs. 3, TA Lärm /1/ soll die Genehmigung einer Anlage auch bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht versagt werden, wenn dauerhaft sichergestellt ist, dass diese Überschreitung nicht mehr als 1 dB beträgt. Damit ist die oben dargestellte Überschreitung des Immissionsrichtwertes von 1 dB kein Hinderungsgrund für die Genehmigung der Anlagen. Die detaillierten Ergebnisse sind dem Abschnitt 9.2 zu entnehmen.

Eine Überschreitung des Spitzenpegelkriteriums nach TA Lärm, Nr. 6.1 /1/ durch einzelne, kurzzeitige Geräuschspitzen ist nicht zu erwarten. Tieffrequente Geräusche werden in Abschnitt 9.4 gesondert betrachtet.

Damit sind die 12 geplanten WEA vom Typ GE 5.5-158 mit einer Nennleistung von 5.500 kW und einer Nabenhöhe von jeweils 120,9 m aus sachverständiger Sicht mit den oben genannten maximal zulässigen Emissionspegeln (Abregelungskonzept 1) im Sinne der TA Lärm /1/, der LAI-Hinweise /8/ und des Erlasses des MELUND /11/ genehmigungsfähig.

## 2 Ausgangslage und Zielsetzung

Die Wind-Electric-Beteiligungsgesellschaft Kesdorf mbH & Co. Betriebs KG plant die Errichtung von 12 neuen Windenergieanlagen (WEA) vom Typ GE 5.5-158 mit einer Nennleistung von 5.500 kW und einer Nabenhöhe von jeweils 120,9 m im Rahmen des Repowering-Vorhabens im Windpark Kesdorf in Schleswig-Holstein. Südwestlich der geplanten WEA befindet sich derzeit eine weitere WEA vom Typ Siemens SWT 3.2-113 im WP Holstendorf im Genehmigungsverfahren. Darüber hinaus sind südwestlich der geplanten WEA diverse Gewerbeflächen vorhanden. Die im Verfahren befindliche WEA im WP Holstendorf sowie die vorhandenen Gewerbegebiete sind im Rahmen der Berechnungen als Vorbelastung zu berücksichtigen.

Für die Genehmigung durch das zuständige Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) soll der Nachweis geführt werden, dass durch den Betrieb der geplanten WEA die Anforderungen der TA Lärm /1/ unter Berücksichtigung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (Stand 30.06.2016) /8/ und des Erlasses des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND) /11/ eingehalten werden.

Gemäß des Erlasses des MELUND /11/ zur Einführung der aktuellen LAI-Hinweise des Landes Schleswig-Holstein könnten neu zu genehmigende WEA, die auf die gleichen Immissionsorte wie Bestandsanlagen einwirken, wenn die Irrelevanzregelung gemäß Nr. 3.2.1 Absatz 2 TA Lärm /1/ angewendet würde, schrittweise zu einer deutlichen Überschreitung der Immissionsrichtwert (IRW) und damit zu schädlichen Umwelteinwirkungen führen. In derartigen Fällen ist hinsichtlich der Genehmigungsfähigkeit eine Sonderfallprüfung erforderlich, die der besonderen Situation zahlreicher, auf einen Immissionsort einwirkender Anlagen Rechnung trägt.

Gemäß des Erlasses soll die Genehmigung für die zu beurteilenden WEA in derartigen Sonderfällen in Anlehnung an die Irrelevanzregelung der Nr. 3.2.1 Abs. 2 TA Lärm /1/ auch bei einer Überschreitung der IRW aufgrund der Vorbelastung durch vorhandene Anlagen aus Gründen des Lärmschutzes nicht versagt werden, wenn der von der WEA verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen ist.

Bisherige Untersuchungen zur Anwendung der überarbeiteten LAI-Hinweise /8/ weisen darauf hin, dass dies in der Regel der Fall ist, wenn die von der einzelnen WEA ausgehende Zusatzbelastung den IRW an den maßgeblichen Immissionsorten um mindestens 12 dB(A) unterschreitet und damit keine wahrnehmbaren, zusätzlichen schädlichen Umwelteinwirkungen verursacht. Das Irrelevanzkriterium gilt im Regelfall auch bei der Ermittlung der Vorbelastung.

### 3 Angewandte Vorschriften, Normen, Richtlinien

Grundlage für die Ausarbeitung sind u. a. die folgenden Vorschriften und Richtlinien:

- /1/ Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm -, 8/98, veröffentlicht im Gemeinsamen Ministerialblatt Nr. 26 vom 28.8.98, Seite 503 ff, zuletzt geändert durch Bekanntmachung des BMUB vom 1. Juni 2017 (BAAnz AT 08.06.2017 B5) in Kraft getreten am 9. Juni 2017,
- /2/ DIN ISO 9613-2: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, 10/99,
- /3/ DIN 45645-1: Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen, Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft,
- /4/ DIN 45680: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, 3/97,
- /5/ DIN 4109: Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise, 11/89,
- /6/ DIN EN 61400-11: Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren, 03/2007,
- /7/ Fördergesellschaft Windenergie e.V.: Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 0: Allgemeine Anforderungen, Stand 01.12.2001 und Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18, Stand 01.02.2008.

Weitere verwendete Unterlagen:

- /8/ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI): Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen, Stand 30.06.2016,
- /9/ Dokumentation zur Schallausbreitung: Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1,
- /10/ Schalleistung Normalbetrieb und Schallreduzierter Betrieb gemäß FGW Inkl. Terz- und Oktavbandspektren NO 104/106 und NRO 100-105, GE Renewable Energy, Dokument Nr. Noise\_Emission-NO\_NRO\_4.x\_5.x-158-50Hz\_FGW\_DE\_r01, 2020,
- /11/ Einführung der aktuellen LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MELUND), 31.01.2018,
- /12/ Auslegung der LAI Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Stand: 27.03.2018,
- /13/ Schalltechnische Untersuchung zur Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 88 -Sch- der Gemeinde Scharbeutz für ein Wohngebiet im OT Pönitz, Gutachten Nr. 17-04-5, Ingenieurbüro für Schallschutz Dipl.-Ing. Volker Ziegler, 05.05.2017.

#### 4 Örtliche Gegebenheiten

Der Windpark Kesdorf befindet sich südwestlich von Kesdorf und nordwestlich von Pönitz im Bundesland Schleswig-Holstein. Südlich der geplanten WEA verläuft die Bundesstraße B 432. Südlich der Bundesstraße B 432 ist das Gewerbegebiet Gleschendorf vorhanden. Südlich in ca. 5 km Entfernung zu den geplanten WEA sind außerdem noch weitere WEA im Windpark Wulfdorf/Schwochel vorhanden. Die nächstgelegenen Wohnbebauungen befinden sich nördlich, nordöstlich, südöstlich sowie südwestlich der geplanten WEA. Das Gelände weist keine für die Schallausbreitungsberechnung relevanten Höhenunterschiede auf. Einen genauen Überblick über die örtlichen Gegebenheiten vermittelt der Lageplan im Anhang des Berichtes.

#### 5 Anlagenbeschreibung

Die geplanten Windenergieanlagen weisen folgende technische Eigenschaften auf:

Typ:	GE 5.5-158 5.5 MW (mit Serrations)
Leistungsbegrenzung:	pitch
Drehzahlregelung:	variabel
Nennleistung:	5.500 kW
Rotordurchmesser:	158 m
Rotorblätter:	3
Nabenhöhe:	120,9 m
Turmart:	Stahlrohrturm

Für die geplanten Windenergieanlagen wurden vom Auftraggeber folgende Standortkoordinaten angegeben:

**Tabelle 1 Koordinaten der geplanten Windenergieanlagen**

Anlage	Koordinaten und Nabenhöhen, UTM 32 (ETRS89)			Typ
	Rechtswert in m	Hochwert in m	Nabenhöhe in m über GOK	
WEA 1	606.556	5.991.795	120,9	GE 5.5-158
WEA 2	607.097	5.991.895	120,9	GE 5.5-158
WEA 3	606.825	5.991.392	120,9	GE 5.5-158
WEA 4	607.330	5.991.494	120,9	GE 5.5-158
WEA 5	606.955	5.990.935	120,9	GE 5.5-158
WEA 6	607.614	5.991.141	120,9	GE 5.5-158
WEA 7	607.418	5.990.784	120,9	GE 5.5-158

Anlage	Koordinaten und Nabenhöhen, UTM 32 (ETRS89)			Typ
	Rechtswert in m	Hochwert in m	Nabenhöhe in m über GOK	
WEA 8	608.025	5.990.923	120,9	GE 5.5-158
WEA 9	607.098	5.990.474	120,9	GE 5.5-158
WEA 10	607.729	5.990.474	120,9	GE 5.5-158
WEA 11	607.625	5.989.978	120,9	GE 5.5-158
WEA 12	607.367	5.989.560	120,9	GE 5.5-158

Die Lage der Standorte kann auch dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden.

## 6 Grundlagen zur Geräuschbeurteilung

Die Einwirkung des zu beurteilenden Geräusches wird entsprechend der TA Lärm /1/ anhand eines Beurteilungspegels bewertet, der aus den A-bewerteten Schallpegeln unter Berücksichtigung der Einwirkdauer, der Tageszeit des Auftretens und besonderen Zuschlägen, z. B. für Töne, Impulse oder den Informationsgehalt, gebildet wird.

### Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit $K_T$ :

Für die Teilzeiten, in denen in den zu beurteilenden Geräuschmissionen ein oder mehrere Töne hervortreten oder in denen das Geräusch informationshaltig ist, ist für den Zuschlag  $K_T$  je nach Auffälligkeit der Wert 3 oder 6 dB anzusetzen. Bei Anlagen, deren Geräusche nicht ton- oder informationshaltig sind, ist  $K_T = 0$  dB.

Falls Erfahrungswerte von vergleichbaren Anlagen und Anlagenteilen vorliegen, ist von diesen auszugehen.

### Zuschlag für Impulshaltigkeit $K_I$ :

Für die Teilzeiten, in denen das zu beurteilende Geräusch Impulse enthält, ist für den Zuschlag  $K_I$  je nach Störwirkung der Wert 3 oder 6 dB anzusetzen. Bei Anlagen, deren Geräusche keine Impulse enthalten, ist  $K_I = 0$  dB.

Falls Erfahrungswerte von vergleichbaren Anlagen und Anlagenteilen vorliegen, ist von diesen auszugehen.

### Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit:

Für folgende Zeiten ist in Gebieten nach Buchstaben e) bis g) (siehe unten) bei der Ermittlung des Beurteilungspegels die erhöhte Störwirkung von Geräuschen durch einen Zuschlag von 6 dB zu berücksichtigen:

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1. an Werktagen            | 06.00 - 07.00 Uhr,<br>20.00 - 22.00 Uhr.                       |
| 2. an Sonn- und Feiertagen | 06.00 - 09.00 Uhr,<br>13.00 - 15.00 Uhr,<br>20.00 - 22.00 Uhr. |

Die Immissionsrichtwerte sind gemäß Abschnitt 6.1 der TA Lärm /1/ wie folgt festgelegt:

**Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden:**

Beurteilungspegel werden vor dem Vergleich mit dem Immissionsrichtwert mathematisch korrekt auf ganze Zahlen gerundet. Die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel betragen für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden

a) in Industriegebieten

70 dB(A)

b) in Gewerbegebieten

tags	65 dB(A)
nachts	50 dB(A)

c) in urbanen Gebieten

tags	63 dB(A)
nachts	45 dB(A)

d) in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten

tags	60 dB(A)
nachts	45 dB(A)

e) in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten

tags	55 dB(A)
nachts	40 dB(A)

f) in reinen Wohngebieten

tags	50 dB(A)
nachts	35 dB(A)

g) in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten

tags 45 dB(A)  
nachts 35 dB(A).

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Die Immissionsrichtwerte 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. Die Nachtzeit beträgt acht Stunden, sie beginnt im Allgemeinen um 22.00 Uhr und endet um 6.00 Uhr. Im Fall abweichender örtlicher Regelungen sind diese zu Grunde zu legen.

Zur Zuordnung der Einwirkungsorte zu den unter a) bis g) bezeichneten Gebieten und Einrichtungen ist in der TA Lärm /1/ folgendes festgelegt:

Die Art der mit a) bis g) bezeichneten Gebiete und Einrichtungen ergibt sich aus den Festlegungen in den Bebauungsplänen. Sonstige in Bebauungsplänen festgesetzte Flächen für Gebiete und Einrichtungen sowie Gebiete und Einrichtungen, für die keine Festsetzungen bestehen, sind entsprechend der Schutzbedürftigkeit unter Berücksichtigung der tatsächlichen Nutzung zu beurteilen.

