

juwi AG
Energie-Allee 1
55286 WÖRRSTADT

Messstelle n. § 29b BImSchG
VMPA-Prüfstelle n. DIN 4109

IBAS Ingenieurgesellschaft mbH
Nibelungenstraße 35
95444 Bayreuth

Telefon 09 21 - 75 74 30
Fax 09 21 - 75 74 34 3
info@ibas-mbh.de

Ihr Zeichen

Unser Zeichen

ha/st-20.11739-b03a

Datum

02.03.2022

WEA WÖRTH AM MAIN

Untersuchungen zum Schallimmissionsschutz

Bericht-Nr.: 20.11739-b03a

Auftraggeber: juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Bearbeitet von: M. Hartmann
Dr. R. Wunderlich

Berichtsumfang: Gesamt 67 Seiten, davon
Textteil 22 Seiten
Anlagen 45 Seiten

	Inhaltsübersicht	Seite
1.	Situation und Aufgabenstellung	3
2.	Grundlagen	3
	2.1 Unterlagen und Angaben	3
	2.2 Literatur	5
3.	Bewertungsmaßstäbe und Immissionsorte	6
	3.1 Schalltechnische Anforderungen	6
4.	Beschreibung des Vorhabens	10
5.	Untersuchungen zum Schallimmissionsschutz	11
	5.1 Schallemission der geplanten WEA	11
	5.2 Berechnungsmethode	13
	5.3 Qualität der Prognose	14
	5.4 Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung	15
	5.5 Bewertung der Ergebnisse	18
	5.6 Gesamtlärbetrachtung (Nachtzeit)	18
6.	Zusammenfassung	21

1. Situation und Aufgabenstellung

Die Firma juwi AG plant in Wörth am Main, Landkreis Miltenberg, die Errichtung eines Windparks mit **fünf Windenergieanlagen** vom Typ GE 5.5-158 mit einer Nabenhöhe von 150 m und einer Nennleistung von 5,5 MW. Der Standort der Anlagen befindet sich zwischen den Ortschaften Wörth am Main, Klingenberg am Main, Haingrund und Seckmauern.

Im Rahmen des derzeit laufenden Genehmigungsverfahrens wird eine schalltechnische Untersuchung erforderlich, die auf Basis der konkreten Anlagen- und Standortdaten die schalltechnischen Einwirkungen auf die Wohnnachbarschaft aufzeigt. Aufgrund einer Änderung der Vorbelastungssituation wird eine Anpassung des Gutachtens erforderlich.

Die IBAS Ingenieurgesellschaft mbH ist mit der Durchführung entsprechender Untersuchungen beauftragt worden.

2. Grundlagen

2.1 Unterlagen und Angaben

Folgende Unterlagen wurden den Untersuchungen zu Grunde gelegt.

- 2.1.1 Standortdaten und technische Eigenschaften der geplanten WEA, juwi AG, per E-Mail vom 18.06.2021 und 02.07.2021;
- 2.1.2 Georeferenziertes Kartenmaterial zum geplanten Standort, Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, Geoportal Bayern abgerufen am 07.07.2020;
- 2.1.3 Georeferenziertes Kartenmaterial zum geplanten Standort, Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, Geoportal Bayern abgerufen am 10.07.2020;

- 2.1.4 Georeferenziertes Kartenmaterial zum geplanten Standort, Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation, per E-Mail vom 10.07.2020;
- 2.1.5 Georeferenziertes Kartenmaterial zum geplanten Standort, Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation, Geoportal Hessen abgerufen am 05.07.2021;
- 2.1.6 Abstimmung bzgl. der Beurteilungsgrundlagen, LRA Miltenberg, IBAS GmbH, Telefonate vom 29.06.2020, 29.06.2021, 17.12.2021 und 15.02.2022;
- 2.1.7 Abstimmung bzgl. der Beurteilungsgrundlagen, LRA Miltenberg, per E-Mail vom 15.02.2022;
- 2.1.8 Abstimmung bzgl. der Beurteilungsgrundlagen, RP Darmstadt IBAS GmbH, Telefonat vom 30.06.2020 und 28.06.2021;
- 2.1.9 Angaben zur immissionsschutzrechtlichen Vorbelastung, Bauamt Lützelbach, Telefongespräch vom 30.06.2021;
- 2.1.10 Angaben zur Betriebsweise, Fima Franpack, Telefongespräch vom 30.06.2021;
- 2.1.11 Datenblätter Schalleistungspegel NO 104/106 und NRO 100-105 GE 4.x/5.x-158 Rev. 02, General Electric Company, vom 14.09.2020;
- 2.1.12 Datenblätter Schalleistungspegel NRO 98-99 GE 5.3/5.5-158 Rev. 03, General Electric Company;
- 2.1.13 Datenblätter Schalleistungspegel / Spektren und Standortdaten der Bestands- WEA, vom 13.03.2019;
- 2.1.14 Ortsbegehung, IBAS Ingenieurgesellschaft mbH, vom 29.06.2021;
- 2.1.15 Schalltechnische Berechnungsergebnisse Windpark Breuberg, juwi AG, per E-Mail vom 02.07.2021;

- 2.1.16 Bebauungsplan der Gemeinde Hainbrunn "Die Nussbaumgewann", genehmigt am 08.07.1963; abgerufen aus dem Bürger-GIS-Odenwald;
- 2.1.17 Standortdaten und technische Eigenschaften zu bestehenden WEA, juwi AG, per E-Mail vom 08.11.2021.

2.2 Literatur

Folgende Normen, Richtlinien und weiterführende Literatur wurden für die Bearbeitung herangezogen.

- 2.2.1 DIN ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999;
- 2.2.2 Sechste AVwV vom 26.08.1998 zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm, GMBI. Nr. 26), zuletzt geändert am 01.06.2017 (BA nz AT 08.06.2017 B5);
- 2.2.3 Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (verabschiedet auf der 134. Sitzung des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI), Stand 30.06.2016);
- 2.2.4 DIN EN 61400-11, Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren, Mai 2019;
- 2.2.5 Technische Richtlinie für Windenergieanlagen - Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 19, FGW, vom 01.03.2021.

3. Bewertungsmaßstäbe und Immissionsorte

3.1 Schalltechnische Anforderungen

Die Beurteilung der Geräuschimmissionen aus dem Betrieb der WEA erfolgt nach der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) /2.2.2/. Danach sind, ausgehend von der Einstufung der Gebiete in der Umgebung der geplanten WEA, folgende Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel an Immissionsorten außerhalb von Gebäuden heranzuziehen:

a) *in Industriegebieten (GI)* 70 dB(A)

b) *in Gewerbegebieten (GE)*

tags 65 dB(A)

nachts 50 dB(A)

c) *in urbanen Gebieten (MU)*

tags 63 dB(A)

nachts 45 dB(A)

d) *in Kerngebieten (MK), Dorfgebieten (MD) und Mischgebieten (MI)*

tags 60 dB(A)

nachts 45 dB(A)

e) *in allgemeinen Wohngebieten (WA) und Kleinsiedlungsgebieten (WS)*

tags 55 dB(A)

nachts 40 dB(A)

f) *in reinen Wohngebieten (WR)*

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 v. g. Immissionsrichtwerte beziehen sich auf folgende Zeiten:

tags:	06.00 – 22.00 Uhr
nachts:	22.00 – 06.00 Uhr.

Die Art der v. g. Gebiete (Wohn-, Misch-, Gewerbegebiet, ...) ergibt sich in der Regel aus Festlegungen in Bebauungs- und Flächennutzungsplänen. Sonstige Gebiete sowie Gebiete für die keine Festsetzungen bestehen, sind entsprechend der Schutzbedürftigkeit zu beurteilen.

Wegen der kontinuierlich einwirkenden Geräusche von Windenergieanlagen ist die Nachtzeit als relevanter Beurteilungszeitraum heranzuziehen. Tagsüber liegen die gem. TA Lärm zulässigen Anforderungen i. d. Regel 15 dB höher.

Zur Beurteilung der von den geplanten Windenergieanlagen verursachten Geräuschimmissionen werden die jeweils nächstgelegenen Aufpunkte in der Wohnnachbarschaft betrachtet. Gemäß den Abstimmungen /2.1.6, 2.1.7/ mit den zuständigen Behörden wurden in der Ortschaft Haingrund informativ zwei Immissionsorte (IO C und IO D) aus dem laufenden Genehmigungsverfahren zu den WEA 11 und WEA 12 übernommen.

Weiterhin wurde es für sinnvoll erachtet, dass die Prüfung der neu geplanten WEA nach Ziff. 3.2.1 Absatz (6) in Verbindung mit Absatz (2) TA Lärm /2.2.2/ erfolgen soll.

" ...

3.2 Prüfung der Einhaltung der Schutzpflicht

3.2.1 Prüfung im Regelfall

[Absatz (6)]

...

Die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen setzt in der Regel eine Prognose der Geräuschemissionen der zu beurteilenden Anlage und - sofern im Einwirkungsbereich der Anlage andere Anlagengeräusche auftreten - die Bestimmung der Vorbelastung sowie der Gesamtbelastung nach Nummer A. 1.2 des Anhangs voraus. Die Bestimmung der Vorbelastung kann im Hinblick auf Absatz 2 entfallen, wenn die Geräuschemissionen der Anlage die Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 um mindestens 6 dB(A) unterschreiten.

...

[Absatz (2)]

...

Die Genehmigung für die zu beurteilende Anlage darf auch bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte aufgrund der Vorbelastung aus Gründen des Lärmschutzes nicht versagt werden, wenn der von der Anlage verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen ist. Das ist in der Regel der Fall, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.

...

[Absatz (3)]

...

Unbeschadet der Regelung in Absatz 2 soll für die zu beurteilende Anlage die Genehmigung wegen einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 aufgrund der Vorbelastung auch dann nicht versagt werden, wenn dauerhaft sichergestellt ist, dass diese Überschreitung nicht mehr als 1 dB(A) beträgt. Dies kann auch durch einen öffentlich-rechtlichen Vertrag der beteiligten Anlagenbetreiber mit der Überwachungsbehörde erreicht werden.

