

## Schalltechnisches Gutachten

**Objekt:** **Geplante Windenergieanlagen  
in der Gemeinde Altenmedingen**

**Erstellt für:** **Bürgerwindpark Altenmedingen  
Betreibergesellschaft mbH & Co. KG  
Bostelwiebeck 17  
29575 Altenmedingen**

Kronshagen, 15.11.2019

Bearbeiter: F. Kücke

Bericht-Nr.: 451518gfk14

Dieses schalltechnische Gutachten umfasst 19 Seiten und 7 Anlagen

## Gliederung

1)	Zusammenfassung.....	3
2)	Ausgangslage .....	3
3)	Zielsetzung.....	4
4)	Örtliche Gegebenheiten .....	6
5)	Angewandte Vorschriften, Normen, Richtlinien.....	6
6)	Immissionsorte, Zuordnung nach der Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit.....	8
7)	Schallquellen.....	9
	7.1) Schalleistungspegel .....	9
	7.2) Fremdgeräusche .....	13
8)	Geräuschbeurteilung, Beurteilungspegel.....	14
	8.1) Grundlagen .....	14
	8.2) Beurteilungspegel an den Immissionsorten.....	16
	8.3) Isophonen im Untersuchungsgebiet .....	17
	8.4) Qualität der Ergebnisse.....	18
	8.5) Tieffrequente Geräusche.....	18
9)	Vergleich von Beurteilungspegeln und Immissionsrichtwerten .....	19

## Anlagen

- 1 Übersichtskarte
- 2 Lageplan mit Immissionsorten, den schalltechnisch relevanten vorhandenen Betrieben und Anlagen sowie den geplanten Windenergieanlagen im Maßstab 1 : 15.000
- 3 Eingabedaten
- 4 Herstellerangaben
- 5 Schallpegelberechnungen für den Immissionsort IO 2
- 6 Immissionsanteile und Beurteilungspegel für die Immissionsorte IO 1 bis IO 8
- 7 Isophonenkarte für die obere Vertrauensbereichsgrenze des Beurteilungspegels durch die Gesamtbelastung nachts, Aufpunkthöhe 5 m im Maßstab 1 : 15.000

## 1) Zusammenfassung

Die Bürgerwindpark Altenmedingen Betreibergesellschaft mbH & Co. KG plant in der Gemeinde Altenmedingen im Landkreis Uelzen in Niedersachsen die Errichtung von vier Windenergieanlagen (WEA) des Typs GE 3.6-137 mit einer Nabenhöhe von jeweils 164,5 m. Für die Genehmigungen durch den zuständigen Landkreis Uelzen soll der Nachweis geführt werden, dass durch den Betrieb der geplanten WEA die Anforderungen der TA Lärm /1/ unter Berücksichtigung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen /8/ eingehalten werden.

Die Berechnungen zeigen, dass bei nächtlichem – gegebenenfalls schallreduzierten Betrieb der geplanten WEA mit folgenden maximal zulässigen Emissionspegeln  $L_{e,max}$  die Immissionsrichtwerte der TA Lärm /1/ durch die Gesamtbelastung an allen maßgeblichen Immissionsorten eingehalten oder unterschritten werden:

- WEA 2 GE 3.6-137 geplant 104,2 dB(A)<sup>1</sup>,
- WEA 3 GE 3.6-137 geplant 107,2 dB(A)<sup>2</sup>,
- WEA 4 GE 3.6-137 geplant 104,2 dB(A)<sup>1</sup>,
- WEA 5 GE 3.6-137 geplant 107,2 dB(A)<sup>2</sup>.

Damit sind die geplanten GE 3.6-137 aus sachverständiger Sicht mit den oben genannten maximal zulässigen Emissionspegeln im Sinne der TA Lärm /1/ unter Berücksichtigung der LAI-Hinweise /8/ genehmigungsfähig.

Tagsüber befinden sich bei Betrieb der geplanten GE 3.6-137 mit dem von der General Electric Company für den Normalbetrieb mit Nennleistung von 3.600 kW angegebenen Schalleistungspegel von 107,2 dB(A) inklusive einer Emissionsunsicherheit von 1,2 dB keine Immissionsorte im Einwirkungsbereich der Anlagen.

## 2) Ausgangslage

In der Gemeinde Altenmedingen sind als schalltechnisch relevante Vorbelastung zurzeit vier WEA des Typs Enercon E-70 E4 2,3 MW sowie eine Biogasanlage mit benachbarten Schweineställen in Betrieb.