## 7 Immissionsorte, Zuordnung nach der Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit

Unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten wurden folgende maßgebliche Immissionsorte für die Beurteilung der Geräuschimmissionen, verursacht durch das geplante Vorhaben, festgesetzt:

**Tabelle 2 Einstufung der maßgeblichen Immissionsorte nach der Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit**

Immissionsort	Lage / Adresse	Höhe des Immissionsortes in m	Einstufung der Schutzbedürftigkeit	Immissionsrichtwerte in dB(A)	
				Tageszeit	Nachtzeit
IO 1	Obersteenrade 1, 23684 Scharbeutz	5	Außenbereich	60	45
IO 2	Obersteenrade 3, 23684 Scharbeutz	5	Außenbereich	60	45
IO 3	Obersteenrade 5, 23684 Scharbeutz	5	Außenbereich	60	45

Immissionsort	Lage / Adresse	Höhe des Immissionsortes in m	Einstufung der Schutzbedürftigkeit	Immissionsrichtwerte in dB(A)	
				Tageszeit	Nachtzeit
IO 4	Obersteenrade 7, 23684 Scharbeutz	5	Außenbereich	60	45
IO 5	Obersteenrade 9, 23684 Scharbeutz	5	Außenbereich	60	45
IO 6	Obersteenrade 11, 23684 Scharbeutz	5	Außenbereich	60	45
IO 7	Obersteenrade 15, 23684 Scharbeutz	5	Außenbereich	60	45
IO 8	Obersteenrade 16, 23684 Scharbeutz	5	Außenbereich	60	45
IO 9	Obersteenrade 17, 23684 Scharbeutz	5	Außenbereich	60	45
IO 10	Gießelrader Weg 4, 23701 Süsel	5	Mischbaufläche (M) gemäß FNP Süsel	60	45
IO 11	Otterdorfer Straße 1, 23701 Süsel	5	Außenbereich	60	45
IO 12	Kesdorfer Feld 1, 23701 Süsel	5	Außenbereich	60	45
IO 13	Untersteenrade 13, 23684 Scharbeutz	5	Außenbereich	60	45
IO 14	Untersteenrade 11a, 23684 Scharbeutz	5	Außenbereich	60	45
IO 15	Untersteenrade 7a, 23684 Scharbeutz	5	Außenbereich	60	45
IO 16	Nördliche Baugrenze B-Plan Nr. 88 -Sch-	5	Allgemeines Wohngebiet (WA) gemäß BP Nr. 88 -Sch-	55	40
IO 17	Östliche Baugrenze B-Plan Nr. 88 -Sch-	5	Allgemeines Wohngebiet (WA) gemäß BP Nr. 88 -Sch-	55	40
IO 18	Siedlung Steenrade 1, 23684 Scharbeutz	5	Wohnbaufläche (W) gemäß FNP Scharbeutz	55	40
IO 19	Fierthstraße 50, 23684 Scharbeutz	5	Mischbaufläche (M) gemäß FNP Scharbeutz	60	45

Die genaue Lage der Immissionsorte wurde im Rahmen einer Ortsbesichtigung geprüft und kann dem Lageplan in Anlage 1 des Berichtes entnommen werden. Die Einstufung der Schutzbedürftigkeit der Wohnbebauungen erfolgt gemäß der Ausweisung in dem jeweiligen Bebauungsplan oder, für Bereiche, in denen kein rechtskräftiger Bebauungsplan vorhanden ist, entsprechend der tatsächlichen Nutzung und unter Berücksichtigung der Darstellung im Flächennutzungsplan und in Abstimmung mit dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR).

## 8 Schallquellen

### 8.1 Gewerbliche Vorbelastung

Bei den Berechnungen ist die im Verfahren befindliche WEA im Windpark Holstendorf als Vorbelastung im Sinne der TA Lärm /1/ zu berücksichtigen. Südlich in ca. 5 km Entfernung zu den geplanten WEA sind außerdem noch weitere WEA im Windpark Wulfdorf/Schwochel vorhanden. Diese sind jedoch nachfolgend aufgrund der großen Entfernung zu vernachlässigen.

Für die im Verfahren befindliche Windenergieanlage im Windpark Holstendorf wurden folgende Standortkoordinaten im Koordinatensystem UTM ETRS89, Zone 32 berücksichtigt:

**Tabelle 3 Koordinaten der im Verfahren befindlichen WEA im Windpark Holstendorf**

Anlage	Koordinaten und Nabenhöhen, UTM 32 (ETRS89)			Typ
	Rechtswert in m	Hochwert in m	Nabenhöhe in m über GOK	
WEA VB1	605.812	5.989.324	127,5	Siemens SWT 3.2-113

Die Lage des Standortes kann auch dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden.

Für die WEA, die bei den Berechnungen als Vorbelastung zu berücksichtigen ist, ist gemäß den LAI-Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen /8/ der in der Genehmigung festgelegte Schalleistungspegel zu verwenden. Liegt zu dem Anlagentyp keine derartige Festlegung im Genehmigungsbescheid vor, so kann der Schalleistungspegel gemäß /8/ sachlich abgeschätzt werden. Liegt zu dem Anlagentyp in der genehmigten Betriebsweise ein Messbericht vor, kann der für die Vorbelastung anzusetzende Schalleistungspegel des bestimmungsgemäßen Betriebs, z. B. auf Basis des im Messbericht dargestellten Geräuschverhaltens, abgeschätzt werden. Das unterschiedliche Geräuschverhalten von stall- und pitchgesteuerten WEA ist hierbei zu berücksichtigen. In der Regel ist das Referenzspektrum gemäß Ziffer 6 aus /8/ als Grundlage für die Eingangsdaten der Prognose heranzuziehen. Liegen qualifizierte Informationen über detaillierte anlagenbezogene Oktavspektren vor, können auch diese herangezogen werden.

Hinsichtlich eines zu berücksichtigenden Tonzuschlags soll gemäß /8/ wie folgt verfahren werden:

$$0 < K_{TN} \leq 2 \text{ Tonzuschlag } K_T \text{ von } 0 \text{ dB}$$

Dabei ist:

$K_{TN}$ : Tonhaltigkeit bei Emissionsmessungen im Nahbereich nach der FGW-Richtlinie /7/ gemessen,  
 $K_T$ : Tonzuschlag, der bei Entfernungen über 300 m für die Immissionsprognose zu verwenden ist.

Für die im WP Holstendorf im Verfahren befindliche Windenergieanlage wurden die in Tabelle 4 angegebenen Schalleistungspegel berücksichtigt:

**Tabelle 4 Eingangsdaten für die Vorbelastung**

Bezeichnung	WEA	L <sub>WA</sub> in dB(A)	
		tags	nachts
Siemens SWT 3.2-113	WEA VB1	105,0	105,0

Nach Rücksprache mit dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) soll für vorhandene Windenergieanlagen der obere Vertrauensbereich des Beurteilungspegels berücksichtigt werden. Für die Unsicherheit der Typvermessung soll entsprechend der Auskunft vom LLUR ein Wert von  $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$  und für die Prognoseunsicherheit ein Wert von  $\sigma_{\text{prog}} = 1 \text{ dB}$  berücksichtigt werden. Die Berechnung der Gesamtunsicherheit  $\sigma_{\text{ges}}$  und dem daraus ermittelten oberen Vertrauensbereich der Beurteilungspegel erfolgte gemäß dem in Abschnitt 0 dargestellten Berechnungsverfahren. Für die Berücksichtigung einer 90 %igen Einhaltungswahrscheinlichkeit wird somit ein Sicherheitszuschlag von  $\Delta L_o = 1,43 \text{ dB}$  für die vorhandenen WEA berücksichtigt. Das im Rahmen der Berechnungen berücksichtigte Oktavspektrum für die im Verfahren befindliche WEA sind den Eingabedaten in Anlage 2 sowie den Auszügen der zugrunde gelegten Messberichte und Herstellerangaben in Anlage 7 dieses Berichtes zu entnehmen.

Für die Windenergieanlage wird eine Einwirkzeit von 24 Stunden pro Tag berücksichtigt.

Südwestlich der geplanten WEA befindet sich außerdem das Gewerbegebiet Gleschendorf im Geltungsbereich des Bebauungsplanes Nr. 16 -Sch- der Gemeinde Scharbeutz. Weiterhin stellt der Flächennutzungsplan der Gemeinde Scharbeutz an der vorhandenen Bahnstrecke weitere Gewerbeflächen dar. Für die Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 88 -Sch- wurden diese Flächen bereits im Rahmen einer schalltechnischen Untersuchung des Ingenieurbüros für Schallschutz Dipl.-Ing. Volker Ziegler (ibs) /13/ berücksichtigt.

Die genaue Lage der gewerblichen Flächen (GE 1 bis GE 6) sind im Lageplan in Anlage 1 dargestellt. Analog /13/ werden die vorhandenen Gewerbeflächen in Abstimmung mit dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) wie folgt im Rahmen dieser Untersuchung als gewerbliche Vorbelastung berücksichtigt:

- GE 1: Gewerbefläche gemäß Flächennutzungsplan
- GE 2: Gewerbefläche gemäß Flächennutzungsplan
- GE 3: Gewerbegebiet im Geltungsbereich des rechtskräftigen Bebauungsplanes Nr. 89 -Sch-
- GE 4: Sonder- und Gewerbegebiete im Geltungsbereich der 2. Änderung des Bebauungsplanes Nr. 16 -Sch- mit Festsetzung von flächenbezogenen Schalleistungspegeln von  $L_w'' = 60 \text{ dB(A)/m}^2$  am Tag und  $L_w'' = 45 \text{ dB(A)/m}^2$  in der Nacht.
- GE 5: Gewerbegebiet im Geltungsbereich der 6. Änderung des Bebauungsplanes Nr. 16 -Sch- mit Festsetzung von flächenbezogenen Schalleistungspegeln von  $L_w'' = 60 \text{ dB(A)/m}^2$  am Tag und  $L_w'' = 60 \text{ dB(A)/m}^2$  in der Nacht.
- GE 6: Gewerbegebiete im Geltungsbereich der 1. und 4. Änderung des Bebauungsplanes Nr. 16 -Sch- mit Festsetzung von flächenbezogenen Schalleistungspegeln von  $L_w'' = 60 \text{ dB(A)/m}^2$  am Tag und  $L_w'' = 45 \text{ dB(A)/m}^2$  in der Nacht.

Die Gewerbeflächen GE 1 bis GE 3 an der Bahnstrecke sind nicht geräuschkontingiert. Hier werden analog /13/ am Tag flächenbezogene Schalleistungspegel für Gewerbegebiete von  $L_w'' = 60 \text{ dB(A)/m}^2$  und nachts  $L_w'' = 50 \text{ dB(A)/m}^2$  in Ansatz gebracht.

Sonstige, relevante gewerbliche Vorbelastungen für die kritische Nachtzeit, die im Rahmen der Berechnungen berücksichtigt werden müssten, wurden nicht ausgemacht.

## 8.2 Fremdgeräusche

Fremdgeräusche entstehen durch Windgeräusche an den in der Nähe der Wohnhäuser stehenden Bäumen und Sträuchern sowie in geringem Umfang durch den Straßenverkehr. Je nach Vegetation am Immissionsort, Bauweise der Wohnhäuser und Windrichtung können die Geräusche der WEA durch windinduzierte Fremdgeräusche verdeckt werden. In der Regel tritt diese Verdeckung jedoch erst bei höheren Windgeschwindigkeiten auf. Da die o. g. WEA ihre Nennleistung bereits unterhalb von  $v_s = 10 \text{ m/s}$  erreichen, kann für das Genehmigungsverfahren zunächst nicht von einer Verdeckung der Anlagengeräusche durch windinduzierte Geräusche ausgegangen werden.

### 8.3 Schalleistungspegel der Windenergieanlagen

Gemäß den LAI-Hinweisen /8/ sollen als Eingangskenngrößen für Schalimmissionsprognosen die für den geplanten WEA-Typ und Betriebsmodus spezifischen Schalleistungspegel verwendet werden. Dieser wird anhand einer Einfachvermessung, der Ergebniszusammenfassung aus mehreren Einzelmessungen oder den Angaben des Herstellers ermittelt.

Für die Windenergieanlage GE 5.5-158 5.5 MW mit Serrations liegen aktuell noch keine schalltechnischen Einzelmessungen vor. Vom Hersteller sind für die GE 5.5-158 5.5 MW mit Serrations gemäß /10/ für die geplante Nabenhöhe folgende Betriebsmodi verfügbar:

Normalbetrieb:	$L_{WA} = 106,0 \text{ dB(A)}$
NRO 103:	$L_{WA} = 103,0 \text{ dB(A)}$
NRO 102:	$L_{WA} = 102,0 \text{ dB(A)}$
NRO 101:	$L_{WA} = 101,0 \text{ dB(A)}$
NRO 100:	$L_{WA} = 100,0 \text{ dB(A)}$

Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass die geplanten WEA dem Stand der Technik entsprechen, und somit keine immissionsrelevanten Ton- und Impulshaltigkeiten von den geplanten Windenergieanlagen ausgehen.

Hinsichtlich eines zu berücksichtigenden Tonzuschlags soll gemäß /8/ wie folgt vorgefahren werden:

$$0 < K_{TN} \leq 2 \text{ Tonzuschlag } K_T \text{ von } 0 \text{ dB}$$

Dabei ist:

$K_{TN}$ : Tonhaltigkeit bei Emissionsmessungen im Nahbereich nach der FGW-Richtlinie /7/ gemessen,  
 $K_T$ : Tonzuschlag, der bei Entfernungen über 300 m für die Immissionsprognose zu verwenden ist.

WEA, die im Nahbereich höhere tonhaltige Geräuschemissionen hervorrufen, sind nicht Stand der Technik. Falls im Nahbereich im Frequenzbereich ab 3 kHz eine Tonhaltigkeit von  $K_{TN} > 2 \text{ dB}$  festgestellt wird, und im Emissionsmessbericht plausibel und nachvollziehbar dargelegt wird, dass die festgestellte Tonhaltigkeit aufgrund der hohen Luftabsorption für Immissionsorte in Abständen größer als 500 m keine Immissionsrelevanz hat, kann in der Geräuschprognose der Tonzuschlag in dem entsprechenden Entfernungsbereich zu  $K_T = 0 \text{ dB}$  gesetzt werden.