... "

In Abstimmung mit der Fachbehörde /2.1.6, 2.1.7/ erfolgt für Immissionsorte im "Reinen Wohngebiet" (WR) in Haingrund eine Bildung von Zwischenwerten analog zum Vorgehen im Zuge des Genehmigungsverfahrens zu den beiden Windenergieanlagen WEA 11 und WEA 12, die als im vorliegenden Fall auch als Vorbelastung berücksichtigt werden. Die entsprechenden Zwischenwerte sind in der nachfolgenden Tabelle 1 **fett** markiert. Wie bereits bei den Verfahren zur WEA 11 und 12 werden auch hier für das Wohngebiet "Die Nussbaumgewann" die im Randbereich gebildeten Zwischenwerte nicht für das gesamte Gebiet herangezogen, sondern werden hier vom Randbereich aus (z.B. IO 1.2) zu den dahinter liegenden Wohngebäuden (z. B. IO 1.5) abgestuft.

Somit sind der Beurteilung folgende Immissionsorte und (reduzierte) Immissionsrichtwerte zu Grunde zu legen.

Tabelle 1: Immissionsorte, Immissionsrichtwerte nach TA Lärm und reduzierte Immissionsrichtwerte

Immissionsort	Lage	Einstufung	Immissionsrichtwert gem. TA Lärm tags/nachts [dB(A)]	reduzierter Immissionsrichtwert tags/nachts [dB(A)]
IO 1.1	Haingrund, Sonnenstr. Baugrundstück	WA	55/40	49/34
IO 1.2	Haingrund, Sonnenstr. 15	WR	50/40	44/34
IO 1.3	Haingrund, Bergfeldstr. 10	MD/MI	60/45	54/39
IO 1.4	Haingrund, Forststr. 13	MD/MI	60/45	54/39
IO 1.5	Haingrund, Sonnenstr. 14	WR	50/38	44/32
IO 2.1	Seckmauern, Siedlung 64	WA	55/40	49/34
IO 2.2	Seckmauern, Odenwaldstr. 98	MD/MI	60/45	54/39
IO 2.3	Seckmauern, WA Maintalblick	WA	55/40	49/34
IO 3.1	Wörth am Main, Händelstr. 10a	MD/MI	60/45	54/39
IO 3.2	Wörth am Main, Münchner Str. 4	WR	50/35	44/29
IO 3.3	Wörth am Main, Galgenstr. 12	WA	55/40	49/34
IO 3.4	Wörth am Main, Grimmesweg Hof	MD/MI	60/45	54/39

Immissionsort	Lage	Einstufung	Immissionsrichtwert gem. TA Lärm tags/nachts [dB(A)]	reduzierter Immissionsrichtwert tags/nachts [dB(A)]
IO 3.5	Wörth am Main, Boxbergweg	MD/MI	60/45	54/39
IO 4.1	Klingenberg am Main, Kastellstr. 17	WA	55/40	49/34
IO 4.2	Klingenberg am Main, Brückenstr. 1	WR	50/35	44/29
IO 4.3	Klingenberg am Main, Burkharder Hof	MD/MI	60/45	54/39
IO 4.4	Klingenberg am Main, geplantes WA	WA	55/40	49/34
IO 5.1	Laudenbach, Sommerbergstr. 58 Baugrundstück	WA	55/40	49/34
IO 6.1	Brunnthal 5	MD/MI	60/45	54/39
IO 7.1	Bremhof 18	MD/MI	60/45	54/39
IO C	IO C	WR	50/40 ¹	44/34
IO D	IO D	WR	50/38 ¹	44/32

4. Beschreibung des Vorhabens

Der Standort der neu geplanten Windenergieanlagen befindet sich zwischen den Ortschaften Wörth am Main, Klingenberg am Main, Haingrund und Seckmauern. Die Lage kann der nachfolgenden Tabelle und dem Lageplan im Anhang entnommen werden.

Tabelle 2: Geplante WEA mit Standortkoordinaten und Schalleistungspegel gem. Datenblatt /2.1.11/

Anlagenbezeichnung	Standort		L _{WA} tags [dB(A)]
	ETRS89/UTM Zone 32 R	ETRS89/UTM Zone 32 H	
WEA 1	510047	5513650	106,0
WEA 2	509110	5513175	106,0
WEA 3	508710	5512310	106,0

¹ Abstufung des Zwischenwerts aus dem Genehmigungsverfahren zur WEA 11 und WEA 12;

Anlagenbezeichnung	Standort		L _{WA} tags [dB(A)]
	ETRS89/UTM Zone 32 R	ETRS89/UTM Zone 32 H	
WEA 4	509344	5511882	106,0
WEA 5	509032	5511597	106,0

Bei den geplanten WEA handelt es sich um das Modell GE 5.5-158 der Firma GE, mit folgenden technischen Daten:

- Nabhöhe für Ausbreitungsberechnung: 150 m
- Rotordurchmesser: 158 m
- Nennleistung: 5,5 MW_{el}
- Blattanzahl: 3.

5. Untersuchungen zum Schallimmissionsschutz

5.1 Schallemission der geplanten WEA

Für die geplanten Windenergieanlagen vom Typ GE 5.5-158 mit einer Nennleistung von 5,5 MW und einer Nabhöhe von 150 m über Gelände wird ein Schallleistungspegel von

$$L_{WA, \text{tags}} = 106,0 \text{ dB(A)}$$

gem. /2.1.11/ für die Tagzeit angesetzt.

Voruntersuchungen haben gezeigt, dass zur Einhaltung der Vorgaben der TA Lärm eine Leistungsreduzierung zur Nachtzeit erforderlich ist. Die Werte des Schallleistungspegels bei leistungsreduziertem Betrieb sind im Folgenden dargestellt:

Tabelle 3: Schalleistungspegel mit Nennleistung bzw. reduzierter Leistung gem. /2.1.11, 2.1.12/

Betriebs- Modus	-	NO	NRO 105	NRO 104	NRO 103	NRO 102	NRO 101	NRO 100	NRO 99	NRO 98
Schalleistung- pegel L_{WA} [dB(A)]		106,0	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0

Für den geplanten WEA Typ liegen keine Messberichte gem. DIN EN 61400-11 /2.2.4/ bzw. FGW-Richtlinie /2.2.5/ vor. Gemäß den Vorgaben der LAI-Hinweise wird in diesem Fall auf das im Herstellerdatenblatt /2.1.11, 2.1.12/ angegebene Spektrum (vgl. Tabelle 3) zurückgegriffen.

Tabelle 4: Oktav-Spektren der WEA GE 5.5-158 gem. /2.1.11, 2.1.12/

Frequenz [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Summe
Schalleistungspegel L _{WA} [dB(A)] NO	78,0	87,2	92,6	97,2	99,7	101,3	99,1	91,7	76,0	106,0
Schalleistungspegel L _{WA} [dB(A)] NRO 104	75,9	85,3	91,3	96,0	98,2	98,9	96,2	89,3	74,5	104,0
Schalleistungspegel L _{WA} [dB(A)] NRO 103	74,8	84,0	90,2	95,2	97,3	97,8	95,1	88,4	73,8	103,0
Schalleistungspegel L _{WA} [dB(A)] NRO 99	71,6	81,3	88,5	92,8	93,0	92,4	90,4	85,5	71,1	99,0

Bei den nachfolgenden Berechnungen wird von folgender Betriebsweise der Anlagen ausgegangen:

Tabelle 5: Schalleistungspegel der WEA gem. /2.1.11/

Anlage	Schalleistungspegel L _{WA} [dB(A)]	
	Tag (06.00 Uhr - 22.00 Uhr)	Nacht (22.00 Uhr - 06.00 Uhr)
WEA 1	106,0	106,0
WEA 2	106,0	103,0 (reduziert)
WEA 3	106,0	99,0 (reduziert)
WEA 4	106,0	104,0 (reduziert)
WEA 5	106,0	103,0 (reduziert)

5.2 Berechnungsmethode

Die Berechnung des Schalldruckpegels an den Immissionsorten wird nach der TA Lärm /2.2.2/ in Verbindung mit der DIN ISO 9613-2 /2.2.1/ vorgenommen. Es werden alle für die Berechnungen relevanten Gegebenheiten (Lage der Schallquellen, Immissionsorte, Höhenlinien, usw.) in den Rechner eingegeben. Die den Berechnungen zu Grunde gelegte Berechnungskonfiguration kann den Anlagen entnommen werden.

Als Datengrundlage werden eine georeferenzierte Karte und ein digitales Geländemodell der Landesämter für Vermessung /2.1.2, 2.1.3, 2.1.3, 2.1.5/ herangezogen.

In der DIN ISO 9613-2 wird ein auf alle Schallquellen anwendbares, einheitliches Verfahren für die Berechnung der Schallausbreitung, auch über größere Entfernungen, angegeben. Die meteorologische Korrektur C_{met} wurde auf der sicheren Seite liegend nicht berücksichtigt. Die unter Ziff. 5.5 berechneten Pegel sind somit "Mitwind-Mittelungspegel" L_{AT} (DW) und werden im Rahmen der Bewertung unter Berücksichtigung der Gesamtunsicherheit gem. LAI-Hinweise /2.2.3/ (vgl. Abschnitt 5.4) und der Parameter gemäß dem Interimsverfahren als Beurteilungspegel im Sinne der TA Lärm den schalltechnischen Vorgaben gegenübergestellt.

Die Position der Schallquellen und der Immissionsorte zeigt der Lageplan in den Anlagen. Die EDV-Ausdrucke zu den durchgeführten Ausbreitungsberechnungen (unter Berücksichtigung der beschriebenen Ansätze) sind ebenfalls den Anlagen beigelegt.

5.3 Qualität der Prognose

Allgemein kann formuliert werden, dass die Qualität der Prognose sowohl von den Eingangsdaten, als auch von der Immissionsberechnung abhängt. Bei den Eingangsdaten sind zu berücksichtigen:

- die Emissionswerte, deren Genauigkeit durch die sogenannte Vergleichsstandardabweichung σ_R gekennzeichnet wird, wobei von einer Normalverteilung der Werte auszugehen ist;
- die Streuung der Messwerte, die bei Wiederholungsmessungen an Maschinen gleicher Bauart und gleicher Serie aufgrund von (zulässigen) Fertigungstoleranzen auftritt, gekennzeichnet durch die Produktionsstandardabweichung σ_P .

IBAS verwendet für Schallausbreitungsberechnungen das anerkannte und qualitätsgesicherte Programm CadnaA². Im Programm ist ein System zur Berechnung der Unsicherheit des für einen Immissionsort prognostizierten Beurteilungspegels aus den Unsicherheiten der Emissionsangaben und der Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung implementiert.