<sup>1</sup> Der Schalleistungspegel entspricht dem von der General Electric Company angegebenen Schalleistungspegel für Betriebsmodus NRO 103 mit reduzierter Nennleistung von 3.130 kW **einschließlich** einer Emissionsunsicherheit von 1,2 dB.

<sup>2</sup> Der Schalleistungspegel entspricht dem von der General Electric Company angegebenen Schalleistungspegel für Normalbetrieb mit Nennleistung von 3.600 kW **einschließlich** einer Emissionsunsicherheit von 1,2 dB.

Die Bürgerwindpark Altenmedingen Betreibergesellschaft mbH & Co. KG plant in der Gemeinde Altenmedingen die Errichtung von vier WEA des Typs GE 3.6-137 mit einer Nabenhöhe von jeweils 164,5 m.

Für die Genehmigungen durch den zuständigen Landkreis Uelzen soll der Nachweis geführt werden, dass durch den Betrieb der geplanten WEA die Anforderungen der TA Lärm /1/ unter Berücksichtigung der LAI-Hinweise /8/ eingehalten werden.

Die Planung erfolgt durch die ee-Nord GmbH & Co. KG im Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog. Den Auftrag zum Gutachten erteilte die Bürgerwindpark Altenmedingen Betreibergesellschaft mbH & Co. KG.

### 3) Zielsetzung

Die Schallimmissionen durch die geplanten WEA vor den nächstgelegenen Fenstern schutzbedürftiger Räume sollen unter Berücksichtigung der Vorbelastung durch vorhandene Betriebe und Anlagen mit Hilfe eines Prognoseverfahrens gemäß TA Lärm /1/ und den LAI-Hinweisen /8/ untersucht werden. Die unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Emissionsdaten und der Unsicherheit des Prognosemodells ermittelten oberen Vertrauensbereichsgrenzen der Beurteilungspegel sollen mit den Immissionsrichtwerten der TA Lärm /1/ verglichen werden. Darüber hinaus sollen die nachts maximal zulässigen Emissionspegel  $L_{e,max}$  ermittelt werden, mit denen die Anforderungen der TA Lärm /1/ unter Berücksichtigung der LAI-Hinweise /8/ eingehalten werden.

Mit Einführung der LAI-Hinweise /8/ wurde in Niedersachsen kein Irrelevanzkriterium bzw. kein erweiterter Einwirkungsbereich für WEA festgelegt. Gemäß dem Windenergiehandbuch /10/ wurde das Irrelevanzkriterium bei WEA in der Regel bei etwa 15 dB unter dem Immissionsrichtwert angesetzt. Da sich durch die Einführung der LAI-Hinweise /8/ und den damit einhergehenden rechnerisch höheren Schallpegeln der Einwirkungsbereich teils deutlich vergrößert, wurden zu diesem Thema Untersuchungen in Schleswig-Holstein durchgeführt. Diese zeigten, dass zwischen den Berechnungsergebnissen nach dem alternativen Verfahren sowie den aktuellen LAI-Hinweisen /8/ eine Differenz von etwa 3 dB liegt. Daher wurde im Einführungserlass des Landes Schleswig-Holstein /7/ zu den LAI-Hinweisen /8/ festgelegt, dass der Betrieb einer geplanten WEA auch bei der Überschreitung der Immissionsrichtwerte aufgrund der Vorbelastung nicht versagt werden soll, wenn die Zusatzbelastung den Immissionsrichtwert um mindestens 12 dB unterschreitet. Dieses Irrelevanzkriterium kann gemäß dem Erlass /7/ in der Regel auch bei der Vorbelastung angewandt werden (erweiterter Einwirkungsbereich). Dieser Einschätzung haben sich bereits weitere Bundesländer angeschlossen. Daher werden auch im vorliegenden Gutachten bei der Ermittlung der Beurteilungspegel nur die Betriebe und Anlagen berücksichtigt, deren Immissionsbeiträge am betrachteten Immissionsort weniger als 12 dB unter dem Immissionsrichtwert liegen. Damit

werden die an den Immissionsorten relevanten, d. h. pegelbestimmenden, Betriebe und Anlagen berücksichtigt und weiter entfernt liegende, d. h. nicht mehr zum Beurteilungspegel relevant beitragende, Betriebe und Anlagen vernachlässigt. Gemäß Punkt 2.3 der TA Lärm /1/ ist der Einwirkungsbereich einer Anlage die Fläche, in der die von der Anlage ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB unter dem Immissionsrichtwert liegt. Damit überschreitet die in diesem Gutachten gewählte Irrelevanz bzw. der Einwirkungsbereich den in der TA Lärm /1/ festgesetzten.