Für WEA-Typen, bei denen in Messberichten nach der FGW-Richtlinie /7/ ein  $K_{TN} = 2 \text{ dB}$  im Nahbereich ausgewiesen wird, ist gemäß Ziffer 5.3 in /8/ am maßgeblichen Immissionsort eine Abnahmemessung zur Beurteilung der Tonhaltigkeit erforderlich. Wird hierbei eine immissionsseitige Tonhaltigkeit festgestellt, müssen Maßnahmen zur Minderung der Tonhaltigkeit

ergriffen werden (kurzfristig: z. B. Vermeiden des Dauerbetriebs mit der Drehzahl, bei welcher die Tonhaltigkeit auftritt; langfristig: technische Minderungsmaßnahmen).

Die durch die Drehbewegung der Rotorblätter erzeugte windkraftanlagentypische Geräuschcharakteristik ist in immissionsrelevanter Entfernung in der Regel weder als ton- noch als impulshaltig einzustufen. Die Infraschallerzeugung moderner WEA liegt selbst im Nahbereich bei Abständen zwischen 150 m und 300 m deutlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen /8/. Damit sind Gesundheitsschäden und erhebliche Belästigungen nach derzeitigem Erkenntnisstand nicht zu erwarten.

Gemäß der Auslegung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen /12/, die in einem Fachgespräch im Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz entstanden sind, sind die Unsicherheiten gemäß Auskunft des LLUR im Bundesland Schleswig-Holstein in der Prognose für ein Genehmigungsverfahren mit Herstellerangaben wie folgt zu berücksichtigen:

Die Ausbreitungsrechnung der Prognose mit dem Interimsverfahren /9/ ist mit den vom Hersteller angegebenen Oktavschalleistungspegeln ( $L_{WA, Okt, i}$ ) durchzuführen. Die Schallausbreitungsrechnung einer WEA ist wie folgt durchzuführen:

$$L_{r, i} = 10 \lg \sum_{i=63\text{Hz}}^{4000\text{Hz}} 10^{0,1(L_{WA, Okt, i} + 1,28 \sqrt{\sigma_{prog}^2 + \sigma_R^2} - A_i)} \leq IRW$$

Dabei ist:

- $A_i$  = die nach dem Interimsverfahren in der Oktave  $i$  zu berücksichtigenden Ausbreitungsterme
- $IRW$  = Immissionsrichtwert
- $\sigma_R$  = Unsicherheit für die Typvermessung
- $\sigma_{prog}$  = Standardabweichung der Prognoseberechnung
- $L_{r, i}$  = Beurteilungspegel am Immissionsort
- $L_{WA, Okt, i}$  = vom Hersteller angegebener Oktavschalleistungspegel

Nach Abschnitt A.2.3.1 der TA Lärm /1/ soll die Prognose in der Regel in Oktaven für die Mittenfrequenzen 63 Hz bis 4000 Hz erfolgen. Sofern Daten für die 31,5 Hz-Oktave verfügbar sind, sind diese mit zu berücksichtigen. Die 8 kHz-Oktave hat bei Windenergieanlagen keine Immissionsrelevanz und kann daher entfallen.

Für die GE 5.5-158 5.5 MW wurde für die Unsicherheit der Typvermessung ein Wert von  $\sigma_R = 0,5$  dB berücksichtigt. Die Prognoseunsicherheit wurde gemäß /8/ mit  $\sigma_{prog} = 1$  dB berücksichtigt.

Für die Immissionsprognose ergibt sich für ein erforderliches Vertrauensniveau von 90 % somit die Gesamtunsicherheit von 1,43 dB. Die im Rahmen der Berechnungen berücksichtigten Oktavspektren für die geplanten WEA sind den Eingabedaten in Anlage 2 sowie den Auszügen

der zugrunde gelegten Messberichte und Herstellerangaben in Anlage 7 dieses Berichtes zu entnehmen.

Tagsüber befinden sich bei Betrieb aller geplanten GE 5.5-158 5.5 MW mit dem von der GE Renewable Energy für den leistungsoptimierten Betrieb angegebenen Schallleistungspegel von  $L_{WA} = 107,4 \text{ dB(A)}$  (Normalbetrieb) einschließlich der o. g. Gesamtunsicherheit keine Immissionsorte im Einwirkungsbereich der Anlagen.

Nachfolgend wird daher ausschließlich die kritische Nachtzeit betrachtet.

Bei Betrieb aller geplanten 12 WEA im leistungsoptimierten Betrieb (Normalbetrieb) werden die Immissionsrichtwerte nachts an einigen maßgeblichen Immissionsorten durch die Gesamtbelastung überschritten. Die geplanten WEA sind daher nachts teilweise schallreduziert zu betreiben. Nachfolgend werden den geplanten WEA im Rahmen des Abregelungskonzeptes 1 folgende Betriebsmodi und Schallleistungspegel in der Nachtzeit zugrunde gelegt:

#### Abregelungskonzept 1:

WEA 1:	Normalbetrieb	$L_{WA} = 106,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 107,4 \text{ dB(A)}$
WEA 2:	NRO 103	$L_{WA} = 103,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 104,4 \text{ dB(A)}$
WEA 3:	Normalbetrieb	$L_{WA} = 106,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 107,4 \text{ dB(A)}$
WEA 4:	NRO 103	$L_{WA} = 103,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 104,4 \text{ dB(A)}$
WEA 5:	Normalbetrieb	$L_{WA} = 106,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 107,4 \text{ dB(A)}$
WEA 6:	Normalbetrieb	$L_{WA} = 106,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 107,4 \text{ dB(A)}$
WEA 7:	NRO 103	$L_{WA} = 103,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 104,4 \text{ dB(A)}$
WEA 8:	NRO 102	$L_{WA} = 102,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 103,4 \text{ dB(A)}$
WEA 9:	Normalbetrieb	$L_{WA} = 106,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 107,4 \text{ dB(A)}$
WEA 10:	NRO 101	$L_{WA} = 101,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 102,4 \text{ dB(A)}$
WEA 11:	NRO 101	$L_{WA} = 101,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 102,4 \text{ dB(A)}$
WEA 12:	NRO 103	$L_{WA} = 103,0 \text{ dB(A)} + 1,43 \text{ dB} = 104,4 \text{ dB(A)}$

## 9 Ermittlung und Beurteilung der Geräuschimmissionen

### 9.1 Schallausbreitungsmodell

Die Beurteilungspegel werden, wie in Abschnitt 6 bereits erläutert, aus den Schallleistungspegeln, ihren Einwirkzeiten und den ggf. erforderlichen Zuschlägen ermittelt. Weiterhin wurde für die geplanten WEA gemäß /8/ der obere Vertrauensbereich des Beurteilungspegels ermittelt. Die Schallimmissionsprognose ist gemäß Nr. A 2 der TA Lärm /1/ nach der DIN ISO 9613-2 /2/ durchzuführen. Die DIN ISO 9613-2 /2/ gilt für die Berechnung der Schallausbreitung bei bodennahen Quellen (bis 30 m mittlere Höhe zwischen Quelle und Empfänger; s. Kapitel 9, Tabelle 5). Hierzu zählen auch die als Vorbelastung berücksichtigten Gewerbeflächen GE 1 bis GE 6. Zur Anpassung des Prognoseverfahrens auf hochliegende Quellen hat

der Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) auf Basis neuerer Untersuchungsergebnisse und auf Basis theoretischer Berechnungen ein „Interimsverfahren“ /9/ veröffentlicht. Für WEA als hochliegende Schallquellen (> 50 m) sind diese neueren Erkenntnisse im Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen.

Die Immissionsprognose der Windenergieanlagen erfolgt nach der „Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ /9/. Die Berechnungen wurden gemäß /9/ frequenzselektiv durchgeführt. Die Berechnung der gewerblichen Vorbelastung durch die Biogasanlage erfolgt nach DIN ISO 9613-2 – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien /2/ ebenfalls frequenzselektiv mit dem Rechenprogramm Cadna A, Version 2020 MR 2 der Dataakustik GmbH. Zur Berechnung der Luftabsorption werden für die Berechnung der Schallimmissionen die Luftdämpfungskoeffizienten  $\alpha$  nach Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 /2/ für die relative Luftfeuchte 70 % und die Lufttemperatur von 10 °C angesetzt.

Gemäß der „Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ /9/ wurde für die Bodendämpfung bei den Berechnungen ein Wert von  $A_{gr} = -3$  dB berücksichtigt. Für die Schirmdämpfung wurde bei den Berechnungen ein Wert von  $A_{bar} = 0$  dB berücksichtigt.

Die meteorologische Korrektur wird gemäß den Formeln (21) und (22) der DIN ISO 9613-2 /2/ wie folgt bestimmt:

$$C_{met} = C_0 [1 - 10^{-(hs+hr)/dp}] \quad \text{wenn } dp > 10^{-(hs+hr)}$$

$$C_{met} = 0 \quad \text{wenn } dp \leq 10^{-(hs+hr)}$$

hs	die Höhe der Quelle in m
hr	die Höhe des Immissionsortes in m
dp	der Abstand zwischen Quelle und Immissionsort, projiziert auf die horizontale Bodenebene in m
$C_0$	ein von den örtlichen Wetterstatistiken für Windgeschwindigkeit und -richtung sowie vom Temperaturgradienten abhängiger Faktor in dB

Die meteorologische Korrektur wurde im Rahmen der Berechnungen mit  $C_{met} = 0$  dB berücksichtigt.

In dem Rechenprogramm werden die Berechnungen richtlinienkonform anhand eines dreidimensionalen Rechenmodells durchgeführt. Die Zerlegung komplexer Schallquellen in einzelne punktförmige Teilschallquellen in Abhängigkeit von den Abstandsverhältnissen erfolgt automatisch. Dabei werden z. T. mehrere hundert Schallquellen erzeugt. Die vollständige Dokumentation der Berechnungen umfasst eine erhebliche Datenmenge. Auf die vollständige Wiedergabe der Rechenprotokolle muss daher verzichtet werden. Diese können jedoch auf Wunsch jederzeit ausgedruckt oder auf Datenträger zur Verfügung gestellt werden.

In Anlage 2 sind die Eingabedaten für die Berechnung vollständig dargestellt. In Anlage 3 sind die berechneten Beurteilungspegel und die oberen Vertrauensbereiche der Beurteilungspegel

dargestellt. In Anlage 5 ist ein Berechnungsprotokoll, exemplarisch für den Immissionsort IO 1, aufgeführt. Anlage 7 enthält Auszüge aus den vorliegenden Messberichten und Datenblättern des Herstellers.

## 9.2 Ergebnisse und Beurteilung

Tagsüber befinden sich bei Betrieb der geplanten WEA im leistungsoptimierten Betrieb keine Immissionsorte im Einwirkungsbereich der Anlagen. Im Folgenden wird daher nur die kritische Nachtzeit betrachtet.

Die unter Berücksichtigung der Gesamtunsicherheit berechneten oberen Vertrauensbereichsgrenzen der Immissionsanteile der schalltechnisch relevanten Windenergieanlagen sowie die ungerundeten Beurteilungspegel der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung für alle maßgeblichen Immissionsorte sind in Anlage 3 aufgeführt.

Die folgende Tabelle 5 fasst die für alle maßgeblichen Immissionsorte errechneten oberen Vertrauensbereichsgrenzen der Beurteilungspegel unter Berücksichtigung der in Abschnitt 8 dargestellten Emissionsansätze für den Beurteilungszeitraum nachts zusammen. Dabei wurde im Rahmen des ermittelten Abregelungskonzeptes 1 zu Grunde gelegt, dass die geplanten WEA 1, WEA 3, WEA 5, WEA 6 und WEA 9 nachts im leistungsoptimierten Betrieb, und die geplanten WEA 2, WEA 4, WEA 7, WEA 8 und WEA 10 bis WEA 12 nachts im schallreduzierten Betrieb betrieben werden (siehe Abschnitt 0).

**Tabelle 5 oberer Vertrauensbereich (OV) der Beurteilungspegel für die gewerbliche Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung in der Nachtzeit – Abregelungskonzept 1, mathematisch gerundet**

Immissionsort	OV Beurteilungspegel in dB(A), nachts			Immissionsrichtwerte in dB(A) Nachtzeit
	VB	ZB	GB	
IO 1	35	42	43	45
IO 2	35	42	43	45
IO 3	37	41	43	45
IO 4	39	41	43	45
IO 5	38	41	43	45
IO 6	38	41	43	45
IO 7	34	43	43	45
IO 8	33	43	43	45
IO 9	0	43	43	45

Immissionsort	OV Beurteilungspegel in dB(A), nachts			Immissionsrichtwerte in dB(A) Nachtzeit
	VB	ZB	GB	
IO 10	0	40	40	45
IO 11	0	45	45	45
IO 12	0	41	41	45
IO 13	0	41	41	45
IO 14	0	43	43	45
IO 15	36	41	43	45
IO 16	35	40	41	40
IO 17	37	37	40	40
IO 18	38	39	41	40
IO 19	43	38	44	45

**Fettdruck:** Überschreitung des Immissionsrichtwertes

Die Berechnungen für das Abregelungskonzept 1 ergaben, dass die Immissionsrichtwerte der TA Lärm /1/ nachts an allen Immissionsorten bis auf IO 16 und IO 18 durch den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels der Gesamtbelastung eingehalten bzw. unterschritten werden.