Bei der Messung des Schallleistungspegels nach DIN EN 61400-11 /2.2.4/ und dem Vorliegen von mindestens drei unabhängigen Messungen an einer Anlage desselben Typs beträgt nach den Hinweisen des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen typischerweise die Vergleichsstandardabweichung $\sigma_R = 0,5$ dB und die Produktionsstandardabweichung $\sigma_P \leq 1,2$ dB.

² Version CadnaA 2021 MR 1 (32 Bit); qualitätsgesichert nach DIN 45687:2006-05 (D); Akustik – Software - Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmissionen im Freien – Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen;

Für die Berücksichtigung der Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung wird eine Standardabweichung von $\sigma_{\text{Prog}} = 1,0 \text{ dB}$ in Ansatz gebracht. Die Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze ergibt sich somit zu:

$$\begin{aligned} L_o &= L_{\text{AT}}(\text{DW}) + 1,28 \cdot \sigma_{\text{Gesamt}} \\ &= L_{\text{AT}}(\text{DW}) + S_{\text{oben}} \end{aligned}$$

Im vorliegenden Fall werden folgende Berechnungsparameter berücksichtigt:

- | | |
|---|---|
| - Schalleistungspegel GE 5.5-158 (tags) | $L_{\text{WA}} = 106,0 \text{ dB(A)}$ |
| - Vergleichsstandardabweichung | $\sigma_{\text{R}} = 0,5 \text{ dB}$ |
| - Produktionsstandardabweichung | $\sigma_{\text{P}} = 1,2 \text{ dB}$ |
| - Prognoseunsicherheit | $\sigma_{\text{Prog}} = 1,0 \text{ dB}$ |

Nach der Fehleraddition beträgt die Gesamtstandardabweichung im vorliegenden Fall bei alleiniger Betrachtung der neu geplanten Anlagen $\sigma_{\text{gesamt}} = 1,64 \text{ dB}$. Daraus resultiert eine obere Vertrauensbereichsgrenze, die einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 10 % unterliegt, von

$$\begin{aligned} L_o &= L_{\text{AT}}(\text{DW}) + 1,28 \cdot 1,64 \text{ dB}, \\ L_o &= L_{\text{AT}}(\text{DW}) + 2,1 \text{ dB}. \end{aligned}$$

5.4 Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung

Die nachfolgende Tabelle enthält die prognostizierten Beurteilungspegel für die neu geplanten Windenergieanlagen (WEA) im Vergleich zu den schalltechnischen Anforderungen nach Abschnitt 3.1.

Nachtzeit

Tabelle 6: Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung, der neu geplanten WEA zur Nachtzeit

Immissionsort	Immissionsrichtwert gem. TA Lärm	reduzierter Immissionsrichtwert	Mitwind- Mittelungspegel	obere Vertrauens- bereichsgrenze
	[dB(A)]	[dB(A)]	L _{AT} (DW) [dB(A)]	L _o ³ [dB(A)]
IO 1.1	40	34	33,2	35
IO 1.2	40	34	32,3	34
IO 1.3	45	39	27,2	29
IO 1.4	45	39	24,9	27
IO 1.5	38	32	32,1	34
IO 2.1	40	34	30,5	33
IO 2.2	45	39	30,2	32
IO 2.3	40	34	29,6	32
IO 3.1	45	39	28,3	30
IO 3.2	35	29	27,2	29
IO 3.3	40	34	28,7	31
IO 3.4	45	39	30,0	32
IO 3.5	45	39	26,0	28
IO 4.1	40	34	27,8	30
IO 4.2	35	29	23,3	25
IO 4.3	45	39	29,4	32
IO 4.4	40	34	28,3	30
IO 5.1	40	34	20,4	23
IO 6.1	45	39	31,8	34
IO 7.1	45	39	24,1	26
IO C	40	34	28,7	31
IO D	38	32	28,0	30

³ $L_o = L_{AT} (DW) + 1,28 \cdot \sigma_{Gesamt}$, gerundet auf ganze dB

Tagzeit

Tabelle 7: Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung, der neu geplanten WEA zur Tagzeit an Sonn- und Feiertagen

Immissionsort	Immissionsrichtwert gem. TA Lärm [dB(A)]	reduzierter Immissionsrichtwert [dB(A)]	Mitwind- Mittelungspegel $L_{AT} (DW)^4$ [dB(A)]	obere Vertrauens- bereichsgrenze L_o^5 [dB(A)]
IO 1.1	55	49	40,6	43
IO 1.2	50	44	39,6	42
IO 1.3	60	54	30,1	32
IO 1.4	60	54	28,0	30
IO 1.5	50	44	39,4	42
IO 2.1	55	49	36,4	39
IO 2.2	60	54	32,9	35
IO 2.3	55	49	34,6	37
IO 3.1	60	54	29,0	31
IO 3.2	50	44	31,5	34
IO 3.3	55	49	33,1	35
IO 3.4	60	54	30,8	33
IO 3.5	60	54	26,8	29
IO 4.1	55	49	32,4	35
IO 4.2	50	44	28,1	30
IO 4.3	60	54	30,4	33
IO 4.4	55	49	32,9	35
IO 5.1	55	49	26,1	28
IO 6.1	60	54	34,1	36
IO 7.1	60	54	26,6	29
IO C	50	44	36,0	38
IO D	50	44	36,0	38

⁴ Der Tages-Mitwind-Mittelungspegel $L_{AT} (DW)$ wird für Sonn- und Feiertage angegeben und liegt für WR-, WA- und Kur- / Krankenhausgebiete aufgrund des Ruhezeitenzuschlags um ca. 3,6 dB höher.

⁵ $L_o = L_{AT} (DW) + 1,28 \cdot \sigma_{Gesamt}$, gerundet auf ganze dB

5.5 Bewertung der Ergebnisse

Die in v. g. Tabelle dargestellten Ergebnisse zeigen, dass der Beurteilungspegel bei Betrieb der geplanten WEA an den Immissionsorten, mit Ausnahme von Immissionsorten in den Wohngebieten in Haingrund, die reduzierten Immissionsrichtwerte (vgl. Spalte 3) für die maßgebende Nachtzeit selbst dann einhält bzw. zum Teil deutlich unterschreitet, wenn man zur Beurteilung die obere Vertrauensbereichsgrenze L_o heranzieht. Damit ist auch eine Bestimmung der schalltechnischen Vorbelastung an diesen Immissionsorten nicht notwendig.

Für den Immissionsort IO 1.1 im Allgemeinen Wohngebiet und IO 1.5 im Reinen Wohngebiet in Haingrund, an dem der reduzierte Immissionsrichtwert nicht eingehalten werden kann, erfolgt in Kap. 5.6 eine Betrachtung der Gesamtlärmsituation.

An den Immissionsorten im Süden der Ortschaft Haingrund (IO 1.3 und IO 1.4) unterschreitet der Beurteilungspegel die Immissionsrichtwerte um 16...18 dB. Damit ist eine schalltechnische Verträglichkeit mit den bestehenden WEA im Süden sichergestellt.

Die Ergebnisse für die Tagzeit führen zu Beurteilungspegeln, die die schalltechnischen Vorgaben an allen Aufpunkten sicher erfüllen.

5.6 Gesamtlärmbetrachtung (Nachtzeit)

5.6.1 Vorbelastung

Am Standort (südlich von Haingrund) befinden sich bereits neun bestehende WEA. drei weitere WEA wurden kürzlich genehmigt (WEA 10), bzw. befinden sich gerade im Genehmigungsverfahren (WEA 11 und WEA 12). Diese WEA werden mit den Schalleistungspegeln, den Oktav-Spektren und den Unsicherheitszuschlägen, welche den entsprechenden Genehmigungsverfahren zugrunde liegen /2.1.13/, angesetzt.

Die im Zuge des Genehmigungsverfahrens durchgeführten Berechnungen zum geplanten Windpark Breuberg (nördlich Lützelbach) /2.1.15/ zeigen, dass alle für die gegenständlich geplanten WEA maßgebenden Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereichs (gemäß TA Lärm) des geplanten Windparks Breuberg liegen.

Es erfolgt daher keine weitere Berücksichtigung dieses Windparks in der Gesamtlärmuntersuchung.

In der nachfolgenden Tabelle sind die als schalltechnische Vorbelastung berücksichtigten WEA aufgelistet:

Tabelle 8: Schallemission WEA (Bestand)

Bezeichnung	Typ	ETRS89/UTM Zone 32 R	ETRS89/UTM Zone 32 H	L _{WA} ⁶ [dB(A)]
WEA VB 1	Vestas V90-2.0 MW	505648	5510745	105,4
WEA VB 2	Vestas V90-2.0 MW	505788	5510513	105,4
WEA VB 3	Vestas V112-3.0 MW	507107	5510330	106,9
WEA VB 4	NEG MICON NM 82/1500	505673	5510093	103,5
WEA VB 5	NEG MICON NM 82/1500	505858	5509917	103,5
WEA VB 6	Vestas V112-3.0 MW	505950	5509571	106,9
WEA VB 7	Vestas V112-3.0 MW	505360	5510898	106,9
WEA VB 8	Vestas V112-3.0 MW	507290	5510037	106,9
WEA VB 9	Vestas V126-3.3 MW	507380	5509671	107,3
WEA VB 10	Vestas V150-4.2 MW	508189	5510288	107,0
WEA VB 11	Vestas V162-5.6 MW	508427	5510844	104,0
WEA VB 12	Vestas V162-5.6 MW	508494	5511420	104,0

In den maßgeblichen Wohngebieten der Ortschaft Haingrund wird zusätzlich die schalltechnische Vorbelastung gemäß TA Lärm untersucht. Als Datenbasis wurden hier eine Ortseinsicht vom 29.06.2021 /2.1.14/, die digitalen Geodienste der Bundesländer, die telefonische Auskunft des Bauamts und Nachfragen bei den Betreibern selbst, herangezogen.

⁶ Inkl. Unsicherheitszuschlägen gemäß LAI-Hinweisen

Folgende Vorbelastungen wurden überprüft:

- Bürogebäude Firma Franpack; nach tel. Anfrage keine nächtlichen Quellen; daher nicht als Vorbelastung im Sinne der TA Lärm für den Immissionsort maßgebend;
- Frisör „Salon Schnitzspahn“; kein Nachtbetrieb zu erwarten; daher nicht als Vorbelastung im Sinne der TA Lärm für den Immissionsort anzusetzen;
- Mehrzweckhalle Haingrund: nach tel. Anfrage beim Bauamt und eines Anwohners typischerweise kein Nachtbetrieb; Nachtbetrieb nur bei ca. 3 privaten Feiern pro Jahr; daher nicht als Vorbelastung im Sinne der TA Lärm für den Immissionsort anzusetzen;
- Zeltbau Firma TARTLER Zelte AG: aufgrund der Entfernung nicht als relevant eingestuft.