Schallimmissionsprognosen für WEA sind gemäß den LAI-Hinweisen /8/ mit Unsicherheiten der Emissionsdaten und des Prognosemodells behaftet:

- Unsicherheit der Herstellerangabe:  
Wird die Herstellerangabe für die Schallimmissionsprognose verwendet, sind keine Unsicherheiten für Typvermessung und Serienstreuung zu verwenden, da eine Abnahmemessung der WEA erfolgen muss.
- Unsicherheit der Typvermessung ( $\sigma_R$ ):  
Der Standardwert beträgt  $\sigma_R = 0,5$  dB, wenn die WEA normkonform gemäß FGW-Richtlinie /6/ vermessen wurde.
- Ungenauigkeit bedingt durch die Serienstreuung der WEA ( $\sigma_P$ ):  
Der Standardwert beträgt  $\sigma_P = 1,2$  dB, wenn keine Mehrfachvermessung des Anlagentyps vorliegt. Bei einer Mehrfachvermessung aus mindestens drei Messungen kann für  $\sigma_P$  die im zusammenfassenden Bericht ausgewiesene Standardabweichung  $s$  der Messwerte angesetzt werden.
- Unsicherheit des Prognosemodells ( $\sigma_{Prog}$ ),  
Der Standardwert beträgt  $\sigma_{Prog} = 1$  dB.
- Gesamtunsicherheit und obere Vertrauensbereichsgrenze,  
Die Gesamtunsicherheit  $\sigma_{ges}$  der Schallimmissionsprognose berechnet sich nach folgender Gleichung:

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

In einer statistischen Betrachtung für ein Vertrauensniveau von 90 % ergibt sich die obere Vertrauensbereichsgrenze:

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

Gemäß der „Auslegung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“ vom 27.03.2018 /9/ soll bei Verwendung der Herstellerangaben neben der Unsicherheit des Prognosemodells auch die Unsicherheit der Typvermessung berücksichtigt werden. Die Gesamtunsicherheit beträgt damit 1,43 dB. Die Nicht-Überschreitung der Immissionsrichtwerte der TA Lärm /1/ ist sichergestellt, sofern die aus den Unsicherheiten ermittelte obere

Vertrauensbereichsgrenze des prognostizierten Beurteilungspegels den betreffenden Immissionsrichtwert unterschreitet.

Mit Einführung der LAI-Hinweise /8/ wird zudem auf den bis dahin notwendigen Sicherheitszuschlag von 2 dB bei der Planung von WEA verzichtet, für die zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung keine Messberichte vorliegen.

#### **4) Örtliche Gegebenheiten**

Die örtlichen Gegebenheiten sind aus der Übersichtskarte und den Lageplänen ersichtlich.

In der als Anlage 1 beigefügten Übersichtskarte ist die Lage des Untersuchungsgebietes südöstlich von Lüneburg und nördlich von Uelzen dargestellt. Im als Anlage 2 beigefügten Lageplan sind die maßgeblichen Immissionsorte (IO), die Standorte der schalltechnisch relevanten vorhandenen Betriebe und Anlagen sowie die Standorte der geplanten WEA eingetragen. Die geplanten GE 3.6-137 sind mit roter Beschriftung hervorgehoben.

Die Standortkoordinaten und Nabenhöhen der geplanten und der vorhandenen WEA wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Die Standortkoordinaten der vorhandenen WEA wurden anhand digitaler Orthophotos des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie ([www.gdz-dop.bkg.bund.de](http://www.gdz-dop.bkg.bund.de)) sowie anlässlich der Ortsbesichtigung durch eigene Messungen mittels GPS-Empfänger stichprobenartig überprüft. Die Koordinaten der Immissionsorte und der Schallquellen sind in den als Anlage 3 beigefügten Eingabedaten aufgelistet.

Von den WEA besteht freie Schallausbreitung in Richtung der umliegenden Wohnhäuser. Sofern die reflektierende Wirkung von Wirtschafts- und anderen Nebengebäuden bei den Berechnungen schalltechnisch relevant ist, wurde diese berücksichtigt (siehe auch Abschnitt 6). Das Gelände ist im Wesentlichen eben. Der Boden im Untersuchungsgebiet wird größtenteils landwirtschaftlich genutzt.