An den Immissionsorten IO 16 und IO 18 wird der Immissionsrichtwert um maximal 1 dB durch den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels der Gesamtbelastung überschritten. Gemäß Nr. 3.2.1, Abs. 3, TA Lärm /1/ soll die Genehmigung einer Anlage auch bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht versagt werden, wenn dauerhaft sichergestellt ist, dass diese Überschreitung nicht mehr als 1 dB beträgt. Damit ist die oben dargestellte Überschreitung des Immissionsrichtwertes von 1 dB kein Hinderungsgrund für die Genehmigung der Anlagen.

Zur Veranschaulichung der Ausbreitung des Lärms im Untersuchungsgebiet wurden Isophonen, d. h. Linien gleicher mittlerer Beurteilungspegel, errechnet. Die Aufpunkthöhe wurde mit 5 m angesetzt, das entspricht der Höhe der Fenster im ersten Obergeschoss. Die Isophonen stellen Grenzen dar, hinter denen der zugehörige Beurteilungspegel eingehalten bzw. unterschritten wird.

Die beigefügten Immissionsraster in Anlage 4 sind die Isophonen für den oberen Vertrauensbereich der Beurteilungspegel nachts dargestellt. Eventuelle Abweichungen zu den tabellarischen Ergebnissen in Anlage 3 ergeben sich aus dem Sachverhalt, dass bei der Ermittlung der Beurteilungspegel nur die Betriebe und Anlagen als VB berücksichtigt wurden,

deren Immissionsbeiträge am betrachteten Immissionsort bis zu 12 dB unter dem Immissionsrichtwert liegen.

Eine Überschreitung des Spitzenpegelkriteriums nach TA Lärm, Nr. 6.1 /1/ durch einzelne, kurzzeitige Geräuschspitzen ist nicht zu erwarten. Tieffrequente Geräusche werden in Abschnitt 9.4 gesondert betrachtet.

### 9.3 Qualität der Ergebnisse

Die TA Lärm /1/ fordert unter Punkt 3.5 des Anhangs eine Aussage zur Qualität der Ergebnisse. In den Hinweisen des LAI /8/ werden die Anforderungen der TA Lärm /1/ an die Durchführung von Immissionsprognosen im Rahmen der Errichtung und des Betriebes von WEA konkretisiert. Die der Schallimmissionsprognose zu Grunde liegenden Emissionswerte beinhalten verfahrensbedingte Ungenauigkeiten. Bei der Prognose ist sicherzustellen, dass der Immissionsrichtwert auch bei Berücksichtigung der Unsicherheit der Emissionsdaten (Produkt- oder Serienstreuung, Messunsicherheit) und der Ausbreitungsrechnung nicht überschritten wird.

Zur Berechnung der Beurteilungspegel wurde entsprechend der Empfehlungen des LAI /8/ das Interimsverfahren gemäß der „Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ /9/ durchgeführt. Die Berechnungen wurden gemäß /9/ frequenzselektiv durchgeführt. Dämpfungen durch Bewuchs wurden nicht berücksichtigt. Gemäß der „Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ /9/ für die Bodendämpfung wurde bei den Berechnungen ein Wert von  $A_{gr} = -3$  dB berücksichtigt. Für die Schirmdämpfung wurde bei den Berechnungen ein Wert von  $A_{bar} = 0$  dB berücksichtigt.

Darüber hinaus wurde gemäß der LAI-Hinweise /8/ der obere Vertrauensbereich des Beurteilungspegels für die geplanten WEA berücksichtigt. Die Berechnungen enthalten damit Sicherheiten.

### 9.4 Tieffrequente Geräusche

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde auch das Auftreten tieffrequenter Geräusche entsprechend Punkt 7.3 der TA Lärm /1/ untersucht. In der TA Lärm /1/ werden Hinweise zur Ermittlung und Bewertung schädlicher Umwelteinwirkungen in Innenräumen gegeben. Aufgrund der schalltechnischen Komplexität von Innenräumen (Größe, Ausstattung, Außenbauteile) sind allgemeingültige Regeln, die von Außenschallpegeln eindeutig auf das Vorliegen von tieffrequenten Geräuschen in Innenräumen schließen lassen, bisher nicht vorhanden. Aus den Ergebnissen von Messungen, die im Außenbereich vorgenommen wurden, sind daher nur Abschätzungen tieffrequenter Geräusche im Innenraum möglich.

Gemäß unseren eigenen und den im Arbeitskreis Geräusche von WEA der Fördergesellschaft Windenergie e. V. vorliegenden Erfahrungen bei Messungen von Geräuschen in Wohnhäusern im Einwirkungsbereich von Windenergieanlagen ist das Auftreten deutlich wahrnehmbarer tieffrequenter Geräusche im Sinne der DIN 45680 /4/ an Windenergieanlagen, die dem Stand der Technik entsprechen, nicht zu erwarten. Angesichts der großen Entfernungen zwischen den Immissionsorten und der geplanten WEA ist mit Belästigungen durch tieffrequente Geräusche im Sinne der TA Lärm /1/ in Verbindung mit der DIN 45680 /4/ daher nicht zu rechnen.

Prüfer:



Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Hünenberg  
(Geschäftsführer / Messstellenleiter)

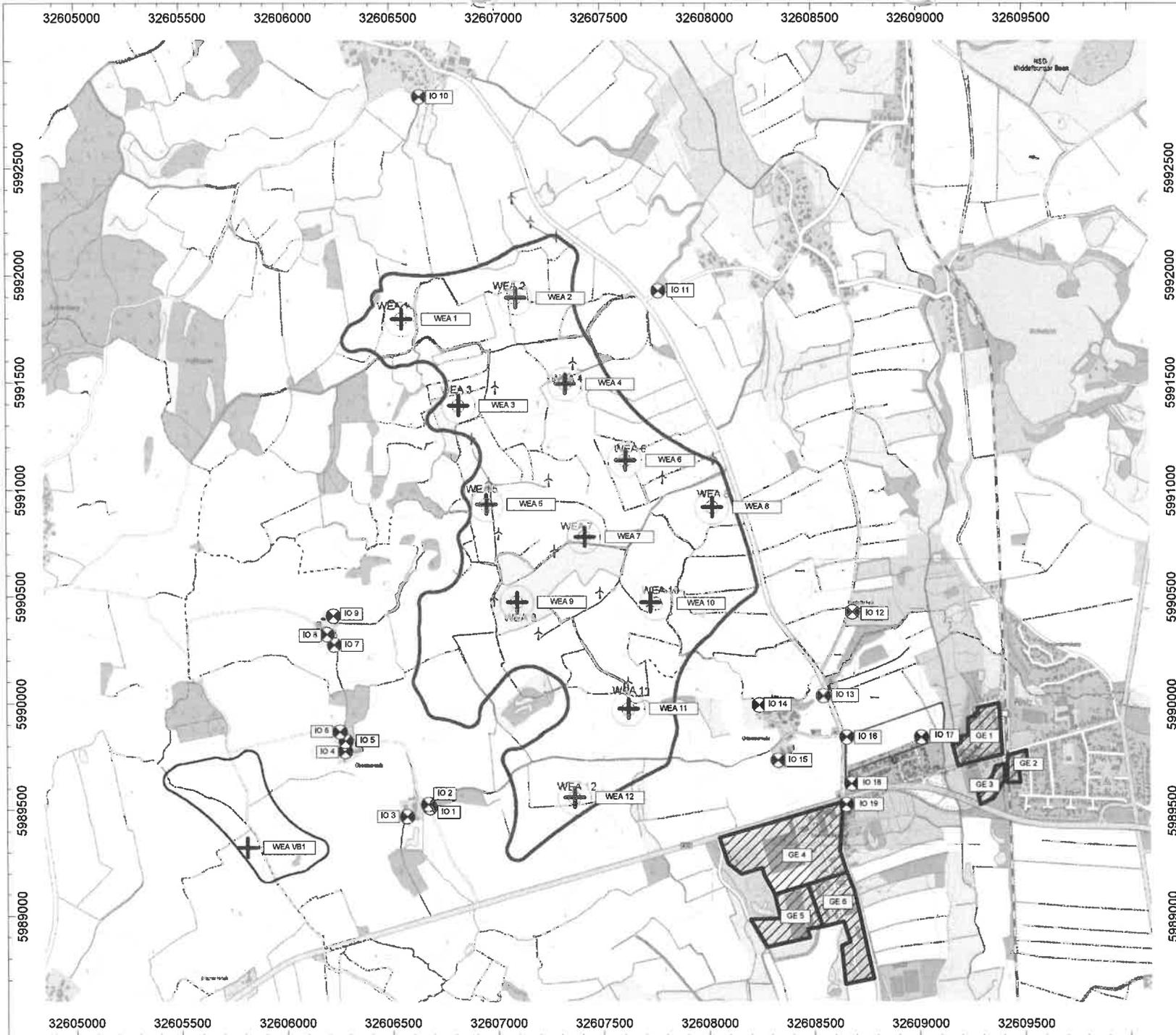


Verfasser:



B. Eng. Björn Klefeker  
(Sachverständiger)

**Anlage 1**  
**Lageplan mit Immissionsorten und Schallquellen**



- Punktquelle
- Flächenquelle
- Immissionspunkt
- Rechengebiet

**Anlage 1**

Lageplan mit Immissionsorten  
 und Schallquellen



**Maßstab:**  
 1:17500

**Anlage 2**  
**Eingabedaten**



## Immissionsorte

### Immissionspunkte

Bezeichnung	M.	ID	Richtwert		Nutzungsart			Höhe (m)	Koordinaten		
			Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Gebiet	Auto	Lärmart		X (m)	Y (m)	Z (m)
IO 1		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32606678,85	5989510,22	5,00
IO 2		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32606671,14	5989526,90	5,00
IO 3		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32606571,51	5989469,65	5,00
IO 4		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32606279,36	5989776,43	5,00
IO 5		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32606282,32	5989824,58	5,00
IO 6		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32606253,49	5989867,39	5,00
IO 7		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32606228,22	5990274,53	5,00
IO 8		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32606195,19	5990322,16	5,00
IO 9		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32606227,54	5990408,58	5,00
IO 10		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32606644,00	5992832,00	5,00
IO 11		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32607772,00	5991929,00	5,00
IO 12		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32608687,00	5990429,00	5,00
IO 13		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32608548,00	5990038,00	5,00
IO 14		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32608243,00	5989995,00	5,00
IO 15		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32608331,00	5989736,00	5,00
IO 16		io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32608657,33	5989846,11	5,00
IO 17		io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32609011,63	5989845,56	5,00
IO 18		io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32608680,00	5989627,00	5,00
IO 19		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32608654,00	5989529,00	5,00

## Spektren

### Schalleistung

Bezeichnung	ID	Typ	Bew.	Oktavspektrum (dB)											Quelle
				31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	lin	
Siemens SWT 3.2-113 Mode 1	specSWTmode1	Lw	A		88,6	93,8	94,2	95,3	99,0	99,8	96,5	86,4	105,0	116,5	Document ID: NE&ME TE SAS-40-0000-100000015039-00
GE5.5-158 Normalbetrieb	spec_GE55_158	Lw	A	78,0	87,2	92,6	97,2	99,7	101,3	99,1	91,7	76,0	106,0	119,6	Noise_Emission-NO_NRO_4.x_5.x-158-50Hz_FGW_DE_r01
GE5.5-158 NRO 103	spec_GE55_158_NRO103	Lw	A	74,8	84,0	90,2	95,2	97,3	97,8	95,1	88,4	73,8	103,0	116,6	Noise_Emission-NO_NRO_4.x_5.x-158-50Hz_FGW_DE_r01
GE5.5-158 NRO 102	spec_GE55_158_NRO102	Lw	A	74,0	83,2	89,6	94,5	96,3	96,6	94,0	87,6	73,1	102,0	115,8	Noise_Emission-NO_NRO_4.x_5.x-158-50Hz_FGW_DE_r01
GE5.5-158 NRO 101	spec_GE55_158_NRO101	Lw	A	73,1	82,2	89,0	93,9	95,4	95,2	92,7	86,9	72,5	101,0	114,9	Noise_Emission-NO_NRO_4.x_5.x-158-50Hz_FGW_DE_r01
GE5.5-158 NRO 100	spec_GE55_158_NRO100	Lw	A	72,3	81,6	88,4	93,1	94,3	94,0	91,7	86,2	71,8	100,0	114,2	Noise_Emission-NO_NRO_4.x_5.x-158-50Hz_FGW_DE_r01

### **Anlage 3**

## **Immissionsanteile und Beurteilungspegel für die Immissionsorte**

Anlage 3 - Immissionsanteile und Beurteilungspegel

Tabelle 1: Oberer Vertrauensbereich des Beurteilungspegels nachts - Abregelungskonzept 1