5.6.2 Ergebnisse Gesamtbelastung

In nachfolgender Tabelle ist die Geräuschvorbelastung gemäß TA Lärm zusammen mit den neu geplanten Anlagen dargestellt. Informationshalber wird die Gesamtbelastung auch an den Immissionsorten IO 1.2, IO C und IO D angegeben.

Tabelle 9: Gesamtbelastung zur Nachtzeit

Immissionsort	Immissionsrichtwert gemäß TA Lärm nachts [dB(A)]	gewerbliche Vorbelastung gemäß TA Lärm L_r [dB(A)]	Bestandsanlagen obere Vertrauensbereichsgrenze WEA VB 1-12 L_o [dB(A)]	Neuanlagen obere Vertrauensbereichsgrenze L_o [dB(A)]	Gesamtbelastung [dB(A)]
IO 1.1	40	-	35,2	35,3	38
IO 1.2	40	-	36,5	34,4	39
IO 1.5	38	-	36,3	34,2	38
IO C	40	-	35,3	30,8	37
IO D	38	-	36,5	30,1	37

5.6.3 Beurteilung Gesamtbelastung

Die in der v. g. Tabelle dargestellten Ergebnisse zeigen, dass der Beurteilungspegel bei Betrieb der geplanten WEA zusammen mit der schalltechnischen Vorbelastung den Immissionsrichtwert nach TA Lärm für die maßgebende Nachtzeit an den schalltechnisch näher untersuchten Aufpunkten einhält oder unterschreitet. Die Anforderungen gemäß TA Lärm Nr. 3.2.1 Abs. 3 sind somit erfüllt.

6. Zusammenfassung

Die Firma juwi AG plant in Wörth am Main, Landkreis Miltenberg, die Errichtung eines Windparks mit **fünf Windenergieanlagen**, vom Typ GE 5.5-158, mit einer Nabenhöhe von 150 m und einer Nennleistung von 5,5 MW. Der Standort der Anlagen befindet sich zwischen den Ortschaften Wörth am Main, Klingenberg am Main, Haingrund und Seckmauern.

Wie den Ausbreitungsberechnungen zur Schallimmission in Kapitel 5 entnommen werden kann, werden von den geplanten WEA an allen Immissionsorten entweder die in Punkt 3.1 genannten reduzierten Immissionsrichtwerte zur Tag- und Nachtzeit, oder zusammen mit der Vorbelastung wird der Immissionsrichtwert gem. TA Lärm eingehalten. Zur Beurteilung wurde jeweils die obere Vertrauensbereichsgrenze herangezogen. An allen Immissionsorten werden somit zusammen mit der Vorbelastung die Immissionsschutzanforderungen erfüllt. Die Prognoseberechnungen für die Nachtzeit führen zu dem Ergebnis, dass die WEA zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr in der Leistung begrenzt werden müssen.

Somit kann zusammenfassend festgestellt werden, dass die geplanten WEA bei einer Leistungsbegrenzung in der Nachtzeit auf die Schalleistungspegel gemäß Kap. 5.1 mit dem Immissionsschutzziel (Schallimmission) verträglich sind.

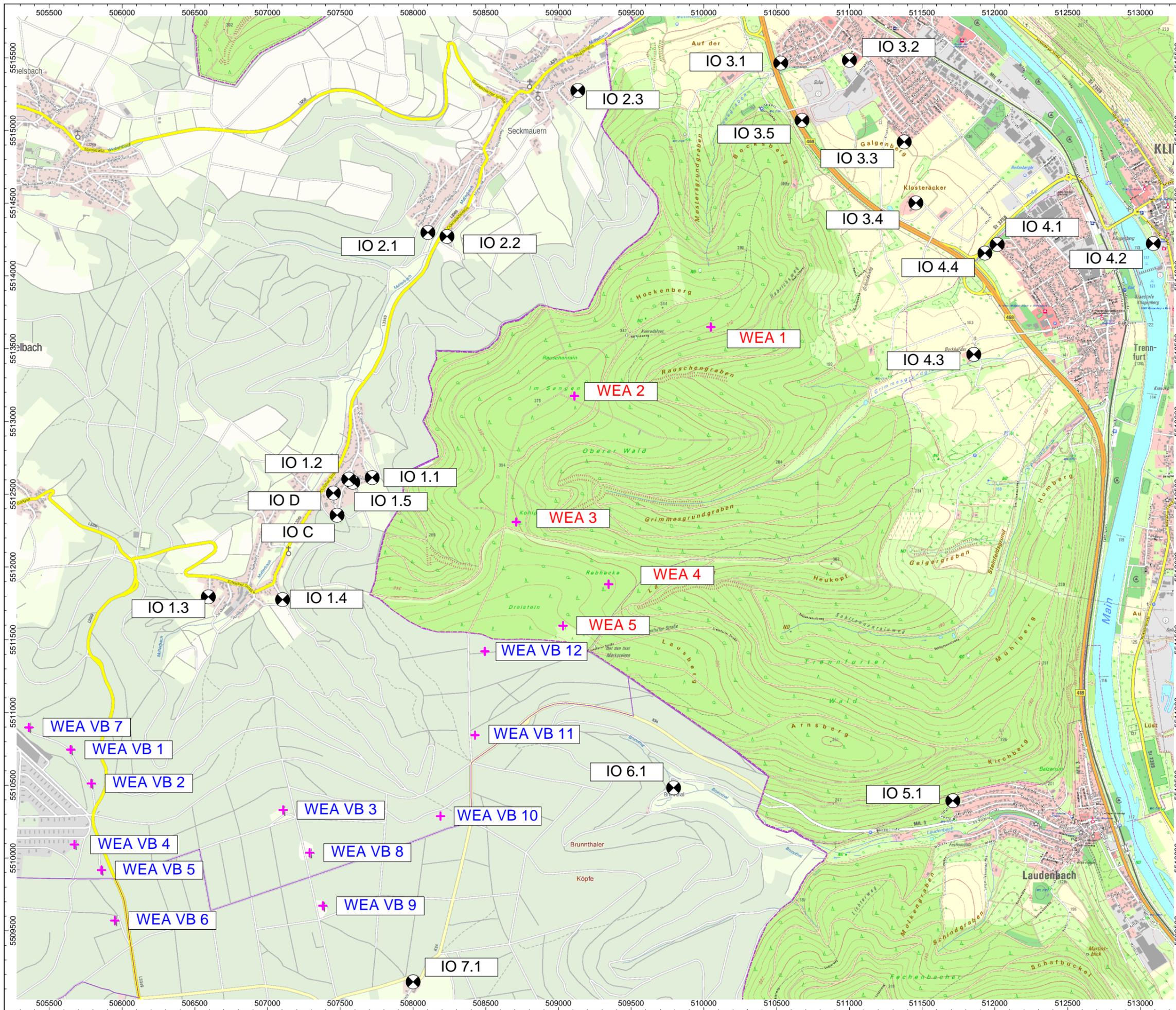
IBAS GmbH


Dr. rer. nat. R. Wunderlich


Dipl.-Ing. (FH) M. Hartmann

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die IBAS Ingenieurgesellschaft mbH. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.

Lageplan



Legende

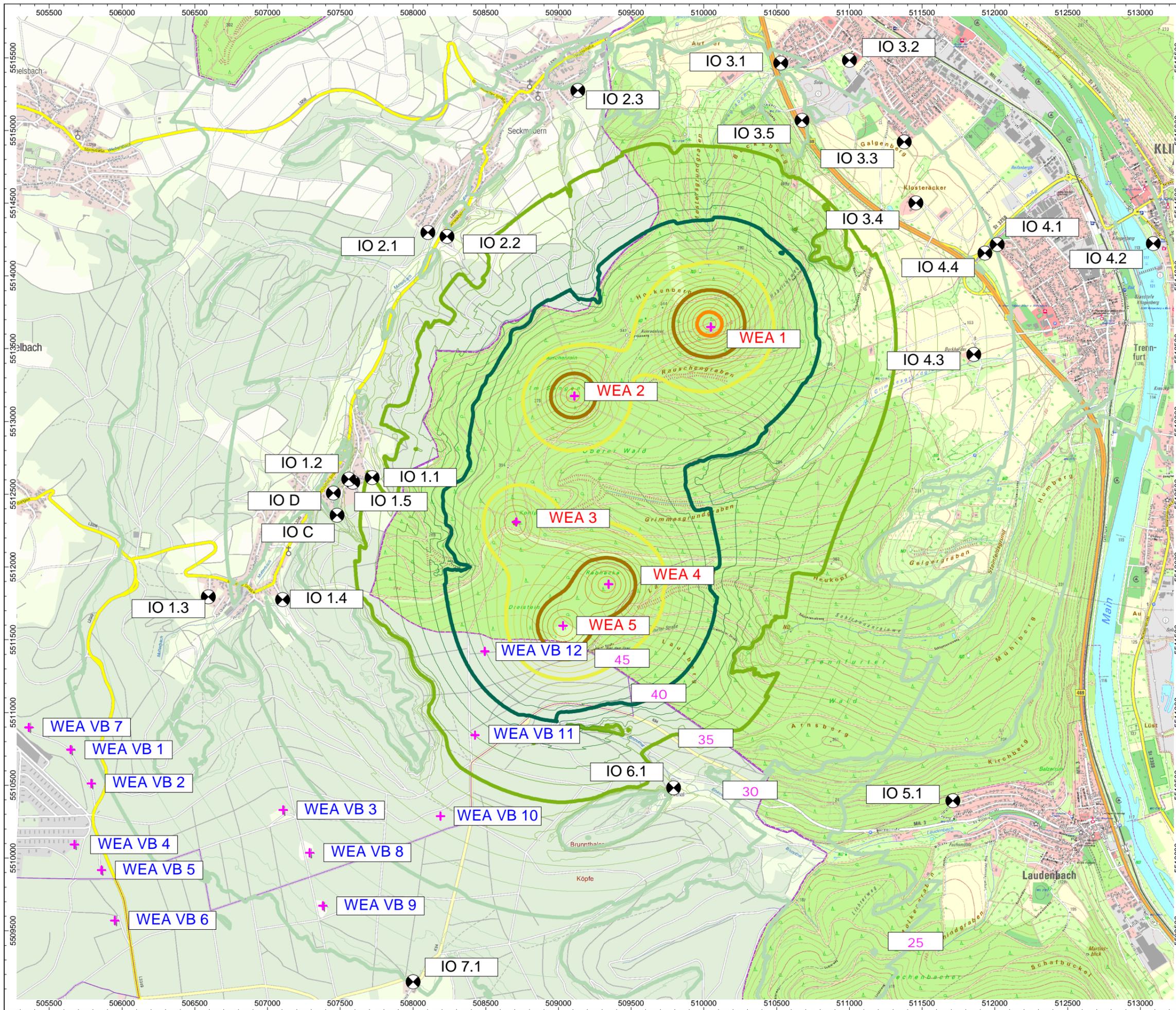
- + Punktquelle
- Haus
- ⊗ Immissionspunkt
- Rechengebiet
- WEA xx WEA Neuplanung
- WEA xx WEA Bestand

Maßstab 1:25000
 (im Original)



Auftrag: 20.11739-b03a Anl.: 1.2
Projekt: WEA Wörth am Main
juwi AG
Ort: Wörth am Main

Isophonenkarte
Zusatzbelastung (Nachtzeit)
obere Vertrauensbereichsgrenze
5 m ü. Boden



- Legende
- + Punktquelle
 - Haus
 - ⊗ Immissionspunkt
 - Rechengebiet
 - 45 Pegel in dB(A)
 - WEA xx WEA Neuplanung
 - WEA xx WEA Bestand

Maßstab 1:25000
(im Original)



BAUPHYSIK | AKUSTIK | SCHWINGUNGSTECHNIK
Nibelungenstraße 35, 95444 Bayreuth
Tel.: 0921/757430
email: info@ibas-mbh.de
20117739b03a_gesamt.cna

EDV-Ausdruck Ausbreitungsberechnungen

Berechnungskonfiguration

Berechnungskonfiguration	
Parameter	Wert
Allgemein	
Land	(benutzerdefiniert)
Max. Fehler (dB)	0.00
Max. Suchradius (m)	500000.00
Mindestabst. Qu-Imm	0.50
Aufteilung	
Rasterfaktor	0.50
Max. Abschnittslänge (m)	1000.00
Min. Abschnittslänge (m)	1.00
Min. Abschnittslänge (%)	0.00
Proj. Linienquellen	An
Proj. Flächenquellen	An
Bezugszeit	
Bezugszeit Tag (min)	780.00
Bezugszeit Nacht (min)	480.00
Zuschlag Tag (dB)	0.00
Zuschlag Ruhezeit (dB)	6.00
Zuschlag Nacht (dB)	0.00
Zuschlag Ruhezeit nur für	Kurgebiet
	reines Wohngebiet
	allg. Wohngebiet
	reines Wohngebiet 40
	reines Wohngebiet 38
DGM	
Standardhöhe (m)	400.00
Geländemodell	Triangulation
Reflexion	
max. Reflexionsordnung	3
Reflektor-Suchradius um Qu	3000.00
Reflektor-Suchradius um Imm	3000.00
Max. Abstand Quelle - Imppkt	1000.00 6000.00
Min. Abstand Imppkt - Reflektor	1.00 1.00
Min. Abstand Quelle - Reflektor	0.50
Industrie (ISO 9613)	
Seitenbeugung	mehrere Obj
Hin. in FQ schirmen diese nicht ab	An
Abschirmung	ohne Bodendämpf. über Schirm
	Dz mit Begrenzung (20/25)
Schirmberechnungskoeffizienten C1,2,3	3.0 20.0 0.0
Temperatur (°C)	10
rel. Feuchte (%)	70
Bodenabsorption G	1.00
Windgeschw. für Kaminrw. (m/s)	3.0
Straße (RLS-90)	
Streng nach RLS-90	
Schiene (Schall 03 (1990))	
Streng nach Schall 03 / Schall-Transrapid	
Fluglärm (???)	
Streng nach AzB	

Punktquellen Zusatzbelastung

Bezeichnung	M.	ID	Schallleistung Lw			Lw / Li		Korrektur			Schalldämmung		Dämpfung	Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	Höhe	Koordinaten			
			Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	R		Fläche	Tag	Ruhe					Nacht	X	Y	Z
			(dBA)	(dBA)	(dBA)			(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))			(m²)	(min)	(min)					(min)	(dB)	(Hz)	(m)
WEA 1_tag		!0200!WEA 1_tag	106,0	106,0	106,0	Lw	GE5.x_158_NO		0,0	0,0	0,0			540,00	420,00	0,00	0,0		(keine)	150,00	r	510047,00	5513650,00	464,23
WEA 2_tag		!0200!WEA 2_tag	106,0	106,0	106,0	Lw	GE5.x_158_NO		0,0	0,0	0,0			540,00	420,00	0,00	0,0		(keine)	150,00	r	509110,00	5513175,00	517,89
WEA 3_tag		!0200!WEA 3_tag	106,0	106,0	106,0	Lw	GE5.x_158_NO		0,0	0,0	0,0			540,00	420,00	0,00	0,0		(keine)	150,00	r	508710,00	5512310,00	501,14
WEA 4_tag		!0200!WEA 4_tag	106,0	106,0	106,0	Lw	GE5.x_158_NO		0,0	0,0	0,0			540,00	420,00	0,00	0,0		(keine)	150,00	r	509344,00	5511882,00	512,88
WEA 5_tag		!0200!WEA 5_tag	106,0	106,0	106,0	Lw	GE5.x_158_NO		0,0	0,0	0,0			540,00	420,00	0,00	0,0		(keine)	150,00	r	509032,00	5511597,00	533,50
WEA 1_nacht		!0200!WEA 1_nacht	106,0	106,0	106,0	Lw	GE5.x_158_NO		0,0	0,0	0,0			0,00	0,00	480,00	0,0		(keine)	150,00	r	510047,00	5513650,00	464,23
WEA 2_nacht		!0200!WEA 2_nacht	103,0	103,0	103,0	Lw	GE5.x_158_NRO103		0,0	0,0	0,0			0,00	0,00	480,00	0,0		(keine)	150,00	r	509110,00	5513175,00	517,89
WEA 3_nacht		!0200!WEA 3_nacht	99,0	99,0	99,0	Lw	GE5.x_158_NRO99		0,0	0,0	0,0			0,00	0,00	480,00	0,0		(keine)	150,00	r	508710,00	5512310,00	501,14
WEA 4_nacht		!0200!WEA 4_nacht	104,0	104,0	104,0	Lw	GE5.x_158_NRO104		0,0	0,0	0,0			0,00	0,00	480,00	0,0		(keine)	150,00	r	509344,00	5511882,00	512,88
WEA 5_nacht		!0200!WEA 5_nacht	103,0	103,0	103,0	Lw	GE5.x_158_NRO103		0,0	0,0	0,0			0,00	0,00	480,00	0,0		(keine)	150,00	r	509032,00	5511597,00	533,50

EDV-Ausdruck Ausbreitungsberechnungen

Auftrag: 20.11739-b03a Anl.:2.2
 Projekt: WEA Wörth am Main
 juwi AG
 Ort: Wörth am Main

Ergebnisse Zusatzbelastung

Berechnungspunkt		Nutz	Immissionsrichtwert		Tagzeit			Nachtzeit			Koordinaten				
Bezeichnung	ID		tags	nachts	L_AT(DW)	S_oben	L_oben	L_AT(DW)	S_oben	L_oben	X	Y	Z	Boden	h
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)						
Haingrund, Sonnenstr. Baugrundstück	IO 1.1	WA	55	40	40,6	2,1	42,7	33,2	2,1	35,3	507720,4	5512615,1	251,7	245,7	6,0
Haingrund, Sonnenstr. 15	IO 1.2	WR	50	40	39,6	2,1	41,7	32,3	2,1	34,4	507585,0	5512582,9	266,4	261,4	5,0
Haingrund, Bergfeldstr. 10	IO 1.3	MI	60	45	30,1	2,1	32,2	27,2	2,1	29,3	506593,5	5511795,1	291,3	285,3	6,0
Haingrund, Forststr. 13	IO 1.4	MI	60	45	28,0	2,1	30,1	24,9	2,1	27,0	507103,4	5511776,2	251,1	245,1	6,0
Haingrund, Sonnenstr. 14	IO 1.5	WR	50	38	39,4	2,1	41,5	32,1	2,1	34,2	507558,6	5512603,6	261,7	256,7	5,0
Seckmauern, Siedlung 64	IO 2.1	WA	55	40	36,4	2,1	38,5	30,5	2,1	32,6	508102,8	5514298,4	197,9	191,9	6,0
Seckmauern, Odenwaldstr. 98	IO 2.2	MI	60	45	32,9	2,1	35,0	30,2	2,1	32,3	508234,0	5514272,2	199,0	193,0	6,0
Seckmauern, WA Maintalblick	IO 2.3	WA	55	40	34,6	2,1	36,7	29,6	2,1	31,7	509133,7	5515275,0	195,0	189,0	6,0
Wörth am Main, Händelstr. 10a	IO 3.1	MI	60	45	29,0	2,1	31,1	28,3	2,1	30,4	510527,2	5515463,6	162,9	156,9	6,0
Wörth am Main, Münchner Str. 4	IO 3.2	WR	50	35	31,5	2,1	33,6	27,2	2,1	29,3	510999,5	5515482,4	150,8	139,8	11,0
Wörth am Main, Galgenstr. 12	IO 3.3	WA	55	40	33,1	2,1	35,2	28,7	2,1	30,8	511376,9	5514921,8	159,5	153,5	6,0
Wörth am Main, Grimmesweg Hof	IO 3.4	MI	60	45	30,8	2,1	32,9	30,0	2,1	32,1	511457,9	5514502,0	161,0	156,0	5,0
Wörth am Main, Boxbergweg	IO 3.5	MI	60	45	26,8	2,1	28,9	26,0	2,1	28,1	510673,7	5515069,3	171,7	165,7	6,0
Klingenberg am Main, Kastellstr. 17	IO 4.1	WA	55	40	32,4	2,1	34,5	27,8	2,1	29,9	512016,1	5514216,7	152,5	144,5	8,0
Klingenberg am Main, Brückenstr. 1	IO 4.2	WR	50	35	28,1	2,1	30,2	23,3	2,1	25,4	513088,8	5514223,2	135,0	124,0	11,0
Klingenberg am Main, Burkharder Hof	IO 4.3	MI	60	45	30,4	2,1	32,5	29,4	2,1	31,5	511855,7	5513460,8	159,9	151,9	8,0
Klingenberg am Main, geplantes WA	IO 4.4	WA	55	40	32,9	2,1	35,0	28,3	2,1	30,4	511932,6	5514157,7	154,1	148,1	6,0
Laudenbach, Sommerbergstr. 58 Baugrunds	IO 5.1	WA	55	40	26,1	2,1	28,2	20,4	2,1	22,5	511712,0	5510393,9	203,5	197,5	6,0
Brunnthal 5	IO 6.1	MI	60	45	34,1	2,1	36,2	31,8	2,1	33,9	509792,3	5510482,6	237,9	236,9	1,0
Bremhof 18	IO 7.1	MI	60	45	26,6	2,1	28,7	24,1	2,1	26,2	508001,8	5509148,4	404,4	398,4	6,0
IO C	IO C	WR	50	40	36,0	2,1	38,1	28,7	2,1	30,8	507478,0	5512355,6	247,4	242,4	5,0
IO D	IO D	WR	50	38	36,0	2,1	38,1	28,0	2,1	30,1	507452,0	5512507,5	247,7	242,7	5,0