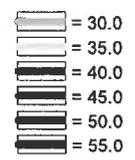
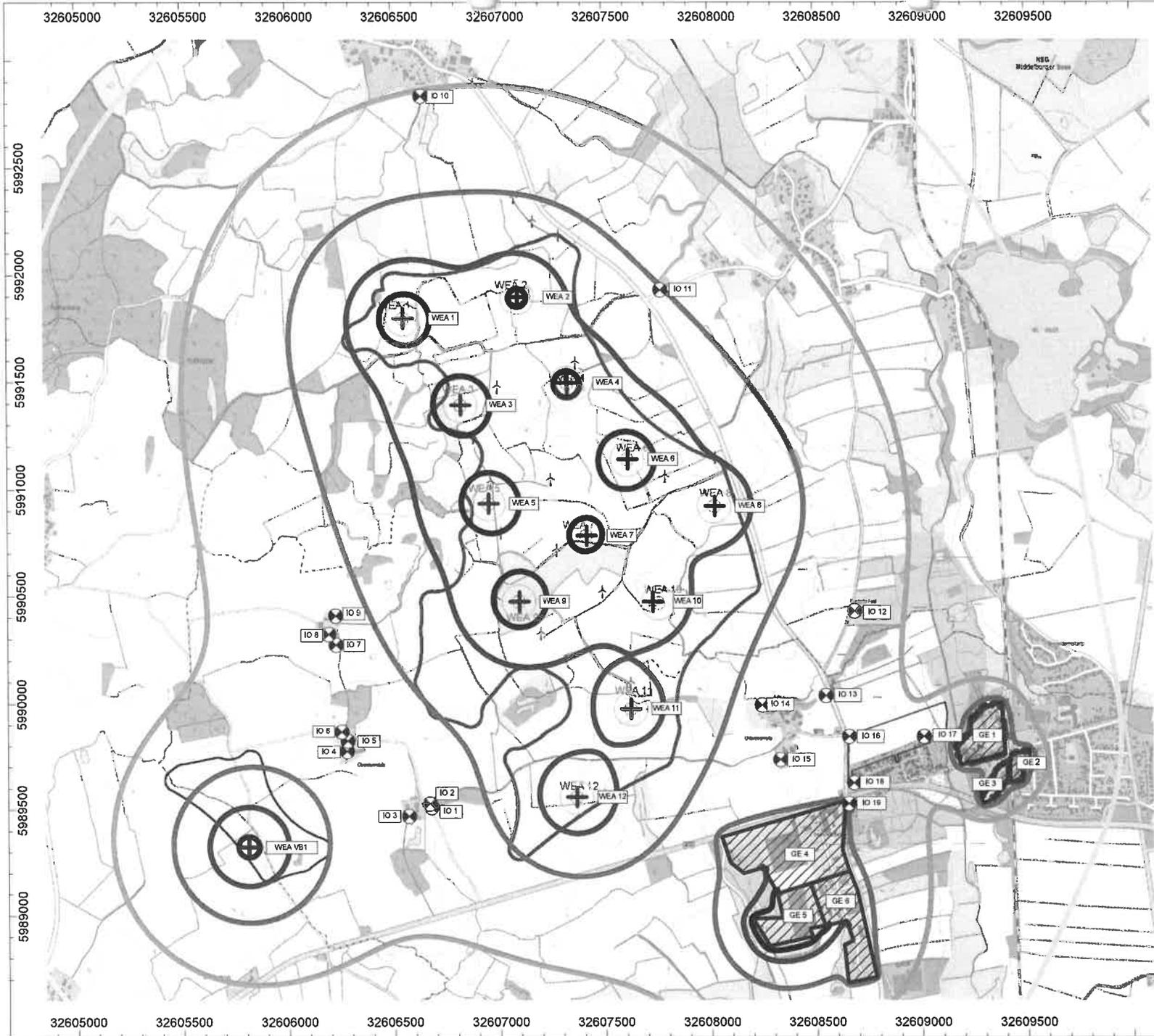
Quelle	M.	ID	IO1	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6	IO7	IO8	IO9	IO10	IO11	IO12	IO13	IO14	IO15	IO16	IO17	IO18	IO19
<i>Geplante Windenergieanlagen</i>																					
WEA 1		zb	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
WEA 2		zb	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
WEA 3		zb	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	33,4	33,7	34,5	35,5	37,4	38,4	38,4	38,4	38,4	38,4	38,4	38,4	38,4
WEA 4		zb	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
WEA 5		zb	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	33,2	33,3	36,3	36,4	37,3	38,4	38,4	38,4	38,4	38,4	38,4	38,4	38,4
WEA 6		zb	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
WEA 7		zb	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
WEA 8		zb	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
WEA 9		zb	35,5	35,7	34,7	35,3	35,6	35,7	37,3	37,0	37,6	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7
WEA 10		zb	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
WEA 11		zb	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
WEA 12		zb	37,3	37,2	35,8	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7
<i>Vorhandene Windenergieanlagen</i>																					
WEA VB1		vb	35,3	35,3	36,8	38,6	38,0	37,8	33,6	33,2	34,7	35,6	36,4	37,8	38,4	39,0	39,9	40,7	41,5	42,3	43,1
<i>Sonstige Betriebe und Anlagen</i>																					
GE1		vbGew	35,3	35,3	36,8	38,6	38,0	37,8	33,6	33,2	34,7	35,6	36,4	37,8	38,4	39,0	39,9	40,7	41,5	42,3	43,1
GE2		vbGew	35,3	35,3	36,8	38,6	38,0	37,8	33,6	33,2	34,7	35,6	36,4	37,8	38,4	39,0	39,9	40,7	41,5	42,3	43,1
GE3		vbGew	35,3	35,3	36,8	38,6	38,0	37,8	33,6	33,2	34,7	35,6	36,4	37,8	38,4	39,0	39,9	40,7	41,5	42,3	43,1
GE4		vbGew	35,3	35,3	36,8	38,6	38,0	37,8	33,6	33,2	34,7	35,6	36,4	37,8	38,4	39,0	39,9	40,7	41,5	42,3	43,1
GE5		vbGew	35,3	35,3	36,8	38,6	38,0	37,8	33,6	33,2	34,7	35,6	36,4	37,8	38,4	39,0	39,9	40,7	41,5	42,3	43,1
GE6		vbGew	35,3	35,3	36,8	38,6	38,0	37,8	33,6	33,2	34,7	35,6	36,4	37,8	38,4	39,0	39,9	40,7	41,5	42,3	43,1
Vorbelastung			35,3	35,3	36,8	38,6	38,0	37,8	33,6	33,2	34,7	35,6	36,4	37,8	38,4	39,0	39,9	40,7	41,5	42,3	43,1
Zusatzbelastung			42,0	42,1	41,1	40,8	41,0	41,1	42,8	42,7	43,4	40,2	45,1	41,2	41,0	43,2	41,4	39,5	37,4	38,6	39,4
Gesamtbelastung			42,9	42,9	42,5	42,8	42,8	42,7	43,3	43,2	43,4	40,2	45,1	41,2	41,0	43,2	42,5	40,9	40,1	41,4	44,0
Immissionsrichtwert			45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	40	40	40	45
Überschreitung			-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,9	0,1	1,4	-	-

Hinweis: Immissionsbeiträge, die mehr als 12 dB unter dem Immissionsrichtwert liegen, wurden bei der Ermittlung der Beurteilungspegel durch die Vorbelastung nicht berücksichtigt

Immissionsbeitrag der geplanten WEA liegt mindestens 12 dB unter dem Immissionsrichtwert?

WEA 1	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja									
WEA 2	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja									
WEA 3	ja	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja						
WEA 4	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja												
WEA 5	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
WEA 6	ja	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	ja										
WEA 7	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja												
WEA 8	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja												
WEA 9	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein									
WEA 10	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja												
WEA 11	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	ja												
WEA 12	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein	ja									

**Anlage 4**  
**Immissionsraster**



**Anlage 4**

Immissionsraster für die Nachtzeit  
 in 5 m Höhe, Gesamtbelastung  
 (mit Abregelungskonzept 1)



**Maßstab:**  
**1:17500**

**Anlage 5**  
**Berechnungsprotokoll für den IO 1**





# Anlage 5 - Berechnungsprotokoll IO 1

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA 2", ID: "zb_nacht_red2"																				
Nr.	X	Y	Z	Refl.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
59	32607097,00	5991895,00	120,90	0	N	32	76,2	0,0	0,0	0,0	0,0	78,7	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
59	32607097,00	5991895,00	120,90	0	N	63	85,4	0,0	0,0	0,0	0,0	78,7	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,4
59	32607097,00	5991895,00	120,90	0	N	125	91,6	0,0	0,0	0,0	0,0	78,7	1,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,9
59	32607097,00	5991895,00	120,90	0	N	250	96,6	0,0	0,0	0,0	0,0	78,7	2,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,4
59	32607097,00	5991895,00	120,90	0	N	500	98,7	0,0	0,0	0,0	0,0	78,7	4,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,3
59	32607097,00	5991895,00	120,90	0	N	1000	99,2	0,0	0,0	0,0	0,0	78,7	8,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6
59	32607097,00	5991895,00	120,90	0	N	2000	96,5	0,0	0,0	0,0	0,0	78,7	23,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,6
59	32607097,00	5991895,00	120,90	0	N	4000	89,8	0,0	0,0	0,0	0,0	78,7	79,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-65,3
59	32607097,00	5991895,00	120,90	0	N	8000	75,2	0,0	0,0	0,0	0,0	78,7	283,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	283,8





**Anlage 6**  
**Fotodokumentation**



**Bild 1: Ausblick auf Immissionsorte IO 1 bis IO 3**



**Bild 2: Ausblick auf Immissionsorte IO 4 bis IO 6**

<p>Auftraggeber: Denker&amp; Wulf AG Windmühlenberg 24814 Sehestedt</p>	<p><b>T&amp;H INGENIEURE</b> Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p>
<p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb neuer Windenergieanlagen im Rahmen des Repowering-Vorhabens im Windpark Kesdorf</p>	
<p>Bezeichnung: <b>Fotodokumentation</b></p>	<p><b>Anlage: 6</b></p>



**Bild 3: Ausblick auf Immissionsorte IO 7 bis IO 9**



**Bild 4: Ausblick auf Immissionsort IO 10**

<p>Auftraggeber: Denker&amp; Wulf AG Windmühlenberg 24814 Sehestedt</p>	<p><b>T&amp;H INGENIEURE</b> Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p>
<p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb neuer Windenergieanlagen im Rahmen des Repowering-Vorhabens im Windpark Kesdorf</p>	
<p>Bezeichnung: <b>Fotodokumentation</b></p>	<p><b>Anlage: 6</b></p>



**Bild 5: Ausblick auf Immissionsort IO 11**



**Bild 6: Ausblick auf Immissionsort IO 12**

<p>Auftraggeber: Denker&amp; Wulf AG Windmühlenberg 24814 Sehestedt</p>	<p><b>T&amp;H INGENIEURE</b> Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p>
<p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb neuer Windenergieanlagen im Rahmen des Repowering-Vorhabens im Windpark Kesdorf</p>	
<p>Bezeichnung: <b>Fotodokumentation</b></p>	<p><b>Anlage: 6</b></p>



**Bild 7: Ausblick auf Immissionsort IO 13**



**Bild 8: Ausblick auf Immissionsort IO 14**

<p>Auftraggeber: Denker&amp; Wulf AG Windmühlenberg 24814 Sehestedt</p>	<p><b>T&amp;H INGENIEURE</b> Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p>
<p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb neuer Windenergieanlagen im Rahmen des Repowering-Vorhabens im Windpark Kesdorf</p>	
<p>Bezeichnung: <b>Fotodokumentation</b></p>	<p><b>Anlage: 6</b></p>



**Bild 9: Ausblick auf Immissionsort IO 15**



**Bild 10: Ausblick auf Immissionsort IO 16**

<p>Auftraggeber: Denker&amp; Wulf AG Windmühlenberg 24814 Sehestedt</p>	<p><b>T&amp;H INGENIEURE</b> Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p>
<p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb neuer Windenergieanlagen im Rahmen des Repowering-Vorhabens im Windpark Kesdorf</p>	
<p>Bezeichnung: <b>Fotodokumentation</b></p>	<p><b>Anlage: 6</b></p>



**Bild 11: Ausblick auf Immissionsort IO 17**



**Bild 12: Ausblick auf Immissionsort IO 19**

<p>Auftraggeber: Denker&amp; Wulf AG Windmühlenberg 24814 Sehestedt</p>	<p><b>T&amp;H INGENIEURE</b> Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p>
<p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb neuer Windenergieanlagen im Rahmen des Repowering-Vorhabens im Windpark Kesdorf</p>	
<p>Bezeichnung: <b>Fotodokumentation</b></p>	<p><b>Anlage: 6</b></p>

## **Anlage 7**

**Auszüge aus den zugrunde gelegten Messberichten und Herstellerangaben**

GE Renewable Energy

- Originaldokument -

# Technische Dokumentation Windenergieanlagen 4.x/5.x-158 - 50 Hz



## Schalleistung Normalbetrieb und Schallreduzierter Betrieb gemäß FGW

Inkl. Terz- und Oktavbandspektren

NO 104/106 und NRO 100-105

Geräuschreduzierende Blatthinterkanten  
(Serrations):

Enthalten

Rev. 01 - DE

2020-02-05

*Zum Öffnen eventueller Anhänge bitte auf das Büroklammer-Symbol (📎) klicken. Es wird bei Adobe Acrobat normalerweise links angezeigt.*



imagination at work

© 2020 General Electric Company. All rights reserved.

T&H\_19-095-GBK-04, Anlagen Seite 24

Visit us at  
[www.gerenewableenergy.com](http://www.gerenewableenergy.com)

## Urheber- und Verwertungsrechte

Dieses Dokument ist vertraulich zu behandeln. Es darf nur befugten Personen zugänglich gemacht werden. Eine Überlassung an Dritte darf nur mit ausdrücklicher, schriftlicher Zustimmung der General Electric Company erfolgen.