EDV-Ausdruck Ausbreitungsberechnungen

Auftrag: 20.11739-b03a Anl.:2.3
 Projekt: WEA Wörth am Main
 juwi AG
 Ort: Wörth am Main

Punktquellen Vorbelastung

Bezeichnung	M.	ID	Schalleistung Lw			Lw / Li		Korrektur			Schalldämmung		Dämpfung	Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	Höhe	Koordinaten		
			Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	R	Fläche	Tag	Ruhe	Nacht					X	Y	Z
			(dBA)	(dBA)	(dBA)			(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))		(m²)	(min)	(min)	(min)	(dB)					(Hz)	(m)	(m)
WEA VB 1		!0101!WEA VB 1	105,4	105,4	105,4	Lw	V90_2000+2		0,0	0,0	0,0					0,0		(keine)	105,00	r	505648,00	5510745,00	518,63
WEA VB 2		!0101!WEA VB 2	105,4	105,4	105,4	Lw	V90_2000+2		0,0	0,0	0,0					0,0		(keine)	105,00	r	505788,00	5510513,00	524,00
WEA VB 3		!0101!WEA VB 3	106,9	106,9	106,9	Lw	V112_3.0+2		0,0	0,0	0,0					0,0		(keine)	119,00	r	507107,00	5510330,00	555,19
WEA VB 4		!0101!WEA VB 4	103,5	103,5	103,5	Lw	NM82+2,5		0,0	0,0	0,0					0,0		(keine)	108,60	r	505673,00	5510093,00	533,13
WEA VB 5		!0101!WEA VB 5	103,5	103,5	103,5	Lw	NM82+2,5		0,0	0,0	0,0					0,0		(keine)	108,60	r	505858,00	5509917,00	545,60
WEA VB 6		!0101!WEA VB 6	106,9	106,9	106,9	Lw	V112_3.0+2		0,0	0,0	0,0					0,0		(keine)	119,00	r	505950,00	5509571,00	553,90
WEA VB 7		!0101!WEA VB 7	106,9	106,9	106,9	Lw	V112_3.0+2		0,0	0,0	0,0					0,0		(keine)	119,00	r	505360,00	5510898,00	511,27
WEA VB 8		!0101!WEA VB 8	106,9	106,9	106,9	Lw	V112_3.0+2		0,0	0,0	0,0					0,0		(keine)	119,00	r	507290,00	5510037,00	558,44
WEA VB 9		!0101!WEA VB 9	107,3	107,3	107,3	Lw	V126_3.3+2		0,0	0,0	0,0					0,0		(keine)	137,00	r	507380,00	5509671,00	567,77
WEA VB 10		!0101!WEA VB 10	107,0	107,0	107,0	Lw	V150_PO1+2,1		0,0	0,0	0,0					0,0		(keine)	166,00	r	508189,00	5510288,00	574,92
WEA VB 11		!0101!WEA VB 11	106,1	106,1	106,1	Lw	V162_PO5600+2,1		0,0	0,0	0,0					0,0		(keine)	166,00	r	508426,64	5510844,17	563,91
WEA VB 12		!0101!WEA VB 12	106,1	106,1	106,1	Lw	V162_PO5600+2,1		0,0	0,0	0,0					0,0		(keine)	166,00	r	508493,61	5511419,95	567,51

EDV-Ausdruck Ausbreitungsberechnungen

Auftrag: 20.11739-b03a Anl.:2.4
 Projekt: WEA Würth am Main
 juwi AG
 Ort: Würth am Main

Ergebnisse Vorbelastung

Berechnungspunkt		Nutz	Immissionsrichtwert		Tagzeit			Nachtzeit			Koordinaten				
Bezeichnung	ID		tags	nachts	L_AT(DW)	S_oben	L_oben	L_AT(DW)	S_oben	L_oben	X	Y	Z	Boden	h
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)						
Haingrund, Sonnenstr. Baugrundstück	IO 1.1	WA	55	40	38,9	0,0	38,9	35,2	0,0	35,2	507720,4	5512615,1	251,7	245,7	6,0
Haingrund, Sonnenstr. 15	IO 1.2	WR	50	40	40,1	0,0	40,1	36,5	0,0	36,5	507585,0	5512582,9	266,4	261,4	5,0
Haingrund, Bergfeldstr. 10	IO 1.3	MI	60	45	39,4	0,0	39,4	39,4	0,0	39,4	506593,5	5511795,1	291,3	285,3	6,0
Haingrund, Forststr. 13	IO 1.4	MI	60	45	38,7	0,0	38,7	38,7	0,0	38,7	507103,4	5511776,2	251,1	245,1	6,0
Haingrund, Sonnenstr. 14	IO 1.5	WR	50	38	39,9	0,0	39,9	36,3	0,0	36,3	507558,6	5512603,6	261,7	256,7	5,0
Seckmauern, Siedlung 64	IO 2.1	WA	55	40	33,1	0,0	33,1	29,5	0,0	29,5	508102,8	5514298,4	197,9	191,9	6,0
Seckmauern, Odenwaldstr. 98	IO 2.2	MI	60	45	27,5	0,0	27,5	27,5	0,0	27,5	508234,0	5514272,2	199,0	193,0	6,0
Seckmauern, WA Maintalblick	IO 2.3	WA	55	40	27,9	0,0	27,9	24,2	0,0	24,2	509133,7	5515275,0	195,0	189,0	6,0
Wörth am Main, Händelstr. 10a	IO 3.1	MI	60	45	19,2	0,0	19,2	19,2	0,0	19,2	510527,2	5515463,6	162,9	156,9	6,0
Wörth am Main, Münchner Str. 4	IO 3.2	WR	50	35	22,1	0,0	22,1	18,5	0,0	18,5	510999,5	5515482,4	150,8	139,8	11,0
Wörth am Main, Galgenstr. 12	IO 3.3	WA	55	40	22,7	0,0	22,7	19,1	0,0	19,1	511376,9	5514921,8	159,5	153,5	6,0
Wörth am Main, Grimmesweg Hof	IO 3.4	MI	60	45	22,9	0,0	22,9	22,9	0,0	22,9	511457,9	5514502,0	161,0	156,0	5,0
Wörth am Main, Boxbergweg	IO 3.5	MI	60	45	19,8	0,0	19,8	19,8	0,0	19,8	510673,7	5515069,3	171,7	165,7	6,0
Klingenberg am Main, Kastellstr. 17	IO 4.1	WA	55	40	26,6	0,0	26,6	23,0	0,0	23,0	512016,1	5514216,7	152,5	144,5	8,0
Klingenberg am Main, Brückenstr. 1	IO 4.2	WR	50	35	24,9	0,0	24,9	21,3	0,0	21,3	513088,8	5514223,2	135,0	124,0	11,0
Klingenberg am Main, Burkharder Hof	IO 4.3	MI	60	45	24,1	0,0	24,1	24,1	0,0	24,1	511855,7	5513460,8	159,9	151,9	8,0
Klingenberg am Main, geplantes WA	IO 4.4	WA	55	40	27,2	0,0	27,2	23,6	0,0	23,6	511932,6	5514157,7	154,1	148,1	6,0
Laudenbach, Sommerbergstr. 58 Baugrunds	IO 5.1	WA	55	40	29,9	0,0	29,9	26,3	0,0	26,3	511712,0	5510393,9	203,5	197,5	6,0
Brunnthal 5	IO 6.1	MI	60	45	32,3	0,0	32,3	32,3	0,0	32,3	509792,3	5510482,6	237,9	236,9	1,0
Bremhof 18	IO 7.1	MI	60	45	42,4	0,0	42,4	42,4	0,0	42,4	508001,8	5509148,4	404,4	398,4	6,0
IO C	IO C	WR	50	40	39,0	0,0	39,0	35,3	0,0	35,3	507478,0	5512355,6	247,4	242,4	5,0
IO D	IO D	WR	50	38	40,1	0,0	40,1	36,5	0,0	36,5	507452,0	5512507,5	247,7	242,7	5,0

EDV-Ausdruck Ausbreitungsberechnungen

Auftrag: 20.11739-b03a Anl.:2.5
 Projekt: WEA Wörth am Main
 juwi AG
 Ort: Wörth am Main

Teilpegel Tagzeit

Obere Vertrauensbereichsgrenze nach TA Lärm 1998 und LAI in dB(A)

Quelle			Teilpegel Zusatz Tag																					
Bezeichnung	M.	ID	IO 1.1	IO 1.2	IO 1.3	IO 1.4	IO 1.5	IO 2.1	IO 2.2	IO 2.3	IO 3.1	IO 3.2	IO 3.3	IO 3.4	IO 3.5	IO 4.1	IO 4.2	IO 4.3	IO 4.4	IO 5.1	IO 6.1	IO 7.1	IO C	IO D
WEA 1_tag		!0200!WEA 1_tag	24,5	23,9	20,0	16,8	23,8	32,0	25,7	33,1	29,4	31,9	33,3	30,9	27,0	32,0	26,7	29,8	32,5	19,5	18,0	12,6	22,9	23,1
WEA 2_tag		!0200!WEA 2_tag	35,7	34,7	24,1	21,4	34,6	35,5	32,7	31,7	24,9	27,2	27,7	24,9	21,3	26,8	22,9	24,6	27,2	19,1	19,8	18,0	28,6	28,9
WEA 3_tag		!0200!WEA 3_tag	39,8	38,6	27,7	25,9	38,4	31,8	28,5	27,2	16,2	18,8	19,5	21,4	17,1	23,9	20,8	22,1	24,3	20,0	23,2	21,4	34,7	36,2
WEA 4_tag		!0200!WEA 4_tag	33,7	33,0	24,7	22,5	32,8	23,7	20,4	25,5	15,7	18,6	24,5	22,0	16,9	24,8	21,9	23,7	25,3	23,1	32,3	23,1	28,0	27,6
WEA 5_tag		!0200!WEA 5_tag	34,5	33,9	26,2	24,3	33,7	23,0	19,7	24,4	14,4	17,3	23,0	20,4	15,4	23,2	20,7	21,9	23,7	22,6	33,2	25,0	33,0	29,1