Alle Unterlagen sind im Sinne des Urheberrechtsgesetzes geschützt. Die Weitergabe sowie die Vervielfältigung von Unterlagen, auch auszugsweise, sowie eine Verwertung und Mitteilung ihres Inhaltes sind nicht gestattet, es sei denn, dass eine ausdrückliche, vorherige und schriftliche Zustimmung der General Electric Company erteilt wurde. Zuwiderhandlungen sind strafbar und verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte zur Ausübung von gewerblichen Schutzrechten behalten wir uns vor.

© 2020 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

GE und das GE-Monogramm sind Warenzeichen und Dienstleistungsmarken der General Electric Company.

Andere, in diesem Dokument genannte Unternehmens- oder Produktnamen sind ggf. Warenzeichen bzw. eingetragene Warenzeichen ihrer jeweiligen Unternehmen.



imagination at work

# Inhaltsverzeichnis

1	Einführung .....	5
1.1	Allgemein .....	5
1.2	Wind Farm Noise Management (verfügbar als Option).....	6
2	Konfigurationsübersicht .....	6
3	Schallleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit .....	7
4	Oktav- und Terz-Spektren.....	7
4.1	5.x-158 - 106.0 dB immissionsrelevanter Schallleistungspegel .....	8
4.2	5.x-158 - 105.0 dB Immissionsrelevanter Schallleistungspegel .....	10
4.3	4.x/5.x-158 - 104.0 dB Immissionsrelevanter Schallleistungspegel.....	12
4.4	4.x/5.x-158 - 103.0 dB Immissionsrelevanter Schallleistungspegel.....	14
4.5	4.x/5.x-158 - 102.0 dB Immissionsrelevanter Schallleistungspegel.....	16
4.6	4.x/5.x-158 - 101.0 dB Immissionsrelevanter Schallleistungspegel.....	18
4.7	4.x/5.x-158 - 100.0 dB Immissionsrelevanter Schallleistungspegel.....	20
5	Unsicherheitsangaben.....	22
6	Tonalität.....	22
7	Terminologie nach IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14 .....	22
8	Referenzdokumente .....	23
	Anhang I - Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für alle Nabenhöhen .....	23

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

# GE Renewable Energy

## 1 Einführung

### 1.1 Allgemein

Dieses Dokument beschreibt die Schalleistung der Windenergieanlagen 4.5/4.8/5.3 und 5.5-158 für den Normal- und schallreduzierten Betrieb und fasst den berechneten Schallleistungspegel  $L_{WA,k}$ , die berechneten Oktav- und Terz-Spektren, die Unsicherheitsangaben im Zusammenhang mit dem immissionsrelevanten Schallleistungspegel sowie die Tonalität zusammen.

Alle angegebenen Schallleistungspegel sind A-bewertet.

GE überprüft Spezifikationen kontinuierlich durch Messungen, einschließlich der von unabhängigen Instituten durchgeführten Messungen.

Mit Hilfe der Anlagensteuerung kann die Anlage ohne manuellen Eingriff in den schallreduzierten Betrieb "NRO" (Noise-Reduced Operation) schalten. Dabei handelt es sich um keinen zwingend vorgeschriebenen Betriebspunkt, sondern um einen Bereich unter dem "normalen" Nennbetrieb, der über Parameter definiert werden kann.

Die WEA kann über ihre Steuerung auf schallreduzierten Betrieb umgestellt werden, was normalerweise je nach Tageszeit erfolgt, d. h. die Anlage wird nachts schallreduziert und tagsüber im Normalbetrieb gefahren.

Das emittierte Geräusch wird überwiegend durch das aerodynamische Breitbandrauschen der Rotorblätter in direkter Abhängigkeit von der Umfangs- oder Rotorspitzen geschwindigkeit bestimmt.

Der Schallleistungspegel kann durch eine Reduzierung und Begrenzung der Rotordrehzahl, mit der auch eine Abnahme der Blattspitzengeschwindigkeit einher geht, gesenkt werden. Die Nennleistungsabgabe der WEA reduziert sich entsprechend. Hierzu werden ggf. auch Änderungen des bestehenden Blattregelungskonzepts erforderlich. Die NRO-Betriebsarten nutzen diese beiden Verfahren, um unter Einhaltung der Schallleistungsvorgaben eine optimale Energieausbeute zu erzielen.

Im oberen Windgeschwindigkeitsbereich ist aufgrund der Leistungsreduzierung von einer gewissen Minderung des Energieertrags der WEA auszugehen, die sich jedoch zugunsten ihres Schallleistungspegels auswirkt.

Die Parametereinstellungen der Steuerung bestimmen, welche maximale Geräuschemission die Anlage im Betrieb haben darf.

Da die WEA-Steuerung die Betriebsdaten ständig auf dem Anlagenrechner überwacht, besteht zu jeder Zeit die Möglichkeit, die Übereinstimmung zwischen Ist- und Soll-Betriebsart zu belegen. Dies kann zum Nachweis der Einhaltung eventueller Auflagen von Überwachungsbehörden nützlich sein.

Der schallreduzierte Betrieb (NRO) wird über eine plombierte Schaltuhr zeitgesteuert aktiviert. Die wichtigsten Daten sind:

P\_Act 10 Minuten Mittelwert der elektrischen Wirkleistung

N\_Rot 10 Minuten Mittelwert der Rotordrehzahl.

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

## 1.2 Wind Farm Noise Management (verfügbar als Option)

In Gebieten mit Schallschutzbestimmungen ist es häufig erforderlich, den Betrieb der Windenergieanlage (WEA) an die Bestimmungen der Fernfeldbedingungen anzupassen. Daher bietet GE ein abgestimmtes Wind Farm Noise Management System an, welches größere Flexibilität und höhere Energieerträge bietet, als das bei herkömmlichen WEA-Steuerungen der Fall ist. Diese fortgeschrittene Methode ermöglicht eine kontinuierliche Anpassung des Windpark-Betriebs an umweltbedingte Variablen, die die Schallemission des Windparks beeinflussen. Diese Variablen sind im Wesentlichen Windgeschwindigkeit und Windrichtung.

Das Wind Farm Noise Management Paket enthält folgenden Service und folgende Hardware:

- Schallausbreitungsrechnungen und Optimierung des Windparkbetriebes
- Optimale WEA-Sollwerte für den gesamten Windpark als Funktion von Windgeschwindigkeit und Windsektor
- Installation und Inbetriebnahme der Wind Farm Noise Management Software.

## 2 Konfigurationsübersicht

Die folgende Tabelle bietet eine Übersicht der verfügbaren Kombinationen von immissionsrelevanten Schalleistungspegeln  $L_{WA,k}$  und Anlagennennleistung.

Zu jeder Betriebsweise gehört ein immissionsrelevanter Schalleistungspegel, ein Rotordrehzahlsollwerte und in einigen Fällen mehrere verfügbare Nennleistungen. So wird beispielsweise der Normalbetrieb von 106 dB erreicht bei 9.7 Umdrehungen pro Minute und einer Nennleistung von 5300 kW oder 5500 kW. Für die Anlage mit 120.9 m Nabenhöhe sind die Betriebsarten NRO 104 und 105 dB nicht verfügbar.

Betriebsbezeichnung [dB]	Rotordrehzahl sollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]			
		101.0m Nabenhöhe	120.9m Nabenhöhe	150.0m Nabenhöhe	161.0m Nabenhöhe
NO 106.0	9.70	5300, 5500	5300, 5500	5300, 5500	5300, 5500
NRO 105.0	9.35	5300	N/A	5300	5300
NO/NRO 104.0	9.00	4800, 5100	N/A	4500, 4800, 5100	4500, 4800, 5100
NRO 103.0	8.54	4800	4500, 4800	4500, 4800	4500, 4800
NRO 102.0	8.20	4650	4500, 4650	4500, 4650	4500, 4650
NRO 101.0	7.66	4340	4340	4340	4340
NRO 100.0	7.22	4090	4090	4090	4090

Tabelle 1: Übersicht der verfügbaren Kombinationen von immissionsrelevanten Schalleistungspegeln  $L_{WA,k}$  und Anlagennennleistung.

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

### 3 Schalleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

Die folgende Tabelle zeigt die berechneten Soll-Schalleistungspegel in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe.

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	NO 106.0 dB Mode	NRO 105.0 dB Mode	NO/NRO 104.0 dB Mode	NRO 103.0 dB Mode	NRO 102.0 dB Mode	NRO 101.0 dB Mode	NRO 100.0 dB Mode
4	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8
5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5
6	97.6	97.6	97.6	97.6	97.6	97.6	97.6
7	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	100.0
8	103.9	103.7	103.5	103.0	102.0	101.0	100.0
9	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
10	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
11	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
12	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
13	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
14	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
15	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0

Tabelle 2: Soll-Schalleistungspegel

Die entsprechende Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe ist von der Nabenhöhe abhängig. Sie kann für eine vorhandene Oberflächenrauheit mit einem logarithmischen Windprofil berechnet werden:

$$V_{10m\ height} = V_{hub} \frac{\ln\left(\frac{10m}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{hub\ height}{z_0}\right)}$$

Ein typischer Wert für Binnenland-Oberflächenrauigkeit ( $z_0$ ) ist je nach Geländetyp 0,05 m.

### 4 Oktav- und Terz-Spektren

Die Tabellen in diesem Abschnitt enthalten die Oktav-Spektren und Terz-Spektren für die verschiedenen Betriebsarten.

Die dazugehörigen Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe für alle verfügbaren Nabenhöhen finden sich in Anhang I.

\* Vereinfacht nach IEC 61400-11: 2006, Gleichung 7

# GE Renewable Energy

## 4.1 5.x-158 – 106.0 dB immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlsollwerte und Nabenhöhen.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlsollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]
101.0	9.70	5300, 5500
120.9	9.70	5300, 5500
150.0	9.70	5300, 5500
161.0	9.70	5300, 5500

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frequenz [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	59.4	62.0	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5
	32	67.4	67.3	69.6	72.8	75.5	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0
	63	76.3	77.1	79.2	82.0	84.6	87.2	87.2	87.2	87.2	87.2	87.2
	125	83.0	85.0	87.1	89.0	91.0	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6
	250	86.8	88.7	91.8	94.1	96.1	97.2	97.2	97.2	97.2	97.2	97.2
	500	87.2	87.7	91.7	95.5	98.3	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7
	1000	87.6	87.0	90.6	95.1	98.7	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3
	2000	86.4	86.4	88.7	92.4	95.9	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1
	4000	80.9	82.2	84.0	86.6	89.1	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
8000	65.1	67.2	69.6	72.4	74.6	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.9	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0

Tabelle 3: 5.x-158 – 106.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

A-bewertete Terz-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frequenz [Hz]	12.5	40.6	40.9	43.2	46.3	48.9	51.5	51.5	51.5	51.5	51.5	51.5
	16	47.3	47.4	49.7	52.8	55.4	57.9	57.9	57.9	57.9	57.9	57.9
	20	52.6	52.6	54.9	58.0	60.6	63.1	63.1	63.1	63.1	63.1	63.1
	25	57.3	57.3	59.6	62.7	65.3	67.8	67.8	67.8	67.8	67.8	67.8
	32	61.5	61.6	63.9	67.0	69.6	72.2	72.2	72.2	72.2	72.2	72.2
	40	65.4	65.4	67.7	70.9	73.6	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1
	50	68.4	68.5	70.8	74.0	76.7	79.4	79.4	79.4	79.4	79.4	79.4
	63	71.2	71.8	73.9	76.9	79.6	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2
	80	73.6	74.7	76.7	79.3	81.8	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4
	100	75.8	77.4	79.3	81.6	83.8	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1
	125	78.1	80.2	82.2	84.1	86.0	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7
	160	79.8	82.0	84.3	86.0	87.9	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2
	200	81.1	83.3	85.9	87.9	89.7	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8
	250	82.1	84.0	87.1	89.4	91.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3
	315	82.7	84.2	87.8	90.5	92.6	93.6	93.6	93.6	93.6	93.6	93.6
	400	82.4	83.3	87.3	90.6	92.9	94.1	94.1	94.1	94.1	94.1	94.1
	500	82.5	83.0	87.0	90.9	93.6	94.9	94.9	94.9	94.9	94.9	94.9
	630	82.4	82.6	86.5	90.8	93.9	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5
	800	82.4	82.1	86.1	90.4	93.9	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0
	1000	82.7	82.1	85.7	90.2	93.9	96.5	96.5	96.5	96.5	96.5	96.5
1250	83.3	82.5	85.8	90.4	94.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	
1600	82.4	82.0	84.6	88.9	92.5	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	
2000	81.7	81.8	83.9	87.6	91.1	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	
2500	80.5	81.0	82.9	86.0	89.2	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	
3150	78.6	79.7	81.5	84.1	86.9	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	
4000	75.6	77.0	78.9	81.5	83.7	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	
5000	71.5	73.2	75.3	77.9	80.0	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8	
6300	64.8	66.8	69.2	71.9	74.1	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	
8000	54.2	56.6	59.3	62.2	64.6	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	
10000	40.1	42.5	45.7	49.1	51.8	53.3	53.3	53.3	53.3	53.3	53.3	
<b>Gesamtschalleistungspegel [dB]</b>	<b>93.8</b>	<b>94.5</b>	<b>97.6</b>	<b>101.0</b>	<b>103.9</b>	<b>106.0</b>	<b>106.0</b>	<b>106.0</b>	<b>106.0</b>	<b>106.0</b>	<b>106.0</b>	

Tabelle 4: 5.x-158 - 106.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

### 4.2 5.x-158 – 105.0 dB Immissionsrelevanter Schallleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlswerte und Nabenhöhen.