Teilpegel Nachtzeit

Obere Vertrauensbereichsgrenze nach TA Lärm 1998 und LAI in dB(A)

Quelle			Teilpegel Zusatz Nacht																					
Bezeichnung	M.	ID	IO 1.1	IO 1.2	IO 1.3	IO 1.4	IO 1.5	IO 2.1	IO 2.2	IO 2.3	IO 3.1	IO 3.2	IO 3.3	IO 3.4	IO 3.5	IO 4.1	IO 4.2	IO 4.3	IO 4.4	IO 5.1	IO 6.1	IO 7.1	IO C	IO D
WEA 1_nacht		!0200!WEA 1_nacht	20,9	20,3	20,0	16,8	20,2	28,4	25,7	29,5	29,4	28,2	29,6	30,9	27,0	28,3	23,1	29,8	28,9	15,8	18,0	12,6	19,3	19,5
WEA 2_nacht		!0200!WEA 2_nacht	29,5	28,5	21,7	18,9	28,4	29,3	30,1	25,5	22,4	21,1	21,7	22,4	18,8	20,7	16,9	22,1	21,1	13,0	17,3	15,6	22,4	22,7
WEA 3_nacht		!0200!WEA 3_nacht	29,9	28,8	21,9	19,9	28,5	22,4	22,7	18,1	10,9	9,9	10,5	16,1	11,8	15,0	12,1	16,7	15,4	11,1	17,4	15,6	24,5	25,8
WEA 4_nacht		!0200!WEA 4_nacht	28,5	27,7	23,2	20,9	27,5	18,5	18,9	20,4	14,2	13,6	19,4	20,5	15,4	19,7	16,9	22,1	20,2	18,0	30,6	21,6	22,8	22,4
WEA 5_nacht		!0200!WEA 5_nacht	28,3	27,7	23,7	21,7	27,5	16,9	17,2	18,4	12,0	11,3	17,0	18,0	13,0	17,2	14,6	19,5	17,7	16,6	30,6	22,6	26,7	22,8

EDV-Ausdruck Ausbreitungsberechnungen

Auftrag: 20.11739-b03a Anl.:2.6
 Projekt: WEA Wörth am Main
 juwi AG
 Ort: Wörth am Main

EDV-Ausdruck Ausbreitungsberechnungen

Auftrag: 20.11739-b03a Anl.:2.7

Projekt: WEA Wörth am Main
juwi AG

Ort: Wörth am Main

Schalleistungspegel

GE 5.5-158

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. 02 - DE

2020-09-14

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



imagination at work

GE Renewable Energy

Visit us at
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

1 Einführung

1.1 Allgemein

Dieses Dokument beschreibt die Schallleistung 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.

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

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

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

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]
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

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	48.9	51.5	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	53.3	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.9	106.0							

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

4.2 5.x-158 – 105.0 dB Immissionsrelevanter Schallleistungspegel

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]
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

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	48.7	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
	16	47.3	47.4	49.7	52.8	55.2	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9
	20	52.6	52.6	54.9	58.0	60.4	62.1	62.1	62.1	62.1	62.1	62.1	62.1
	25	57.3	57.3	59.6	62.7	65.1	66.8	66.8	66.8	66.8	66.8	66.8	66.8
	32	61.5	61.6	63.9	67.0	69.4	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1
	40	65.4	65.4	67.7	70.9	73.4	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
	50	68.4	68.5	70.8	74.0	76.5	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3
	63	71.2	71.8	73.9	76.9	79.3	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2
	80	73.6	74.7	76.7	79.3	81.6	83.4	83.4	83.4	83.4	83.4	83.4	83.4
	100	75.8	77.4	79.3	81.6	83.6	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2
	125	78.1	80.2	82.2	84.1	85.8	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0
	160	79.8	82.0	84.3	86.0	87.7	88.6	88.6	88.6	88.6	88.6	88.6	88.6
	200	81.1	83.3	85.9	87.9	89.5	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2
	250	82.1	84.0	87.1	89.4	91.1	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
	315	82.7	84.2	87.8	90.5	92.4	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0
	400	82.4	83.3	87.3	90.6	92.7	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4
	500	82.5	83.0	87.0	90.9	93.4	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
	630	82.4	82.6	86.5	90.8	93.7	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7
	800	82.4	82.1	86.1	90.4	93.7	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0
	1000	82.7	82.1	85.7	90.2	93.7	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3
1250	83.3	82.5	85.8	90.4	93.8	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	
1600	82.4	82.0	84.6	88.9	92.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	
2000	81.7	81.8	83.9	87.6	90.9	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	
2500	80.5	81.0	82.9	86.0	88.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	
3150	78.6	79.7	81.5	84.1	86.6	88.3	88.3	88.3	88.3	88.3	88.3	88.3	
4000	75.6	77.0	78.9	81.5	83.5	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	
5000	71.5	73.2	75.3	77.9	79.8	80.8	80.8	80.8	80.8	80.8	80.8	80.8	
6300	64.8	66.8	69.2	71.9	73.9	74.7	74.7	74.7	74.7	74.7	74.7	74.7	
8000	54.2	56.6	59.3	62.2	64.4	65.2	65.2	65.2	65.2	65.2	65.2	65.2	
10000	40.1	42.5	45.7	49.1	51.5	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	
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 6: 5.x-158 – 105.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

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]
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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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 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	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	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.5	104.0							

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

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]
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 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	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	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.0								

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. 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.

4.5 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]
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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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

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	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	102.0								

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

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]
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	

Tabelle 13: 4.x/5.x-158 - 101.0 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	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6
	16	47.3	47.4	49.7	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0
	20	52.6	52.6	54.9	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2
	25	57.3	57.3	59.6	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9
	32	61.5	61.6	63.9	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2
	40	65.4	65.4	67.7	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2
	50	68.4	68.5	70.8	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2
	63	71.2	71.8	73.9	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1
	80	73.6	74.7	76.7	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5
	100	75.8	77.4	79.3	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7
	125	78.1	80.2	82.2	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0
	160	79.8	82.0	84.3	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9
	200	81.1	83.3	85.9	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7
	250	82.1	84.0	87.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1
	315	82.7	84.2	87.8	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2
	400	82.4	83.3	87.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3
	500	82.5	83.0	87.0	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7
	630	82.4	82.6	86.5	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8
	800	82.4	82.1	86.1	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5
	1000	82.7	82.1	85.7	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4
1250	83.3	82.5	85.8	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	
1600	82.4	82.0	84.6	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	
2000	81.7	81.8	83.9	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	
2500	80.5	81.0	82.9	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	
3150	78.6	79.7	81.5	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	
4000	75.6	77.0	78.9	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	
5000	71.5	73.2	75.3	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	
6300	64.8	66.8	69.2	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	
8000	54.2	56.6	59.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	
10000	40.1	42.5	45.7	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	
Gesamtschallleistungspegel [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	

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

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]
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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	100.0									

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

5 Unsicherheitsangaben

Die o. g. immissionsrelevanten Schallleistungspegel 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 σ_P ein Wert von 1,2 dB zu verwenden.

Die Unsicherheiten bei Oktav- und Terz-Schallleistungspegeln liegen in der Regel höher als bei Gesamtschallleistungspegeln. 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 Schallleistungspegel 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.
- σ_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).
- σ_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.
- σ_T ist die Gesamtstandardabweichung und kombiniert sowohl σ_P als auch σ_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 Schallleistungspegel- 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 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

Technische Dokumentation Windenergieanlagen 5.3/5.5-158 - 50 Hz



Schalleistung Schallreduzierter Betrieb gemäß FGW

Inkl. Terz- und Oktavbandspektren

NRO 98 - 99

Rev 03 - DE

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



imagination at work

Besuchen Sie uns unter
www.gerenewableenergy.com

Alle technischen Daten unterliegen der möglichen Änderung durch fortschreitende technische Entwicklung!

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
2	Wind Farm Noise Management (verfügbar als Option)	6
3	Schalleistungspegel	6
4	Schalleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit	7
5	Unsicherheitsangaben	7
6	Tonalität	8
7	Terminologie nach IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14	8
8	Oktav-Spektren und Terz-Spektren	8
9	Referenzdokumente	8
Anhang I – Oktav Spektren		9
Anhang II - Terz-Spektren		11

1 Einführung

Mit Hilfe der Anlagensteuerung kann die Windenergieanlage 5.3/5.5-158 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 durch die 5.3/5.5-158 emittierte Geräusch wird überwiegend durch das aerodynamische Breitbandrauschen der Rotorblätter in direkter Abhängigkeit von der Umfangs- oder Rotorspitzen geschwindigkeit bestimmt.

Der Schalleistungspegel kann durch eine Reduzierung und Begrenzung der Rotordrehzahl, mit der auch eine Abnahme der Blattspitzen geschwindigkeit 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 Schalleistungsvorgaben 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 Schalleistungspegels auswirkt.

Die Parametereinstellungen der Steuerung bestimmen, welche maximale Geräuschemission die Anlage im Betrieb haben darf. Weiter unten finden Sie Sollwerte für verschiedene geräuschreduzierte Betriebsmodi.

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

Diese beiden gespeicherten Parameter liefern somit einen eindeutigen und nachvollziehbaren Beleg für den schallreduzierten Betrieb. Eine rückwirkende Überprüfung des angewandten NRO-Betriebs kann durch die Auswertung aufgezeichneter Daten von bis zu drei Monaten durchgeführt werden.

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

3 Schalleistungspegel

Nachfolgend sind die Mittelwerte für Nennleistung und Rotordrehzahl der 5.3/5.5-158 bei unterschiedlichen Soll-Schalleistungspegeln (LWA) für 10 Minuten aufgeführt.

NRO Bezeichnung	Nennleistung (kW)	Rotordrehzahlsollwert (rpm)	Soll-Schalleistungspegel L _{WA} (dB)
Normalbetrieb	5300/5500	9,70	106,0
NRO99	3517	6,77	99,0
NRO98	3116	6,30	98,0

Tabelle 1: Geräuscharme Betriebsarten

4 Schalleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

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

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe	Normalbetrieb 106 L _{WA} (dB)	NRO 99 L _{WA} (dB)	NRO 98 L _{WA} (dB)
4	93,8	93,8	93,8
5	94,5	94,5	94,5
6	97,6	98,3	98,0
7	101,0	99,0	98,0
8	103,9	99,0	98,0
9	106,0	99,0	98,0
10	106,0	99,0	98,0
11	106,0	99,0	98,0
12	106,0	99,0	98,0
13	106,0	99,0	98,0
14	106,0	99,0	98,0
15	106,0	99,0	98,0

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-Oberflächenrauheit (z_0) ist je nach Geländetyp 0,05 m.

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 σ_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.

* Vereinfacht nach IEC 61400-11

6 Tonalität

Für den Referenzmesspunkt im Abstand r_0 gemäß IEC 61400-11 wird für die 5.3/5.5-158 Windenergieanlagen, ungeachtet der Windgeschwindigkeit, ein Wert für die Tonhaltigkeit im Nahbereich von $\Delta L_a < 2$ dB angegeben, bzw. $KTN \leq 1$ 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.
- σ_P ist die Produktstreuung, d. h. die Produktabweichung von einer 5.3/5.5-158 Einheit zur nächsten, gemäß IEC/TS 61400-14. Dies ist eine Eigenschaft des Produktes und kann daher von GE spezifiziert werden (siehe Kapitel 5).
- σ_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.
- σ_T ist die Gesamtstandardabweichung und kombiniert sowohl σ_P als auch σ_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 Oktav-Spektren und Terz-Spektren

Die Tabelle in Anhang I zeigt Oktav-Werte für verschiedene geräuschreduzierte Betriebsarten.

Die Tabelle in Anhang II zeigt Terz-Werte für verschiedene schallreduzierte Betriebsarten.

9 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 – Oktav Spektren

NRO 99 – A-bewertete Oktav-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe 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 Nabhöhe von 150 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 Nabhöhe von 161 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	
Frequenz [Hz]	16	53,9	54,0	57,2	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1
	32	67,4	67,3	70,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6
	63	76,3	77,1	80,0	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3
	125	83,0	85,0	87,5	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5
	250	86,8	88,7	92,2	92,8	92,8	92,8	92,8	92,8	92,8	92,8	92,8	92,8
	500	87,2	87,7	92,5	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0
	1000	87,6	87,0	91,7	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4
	2000	86,4	86,4	89,7	90,4	90,4	90,4	90,4	90,4	90,4	90,4	90,4	90,4
	4000	80,9	82,2	84,9	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5
8000	65,1	67,2	70,4	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93,8	94,5	98,3	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	

Tabelle 3: NRO 99 Oktavspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

NRO 98 - A-bewertete Oktav-Spektren [dB]												
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 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 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 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
Frequenz [Hz]	16	53,9	54,0	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2
	32	67,4	67,3	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6
	63	76,3	77,1	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
	125	83,0	85,0	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
	250	86,8	88,7	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0
	500	87,2	87,7	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9
	1000	87,6	87,0	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2
	2000	86,4	86,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4
	4000	80,9	82,2	84,9	84,9	84,9	84,9	84,9	84,9	84,9	84,9	84,9
8000	65,1	67,2	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93,8	94,5	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0

Table 4: NRO 98 Oktavspektren-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.

Anhang II - Terz-Spektren

NRO 99 - Terzspektren [dB]													
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 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 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 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	
Frequenz [Hz]	12,5	40,6	40,9	44,2	45,1	45,1	45,1	45,1	45,1	45,1	45,1	45,1	45,1
	16	47,3	47,4	50,7	51,5	51,5	51,5	51,5	51,5	51,5	51,5	51,5	51,5
	20	52,6	52,6	55,9	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7
	25	57,3	57,3	60,6	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4
	32	61,5	61,6	64,8	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7
	40	65,4	65,4	68,7	69,7	69,7	69,7	69,7	69,7	69,7	69,7	69,7	69,7
	50	68,4	68,5	71,8	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0
	63	71,2	71,8	74,8	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1
	80	73,6	74,7	77,4	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8
	100	75,8	77,4	79,9	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2
	125	78,1	80,2	82,5	83,7	83,7	83,7	83,7	83,7	83,7	83,7	83,7	83,7
	160	79,8	82,0	84,5	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4
	200	81,1	83,3	86,2	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0
	250	82,1	84,0	87,5	88,1	88,1	88,1	88,1	88,1	88,1	88,1	88,1	88,1
	315	82,7	84,2	88,3	88,8	88,8	88,8	88,8	88,8	88,8	88,8	88,8	88,8
	400	82,4	83,3	87,9	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4
	500	82,5	83,0	87,8	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3
	630	82,4	82,6	87,4	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9
	800	82,4	82,1	87,0	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7
	1000	82,7	82,1	86,9	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
1250	83,3	82,5	87,0	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	
1600	82,4	82,0	85,8	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	
2000	81,7	81,8	84,9	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	
2500	80,5	81,0	83,8	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	
3150	78,6	79,7	82,3	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	
4000	75,6	77,0	79,8	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	
5000	71,5	73,2	76,1	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	
6300	64,8	66,8	70,0	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	
8000	54,2	56,6	60,0	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	
10000	40,1	42,5	46,4	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93,8	94,5	98,3	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	

Tabelle 5: NRO 99 Terzspektren-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.

NRO 98 - Terzspektren [dB]												
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 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 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 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
Frequenz [Hz]	12,5	40,6	40,9	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2
	16	47,3	47,4	50,6	50,6	50,6	50,6	50,6	50,6	50,6	50,6	50,6
	20	52,6	52,6	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8
	25	57,3	57,3	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5
	32	61,5	61,6	64,7	64,7	64,7	64,7	64,7	64,7	64,7	64,7	64,7
	40	65,4	65,4	68,6	68,6	68,6	68,6	68,6	68,6	68,6	68,6	68,6
	50	68,4	68,5	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7
	63	71,2	71,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8
	80	73,6	74,7	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4
	100	75,8	77,4	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9
	125	78,1	80,2	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6
	160	79,8	82,0	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6
	200	81,1	83,3	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2
	250	82,1	84,0	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3
	315	82,7	84,2	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9
	400	82,4	83,3	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4
	500	82,5	83,0	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2
	630	82,4	82,6	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8
	800	82,4	82,1	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5
	1000	82,7	82,1	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3
1250	83,3	82,5	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	
1600	82,4	82,0	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	
2000	81,7	81,8	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	
2500	80,5	81,0	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	
3150	78,6	79,7	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	
4000	75,6	77,0	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	
5000	71,5	73,2	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	
6300	64,8	66,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	
8000	54,2	56,6	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	
10000	40,1	42,5	46,1	46,1	46,1	46,1	46,1	46,1	46,1	46,1	46,1	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93,8	94,5	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0

Table 6: NRO 98 Terzspektren-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.

Stand: 07.07.2021 ha
 Hersteller: General Electric Company
 Typ: GE 5.x-158

GE 5.x-158

Schalleistungspegel in dB(A)

Schalleistungspegel nach Herstellerunterlagen [dB(A)]	Oktav-Mittenfrequenz in Hz									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
Noise_Emission-NO_NRO_4.x_5.x-158-50Hz_FGW_DE_r02	78,0	87,2	92,6	97,2	99,7	101,3	99,1	91,7	76,0	106,0
Mittelwert nach DIN 45641	78,0	87,2	92,6	97,2	99,7	101,3	99,1	91,7	76,0	106,0
Angesetztes Oktavspektrum normiert auf Garantiewert	78,0	87,2	92,6	97,2	99,7	101,3	99,1	91,7	76,0	106,0

Garantiewert aus Datenblatt: L_{WA} [dB(A)]	
siehe oben	L _{WA} = 106,0

Unsicherheitsbetrachtung	
Serienstreuung / Produktionsstandardabweichung	$\sigma_p = 1,2$
Vergleichsstandardabweichung	$\sigma_R = 0,5$
Prognoseunsicherheit	$\sigma_{Prog} = 1,0$
max. zulässiger Emissionspegel (gem. LAI-Hinweisen)	L _{e, max} = 107,7
Gesamtstandardabweichung	$\sigma_{Ges} = 1,64$
Unsicherheitszuschlag	S _{oben} = 2,1

Schallreduzierter Betrieb	Oktav-Mittenfrequenz in Hz									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
Schalleistungspegel nach Datenblatt [dB(A)]										
Noise_Emission-NO_NRO_4.x_5.x-158-50Hz_FGW_DE_r02	76,9	86,2	91,9	96,6	98,9	100,1	97,7	90,4	75,2	105,0
Noise_Emission-NO_NRO_4.x_5.x-158-50Hz_FGW_DE_r02	75,9	85,3	91,3	96,0	98,2	98,9	96,2	89,3	74,5	104,0
Noise_Emission-NO_NRO_4.x_5.x-158-50Hz_FGW_DE_r02	74,8	84,0	90,2	95,2	97,3	97,8	95,1	88,4	73,8	103,0
Noise_Emission-NO_NRO_4.x_5.x-158-50Hz_FGW_DE_r02	74,0	83,2	89,6	94,5	96,3	96,6	94,0	87,6	73,1	102,0
Noise_Emission-NO_NRO_4.x_5.x-158-50Hz_FGW_DE_r02	73,1	82,2	89,0	93,9	95,4	95,2	92,7	86,9	72,5	101,0
Noise_Emission-NO_NRO_4.x_5.x-158-50Hz_FGW_DE_r02	72,3	81,6	88,4	93,1	94,3	94,0	91,7	86,2	71,8	100,0
Noise_Emission-NRO_5.3_5.5-158-50Hz_FGW_NRO98-99_DE_r03	71,6	81,3	88,5	92,8	93,0	92,4	90,4	85,5	71,1	99,0
Noise_Emission-NRO_5.3_5.5-158-50Hz_FGW_NRO98-99_DE_r03	70,6	80,0	87,5	92,0	91,9	91,2	89,4	84,9	70,3	98,0