Diese Betriebsart ist für die Nabenhöhe von 120.9 m nicht verfügbar.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlswerte [rpm]	Nennleistung [kW]
101.0	9.35	5300
120.9	N/A	N/A
150.0	9.35	5300
161.0	9.35	5300

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frequenz [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	59.4	61.7	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5
	32	67.4	67.3	69.6	72.8	75.3	76.9	76.9	76.9	76.9	76.9	76.9
	63	76.3	77.1	79.2	82.0	84.4	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2
	125	83.0	85.0	87.1	89.0	90.8	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9
	250	86.8	88.7	91.8	94.1	95.9	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6
	500	87.2	87.7	91.7	95.5	98.0	98.9	98.9	98.9	98.9	98.9	98.9
	1000	87.6	87.0	90.6	95.1	98.5	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1
	2000	86.4	86.4	88.7	92.4	95.7	97.7	97.7	97.7	97.7	97.7	97.7
	4000	80.9	82.2	84.0	86.6	88.9	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4
8000	65.1	67.2	69.6	72.4	74.4	75.2	75.2	75.2	75.2	75.2	75.2	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.7	105.0	105.0	105.0	105.0	105.0	105.0	105.0

Tabelle 5: 5.x-158 – 105.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

<b>A-bewertete Terz-Spektren [dB]</b>													
<b>Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	
<b>Frequenz [Hz]</b>	<b>12.5</b>	40.6	40.9	43.2	46.3	48.7	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
	<b>16</b>	47.3	47.4	49.7	52.8	55.2	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9
	<b>20</b>	52.6	52.6	54.9	58.0	60.4	62.1	62.1	62.1	62.1	62.1	62.1	62.1
	<b>25</b>	57.3	57.3	59.6	62.7	65.1	66.8	66.8	66.8	66.8	66.8	66.8	66.8
	<b>32</b>	61.5	61.6	63.9	67.0	69.4	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1
	<b>40</b>	65.4	65.4	67.7	70.9	73.4	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
	<b>50</b>	68.4	68.5	70.8	74.0	76.5	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3
	<b>63</b>	71.2	71.8	73.9	76.9	79.3	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2
	<b>80</b>	73.6	74.7	76.7	79.3	81.6	83.4	83.4	83.4	83.4	83.4	83.4	83.4
	<b>100</b>	75.8	77.4	79.3	81.6	83.6	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2
	<b>125</b>	78.1	80.2	82.2	84.1	85.8	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0
	<b>160</b>	79.8	82.0	84.3	86.0	87.7	88.6	88.6	88.6	88.6	88.6	88.6	88.6
	<b>200</b>	81.1	83.3	85.9	87.9	89.5	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2
	<b>250</b>	82.1	84.0	87.1	89.4	91.1	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
	<b>315</b>	82.7	84.2	87.8	90.5	92.4	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0
	<b>400</b>	82.4	83.3	87.3	90.6	92.7	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4
	<b>500</b>	82.5	83.0	87.0	90.9	93.4	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
	<b>630</b>	82.4	82.6	86.5	90.8	93.7	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7
	<b>800</b>	82.4	82.1	86.1	90.4	93.7	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0
	<b>1000</b>	82.7	82.1	85.7	90.2	93.7	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3
<b>1250</b>	83.3	82.5	85.8	90.4	93.8	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	
<b>1600</b>	82.4	82.0	84.6	88.9	92.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	
<b>2000</b>	81.7	81.8	83.9	87.6	90.9	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	
<b>2500</b>	80.5	81.0	82.9	86.0	88.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	
<b>3150</b>	78.6	79.7	81.5	84.1	86.6	88.3	88.3	88.3	88.3	88.3	88.3	88.3	
<b>4000</b>	75.6	77.0	78.9	81.5	83.5	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	
<b>5000</b>	71.5	73.2	75.3	77.9	79.8	80.8	80.8	80.8	80.8	80.8	80.8	80.8	
<b>6300</b>	64.8	66.8	69.2	71.9	73.9	74.7	74.7	74.7	74.7	74.7	74.7	74.7	
<b>8000</b>	54.2	56.6	59.3	62.2	64.4	65.2	65.2	65.2	65.2	65.2	65.2	65.2	
<b>10000</b>	40.1	42.5	45.7	49.1	51.5	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	
<b>Gesamtschalleistungspegel [dB]</b>	<b>93.8</b>	<b>94.5</b>	<b>97.6</b>	<b>101.0</b>	<b>103.7</b>	<b>105.0</b>							

Tabelle 6: 5.x-158 - 105.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

### 4.3 4.x/5.x-158 – 104.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlsollwerte und Nabenhöhen.

Diese Betriebsart ist für die Nabenhöhe von 120.9 m nicht verfügbar.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlsollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]
101.0	9.00	4800, 5100
120.9	N/A	N/A
150.0	9.00	4500, 4800, 5100
161.0	9.00	4500, 4800, 5100

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frequenz [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	59.4	61.5	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4
	32	67.4	67.3	69.6	72.8	75.1	75.9	75.9	75.9	75.9	75.9	75.9
	63	76.3	77.1	79.2	82.0	84.2	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3
	125	83.0	85.0	87.1	89.0	90.6	91.3	91.3	91.3	91.3	91.3	91.3
	250	86.8	88.7	91.8	94.1	95.7	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0
	500	87.2	87.7	91.7	95.5	97.8	98.2	98.2	98.2	98.2	98.2	98.2
	1000	87.6	87.0	90.6	95.1	98.3	98.9	98.9	98.9	98.9	98.9	98.9
	2000	86.4	86.4	88.7	92.4	95.4	96.2	96.2	96.2	96.2	96.2	96.2
	4000	80.9	82.2	84.0	86.6	88.7	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3
8000	65.1	67.2	69.6	72.4	74.2	74.5	74.5	74.5	74.5	74.5	74.5	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.5	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0

Tabelle 7: 4.x/5.x-158 – 104.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

A-bewertete Terz-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Frequenz [Hz]	12.5	40.6	40.9	43.2	46.3	48.5	49.4	49.4	49.4	49.4	49.4	49.4	49.4
	16	47.3	47.4	49.7	52.8	54.9	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8
	20	52.6	52.6	54.9	58.0	60.2	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0
	25	57.3	57.3	59.6	62.7	64.9	65.7	65.7	65.7	65.7	65.7	65.7	65.7
	32	61.5	61.6	63.9	67.0	69.2	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
	40	65.4	65.4	67.7	70.9	73.2	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0
	50	68.4	68.5	70.8	74.0	76.3	77.3	77.3	77.3	77.3	77.3	77.3	77.3
	63	71.2	71.8	73.9	76.9	79.1	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3
	80	73.6	74.7	76.7	79.3	81.4	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5
	100	75.8	77.4	79.3	81.6	83.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4
	125	78.1	80.2	82.2	84.1	85.6	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4
	160	79.8	82.0	84.3	86.0	87.5	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1
	200	81.1	83.3	85.9	87.9	89.3	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7
	250	82.1	84.0	87.1	89.4	90.9	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2
	315	82.7	84.2	87.8	90.5	92.2	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5
	400	82.4	83.3	87.3	90.6	92.5	92.8	92.8	92.8	92.8	92.8	92.8	92.8
	500	82.5	83.0	87.0	90.9	93.2	93.5	93.5	93.5	93.5	93.5	93.5	93.5
	630	82.4	82.6	86.5	90.8	93.5	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9
	800	82.4	82.1	86.1	90.4	93.5	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0
	1000	82.7	82.1	85.7	90.2	93.4	94.1	94.1	94.1	94.1	94.1	94.1	94.1
1250	83.3	82.5	85.8	90.4	93.5	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	
1600	82.4	82.0	84.6	88.9	92.0	92.8	92.8	92.8	92.8	92.8	92.8	92.8	
2000	81.7	81.8	83.9	87.6	90.6	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	
2500	80.5	81.0	82.9	86.0	88.7	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	
3150	78.6	79.7	81.5	84.1	86.4	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1	
4000	75.6	77.0	78.9	81.5	83.3	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	
5000	71.5	73.2	75.3	77.9	79.6	79.9	79.9	79.9	79.9	79.9	79.9	79.9	
6300	64.8	66.8	69.2	71.9	73.7	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	
8000	54.2	56.6	59.3	62.2	64.2	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	
10000	40.1	42.5	45.7	49.1	51.3	51.8	51.8	51.8	51.8	51.8	51.8	51.8	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.5	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	

Tabelle 8: 4.x/5.x-158 – 104.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

# GE Renewable Energy

## 4.4 4.x/5.x-158 - 103.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlsollwerte und Nabenhöhen.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlsollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]
101.0	8.54	4800
120.9	8.54	4500, 4800
150.0	8.54	4500, 4800
161.0	8.54	4500, 4800

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frequenz [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	59.4	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3
	32	67.4	67.3	69.6	72.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8
	63	76.3	77.1	79.2	82.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0
	125	83.0	85.0	87.1	89.0	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2
	250	86.8	88.7	91.8	94.1	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2
	500	87.2	87.7	91.7	95.5	97.3	97.3	97.3	97.3	97.3	97.3	97.3
	1000	87.6	87.0	90.6	95.1	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8
	2000	86.4	86.4	88.7	92.4	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1
	4000	80.9	82.2	84.0	86.6	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4
8000	65.1	67.2	69.6	72.4	73.8	73.8	73.8	73.8	73.8	73.8	73.8	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0

Tabelle 9: 4.x/5.x-158 - 103.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

A-bewertete Terz-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Frequenz [Hz]	12.5	40.6	40.9	43.2	46.3	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3
	16	47.3	47.4	49.7	52.8	54.7	54.7	54.7	54.7	54.7	54.7	54.7	54.7
	20	52.6	52.6	54.9	58.0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
	25	57.3	57.3	59.6	62.7	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6
	32	61.5	61.6	63.9	67.0	68.9	68.9	68.9	68.9	68.9	68.9	68.9	68.9
	40	65.4	65.4	67.7	70.9	72.9	72.9	72.9	72.9	72.9	72.9	72.9	72.9
	50	68.4	68.5	70.8	74.0	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1
	63	71.2	71.8	73.9	76.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9
	80	73.6	74.7	76.7	79.3	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2
	100	75.8	77.4	79.3	81.6	83.1	83.1	83.1	83.1	83.1	83.1	83.1	83.1
	125	78.1	80.2	82.2	84.1	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3
	160	79.8	82.0	84.3	86.0	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1
	200	81.1	83.3	85.9	87.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9
	250	82.1	84.0	87.1	89.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4
	315	82.7	84.2	87.8	90.5	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
	400	82.4	83.3	87.3	90.6	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9
	500	82.5	83.0	87.0	90.9	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6
	630	82.4	82.6	86.5	90.8	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9
	800	82.4	82.1	86.1	90.4	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9
	1000	82.7	82.1	85.7	90.2	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9
	1250	83.3	82.5	85.8	90.4	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1
1600	82.4	82.0	84.6	88.9	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	
2000	81.7	81.8	83.9	87.6	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	
2500	80.5	81.0	82.9	86.0	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	
3150	78.6	79.7	81.5	84.1	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1	
4000	75.6	77.0	78.9	81.5	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	
5000	71.5	73.2	75.3	77.9	79.3	79.3	79.3	79.3	79.3	79.3	79.3	79.3	
6300	64.8	66.8	69.2	71.9	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	
8000	54.2	56.6	59.3	62.2	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8	
10000	40.1	42.5	45.7	49.1	50.9	50.9	50.9	50.9	50.9	50.9	50.9	50.9	
<b>Gesamtschalleistungspegel [dB]</b>	<b>93.8</b>	<b>94.5</b>	<b>97.6</b>	<b>101.0</b>	<b>103.0</b>								

Tabelle 10: 4.x/5.x-158 - 103.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

### 4.5 4.x/5.x-158 – 102.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlsollwerte und Nabenhöhen.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlsollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]
101.0	8.20	4650
120.9	8.20	4500, 4650
150.0	8.20	4500, 4650
161.0	8.20	4500, 4650

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frequenz [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	59.4	60.5	60.5	60.5	60.5	60.5	60.5	60.5
	32	67.4	67.3	69.6	72.8	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0
	63	76.3	77.1	79.2	82.0	83.2	83.2	83.2	83.2	83.2	83.2	83.2
	125	83.0	85.0	87.1	89.0	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6
	250	86.8	88.7	91.8	94.1	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5
	500	87.2	87.7	91.7	95.5	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3
	1000	87.6	87.0	90.6	95.1	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6
	2000	86.4	86.4	88.7	92.4	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0
	4000	80.9	82.2	84.0	86.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6
	8000	65.1	67.2	69.6	72.4	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0

Tabelle 11: 4.x/5.x-158 – 102.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

A-bewertete Terz-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Frequenz [Hz]	12.5	40.6	40.9	43.2	46.3	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5
	16	47.3	47.4	49.7	52.8	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9
	20	52.6	52.6	54.9	58.0	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1
	25	57.3	57.3	59.6	62.7	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8
	32	61.5	61.6	63.9	67.0	68.1	68.1	68.1	68.1	68.1	68.1	68.1	68.1
	40	65.4	65.4	67.7	70.9	72.1	72.1	72.1	72.1	72.1	72.1	72.1	72.1
	50	68.4	68.5	70.8	74.0	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3
	63	71.2	71.8	73.9	76.9	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2
	80	73.6	74.7	76.7	79.3	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5
	100	75.8	77.4	79.3	81.6	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5
	125	78.1	80.2	82.2	84.1	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7
	160	79.8	82.0	84.3	86.0	86.5	86.5	86.5	86.5	86.5	86.5	86.5	86.5
	200	81.1	83.3	85.9	87.9	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2
	250	82.1	84.0	87.1	89.4	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7
	315	82.7	84.2	87.8	90.5	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9
	400	82.4	83.3	87.3	90.6	91.1	91.1	91.1	91.1	91.1	91.1	91.1	91.1
	500	82.5	83.0	87.0	90.9	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6
	630	82.4	82.6	86.5	90.8	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8
	800	82.4	82.1	86.1	90.4	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8
	1000	82.7	82.1	85.7	90.2	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
1250	83.3	82.5	85.8	90.4	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	
1600	82.4	82.0	84.6	88.9	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	
2000	81.7	81.8	83.9	87.6	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	
2500	80.5	81.0	82.9	86.0	87.4	87.4	87.4	87.4	87.4	87.4	87.4	87.4	
3150	78.6	79.7	81.5	84.1	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	
4000	75.6	77.0	78.9	81.5	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	
5000	71.5	73.2	75.3	77.9	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	
6300	64.8	66.8	69.2	71.9	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	
8000	54.2	56.6	59.3	62.2	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0	
10000	40.1	42.5	45.7	49.1	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
<b>Gesamtschalleistungspegel [dB]</b>	<b>93.8</b>	<b>94.5</b>	<b>97.6</b>	<b>101.0</b>	<b>102.0</b>								

Tabelle 12: 4.x/5.x-158 – 102.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.  
© 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

### 4.6 4.x/5.x-158 – 101.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlsollwerte und Nabenhöhen.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlsollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]
101.0	7.66	- 4340
120.9	7.66	4340
150.0	7.66	4340
161.0	7.66	4340

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Frequenz [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6
	32	67.4	67.3	69.6	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1
	63	76.3	77.1	79.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2
	125	83.0	85.0	87.1	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0
	250	86.8	88.7	91.8	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9
	500	87.2	87.7	91.7	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4
	1000	87.6	87.0	90.6	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2
	2000	86.4	86.4	88.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7
	4000	80.9	82.2	84.0	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9
8000	65.1	67.2	69.6	72.5	72.5	72.5	72.5	72.5	72.5	72.5	72.5	72.5	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0

Tabelle 13: 4.x/5.x-158 – 101.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

VERTRAULICH – Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

		A-bewertete Terz-Spektren [dB]											
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Frequenz [Hz]</b>	<b>12.5</b>	40.6	40.9	43.2	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6
	<b>16</b>	47.3	47.4	49.7	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0
	<b>20</b>	52.6	52.6	54.9	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2
	<b>25</b>	57.3	57.3	59.6	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9
	<b>32</b>	61.5	61.6	63.9	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2
	<b>40</b>	65.4	65.4	67.7	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2
	<b>50</b>	68.4	68.5	70.8	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2
	<b>63</b>	71.2	71.8	73.9	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1
	<b>80</b>	73.6	74.7	76.7	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5
	<b>100</b>	75.8	77.4	79.3	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7
	<b>125</b>	78.1	80.2	82.2	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0
	<b>160</b>	79.8	82.0	84.3	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9
	<b>200</b>	81.1	83.3	85.9	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7
	<b>250</b>	82.1	84.0	87.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1
	<b>315</b>	82.7	84.2	87.8	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2
	<b>400</b>	82.4	83.3	87.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3
	<b>500</b>	82.5	83.0	87.0	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7
	<b>630</b>	82.4	82.6	86.5	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8
	<b>800</b>	82.4	82.1	86.1	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5
	<b>1000</b>	82.7	82.1	85.7	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4
<b>1250</b>	83.3	82.5	85.8	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	
<b>1600</b>	82.4	82.0	84.6	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	
<b>2000</b>	81.7	81.8	83.9	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	
<b>2500</b>	80.5	81.0	82.9	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	
<b>3150</b>	78.6	79.7	81.5	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	
<b>4000</b>	75.6	77.0	78.9	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	
<b>5000</b>	71.5	73.2	75.3	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	
<b>6300</b>	64.8	66.8	69.2	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	
<b>8000</b>	54.2	56.6	59.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	
<b>10000</b>	40.1	42.5	45.7	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	
<b>Gesamtschalleistungspegel [dB]</b>		<b>93.8</b>	<b>94.5</b>	<b>97.6</b>	<b>101.0</b>								

Tabelle 14: 4.x/5.x-158 - 101.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

## 4.7 4.x/5.x-158 - 100.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlsollwerte und Nabenhöhen.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlsollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]
101.0	7.22	4090
120.9	7.22	4090
150.0	7.22	4090
161.0	7.22	4090

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frequency [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9
	32	67.4	67.3	69.6	72.3	72.3	72.3	72.3	72.3	72.3	72.3	72.3
	63	76.3	77.1	79.2	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6
	125	83.0	85.0	87.1	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4
	250	86.8	88.7	91.8	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1
	500	87.2	87.7	91.7	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3
	1000	87.6	87.0	90.6	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0
	2000	86.4	86.4	88.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
	4000	80.9	82.2	84.0	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2
8000	65.1	67.2	69.6	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Tabelle 15: 4.x/5.x-158 - 100.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

A-bewertete Terz-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Frequenz [Hz]	12.5	40.6	40.9	43.2	45.9	45.9	45.9	45.9	45.9	45.9	45.9	45.9	45.9
	16	47.3	47.4	49.7	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3
	20	52.6	52.6	54.9	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5
	25	57.3	57.3	59.6	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2
	32	61.5	61.6	63.9	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5
	40	65.4	65.4	67.7	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4
	50	68.4	68.5	70.8	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5
	63	71.2	71.8	73.9	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4
	80	73.6	74.7	76.7	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9
	100	75.8	77.4	79.3	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1
	125	78.1	80.2	82.2	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5
	160	79.8	82.0	84.3	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4
	200	81.1	83.3	85.9	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0
	250	82.1	84.0	87.1	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4
	315	82.7	84.2	87.8	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4
	400	82.4	83.3	87.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3
	500	82.5	83.0	87.0	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6
	630	82.4	82.6	86.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5
	800	82.4	82.1	86.1	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2
	1000	82.7	82.1	85.7	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1
1250	83.3	82.5	85.8	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	
1600	82.4	82.0	84.6	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	
2000	81.7	81.8	83.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	
2500	80.5	81.0	82.9	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	
3150	78.6	79.7	81.5	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	
4000	75.6	77.0	78.9	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	
5000	71.5	73.2	75.3	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	
6300	64.8	66.8	69.2	71.3	71.3	71.3	71.3	71.3	71.3	71.3	71.3	71.3	
8000	54.2	56.6	59.3	61.6	61.6	61.6	61.6	61.6	61.6	61.6	61.6	61.6	
10000	40.1	42.5	45.7	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	
<b>Gesamtschalleistungspegel [dB]</b>	<b>93.8</b>	<b>94.5</b>	<b>97.6</b>	<b>100.0</b>									

Tabelle 16: 4.x/5.x-158 - 100.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.  
© 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

## 5 Unsicherheitsangaben

Die o. g. immissionsrelevanten Schalleistungspegel sind Mittelwerte repräsentativer Gruppen von Windenergieanlagen. In den Angaben sind keine Aufschläge für Unsicherheiten enthalten. Hinweise zu Unsicherheiten in Zusammenhang mit Messungen und Mittelwerten sind in IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14 erläutert, weitere Hinweise zur Anwendung finden sich in Kapitel 7 dieses Dokuments.

Nach LAI Empfehlung ist für  $\sigma_p$  ein Wert von 1,2 dB zu verwenden.

Die Unsicherheiten bei Oktav- und Terz-Schalleistungspegeln liegen in der Regel höher als bei Gesamtschalleistungspegeln. Hinweise hierzu finden Sie in IEC 61400-11.

## 6 Tonalität

Für den Referenzmesspunkt im Abstand  $r_0$  gemäß IEC 61400-11 wird für die 4.x/5.x-158 Windenergieanlagen, ungeachtet der Windgeschwindigkeit, ein Wert für die Tonhaltigkeit im Nahbereich von  $\Delta L_{a,k} < 2$  dB, bzw.

$K_{TN} \leq 1$  dB gemäß FGW, angegeben.

## 7 Terminologie nach IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14

- $L_{WA,k}$  ist der immissionsrelevante Schalleistungspegel der WEA (bezogen auf  $10^{-12}$ W), der mit A-Bewertung als Funktion der Windgeschwindigkeit ermittelt wurde. Wird er von mehreren Messberichten nach IEC 61400-11 abgeleitet, wird er als Mittelwert angenommen.
- $u_c$  ist die Messunsicherheit für Schallmessverfahren, wie in IEC 61400-11 definiert. Dies ist keine Eigenschaft des Produktes, sondern der Messung und kann daher nicht von GE spezifiziert werden. Bei durchschnittlichen Test- bzw. Messbedingungen beträgt der typische Wert für  $u_c$  0,7 dB – 1,0 dB.
- $\sigma_p$  ist die Produktstreuung, d. h. die Produktabweichung von einer 4.x/5.x-158 Einheit zur nächsten, gemäß IEC/TS 61400-14. Dies ist eine Eigenschaft des Produktes und kann daher von GE spezifiziert werden (siehe Kapitel 5).
- $\sigma_R$  ist die gesamte Test-Reproduzierbarkeit, wie in IEC/TS 61400-14 definiert. Dies ist keine Eigenschaft des Produktes, sondern der Messung und kann daher nicht von GE spezifiziert werden. Für typische Tests bzw. Messungen gemäß IEC 61400-11 wird ein Wert von  $\sigma_R = 0,5$  dB weitgehend akzeptiert.
- $\sigma_T$  ist die Gesamtstandardabweichung und kombiniert sowohl  $\sigma_p$  als auch  $\sigma_R$  (siehe IEC/TS 61400-14)
- $\Delta L_{a,k}$  ist die tonale Hörbarkeit gemäß IEC 61400-11, auch bezeichnet als potenziell hörbares, schmalbandiges Geräusch.

## 8 Referenzdokumente

- IEC 61400-11, Windkraftanlagen Teil 11: Schallmessverfahren, Ausgabe 2.1 (2006-11) oder Ausgabe 3 (2012-11)
- IEC/TS 61400-14, Windenergieanlagen – Teil 14: Angabe der immissionsrelevanten Schalleistungspegel- und Tonalitätswerte, Ausgabe 1 (2005-03).
- MNPT – "Machine Noise Performance Test", Technische Dokumentation
- Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Rev. 18, 01.02.2008, Fördergesellschaft Windenergie (FGW).

### Anhang I - Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für alle Nabenhöhen

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für alle Nabenhöhen												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 101 m [m/s]	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0	7.7	8.4	9.0	9.7	10.4
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 120.9 m [m/s]	2.7	3.4	4.1	4.8	5.4	6.1	6.8	7.5	8.2	8.8	9.5	10.2
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 150.0 m [m/s]	2.6	3.3	4.0	4.6	5.3	6.0	6.6	7.3	7.9	8.6	9.3	9.9
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 161.0 m [m/s]	2.6	3.3	3.9	4.6	5.2	5.9	6.6	7.2	7.9	8.5	9.2	9.8

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

# Schallemissionen

## SWT-3.2-113, Rev. 1, 127,5 m Nabenhöhe

### Schalleistungspegel

In der folgenden Tabelle werden typische Schalleistungspegel ( $L_{WA}$ ) bezogen auf die IEC 61400-11 ed. 3.0 (2012) angegeben. Die Schalleistungspegel sind für den Betriebsbereich gültig, in dem die höchsten Schallemissionen verursacht werden, d. h. es handelt sich um den Maximalwert aus den  $L_{WA,k}$  im vermessenen Windgeschwindigkeitsbereich gemäß vorgenannter IEC 61400-11 für den jeweiligen Betriebsmodus.

Betriebsmodus	$L_{WA}$
Modus Mode 1	105,0
Modus Mode 2	104,0
Modus Mode 3	103,0
Modus Mode 4	102,0
Modus Mode 5	101,0

Tabelle 1: Schalleistungspegel [dB(A) re 1 pW] (10Hz bis 10kHz)

### Oktavbandspektrum

In der folgenden Tabelle sind typische Oktavbandspektren angegeben. Hinweis: es erfolgt keine Gewährleistung der Schalleistungspegel der einzelnen Frequenzbänder.

Oktavband Mittelfrequenz [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Modus Mode 1	88,6	93,8	94,2	95,3	99,0	99,8	96,5	86,4
Modus Mode 2	88,0	92,4	94,0	95,1	97,7	98,3	95,6	88,2
Modus Mode 3	86,7	91,1	93,6	94,8	96,7	96,6	95,0	85,8
Modus Mode 4	83,2	89,1	91,7	94,2	96,0	96,1	93,8	83,9
Modus Mode 5	82,2	88,1	90,7	93,2	95,0	95,1	92,8	82,9

Tabelle 2: Typische Oktavbandspektren [dB(A) re 1 pW]

### Unsicherheitsangaben

Bei den Angaben zu den Schalleistungspegeln und Oktavbandspektren handelt es sich um erwartete Mittelwerte, d.h. diese Angaben berücksichtigen keine Unsicherheiten.

Siemens Gamesa und ihre verbundenen Unternehmen behalten sich das Recht vor, diese Spezifikation ohne Vorankündigung zu ändern.