#### **5) Angewandte Vorschriften, Normen, Richtlinien**

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

- /1/ Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm -, 8/98, veröffentlicht im Gemeinsamen Ministerialblatt Nr. 26 vom 28.8.98, Seite 503 ff, die durch die Bekanntmachung vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5) und Schreiben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit vom 07.07.2017 geändert worden ist,
- /2/ DIN ISO 9613-2: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, 10/99,

- /3/ Dokumentation zur Schallausbreitung - Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1,
- /4/ DIN 4109 Schallschutz im Hochbau – 01/2018,
- /5/ DIN EN 61400-11: Windenergieanlagen – Teil 11: Schallmessverfahren, 09/2013,
- /6/ Fördergesellschaft Windenergie e.V.: Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 0: Allgemeine Anforderungen, Stand 01.12.2001, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18, Stand 01.02.2008,
- /7/ Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND): Einführung der aktuellen LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein vom 31.01.2018.

Weitere verwendete Unterlagen:

- /8/ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz: Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen, überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Stand 30.06.2016,
- /9/ LAI-Arbeitskreis: Auslegung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen, Stand 27.03.2018,
- /10/ Monika Agatz: Windenergie-Handbuch, 15. Ausgabe, Stand Dezember 2018,
- /11/ LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen, Bericht über Ergebnisse des Messprojektes 2013-2015, Stand Februar 2016,
- /12/ Ingenieurbüro für Akustik Busch GmbH: Infraschall und tieffrequente Geräusche an Windenergieanlagen, Zusammenfassung des Vortrages, DAGA 2015 Nürnberg.

Verwendete Messberichte und Herstellerangaben:

*Enercon E-70 E4*

- /13/ Wind-Consult GmbH: Bestimmung der Schallemissions-Parameter aus mehreren Einzelmessungen, Anlagenbezeichnung: Enercon E-70 E4 2,3 MW (Betrieb II), Datenblatt aus dem Prüfbericht WICO 087SE510/02 vom 02.07.2010.

*GE 3.6-137*

- /14/ General Electric Company: Technische Dokumentation Windenergieanlagen 3.6-137-50 Hz Schalleistung Normalbetrieb gemäß FGW inkl. Terz- und Oktavband-Spektren, Dokument: Noise\_Emissions-NO\_3.6-DFIG-137-50Hz\_3MW\_FGW\_Eng-a1\_GE\_r02.docx,
- /15/ General Electric Company: Technische Dokumentation Windenergieanlagen 3.6-137-50 Hz Schalleistung Schallreduzierter Betrieb gemäß FGW inkl. Terz- und Oktavband-Spektren, Dokument: Noise\_Emissions-NRO\_3.6-DFIG-137-50Hz\_3MW\_FGW\_Eng-a1\_GE\_r02.docx.

## 6) Immissionsorte, Zuordnung nach der Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit

Im Flächennutzungsplan der Ortschaft Bostelwiebeck ist neben dörflichen Bauflächen (MD) eine Wohnbaufläche (W) im Nordwesten der Ortslage dargestellt. Auf der Wohnbaufläche sind zurzeit eine Hofstelle und ein Wohnhaus vorhanden. Unmittelbar angrenzend befinden sich weitere Hofstellen. Die Schutzbedürftigkeit des Wohnhauses auf der im Flächennutzungsplan dargestellten Wohnbaufläche wird durch die zuständige Gemeindeverwaltung sowie durch den Landkreis Uelzen der tatsächlichen Nutzung entsprechend wie Dorfgebiet (MD) eingestuft.

Im Flächennutzungsplan der Ortschaft Eddelstorf sind neben dörflichen Bauflächen (MD) Wohnbauflächen (W) im Norden der Ortslage dargestellt. Darüber hinaus wurden die Wohnhäuser an den Straßen „Boomstück“ und „Am Berge“ im Rahmen rechtsgültiger Bebauungspläne als Allgemeine Wohngebiete (WA) festgesetzt.

Die anderen umliegenden Wohnhäuser und Gehöfte befinden sich im nicht überplanten Außenbereich.

Die Schutzbedürftigkeit der Wohnhäuser auf den gemischten und dörflichen Bauflächen sowie die der Wohnhäuser und Gehöfte im nicht überplanten Außenbereich wird durch die zuständige Gemeindeverwaltung und den Landkreis Uelzen wie Dorfgebiet (MD) eingestuft.

Im Rahmen der Ortsbesichtigung wurden die oben dargestellten Sachverhalte überprüft und aus sachverständiger Sicht keine abweichenden Gegebenheiten festgestellt.

Gemäß TA Lärm /1/ befinden sich die maßgeblichen Immissionsorte

- bei bebauten Flächen in 0,5 m Abstand vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes.
- bei unbebauten Flächen an dem am stärksten betroffenen Rand der Fläche, wo nach dem Bau- und Planungsrecht Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen erstellt werden dürfen.

Für die Berechnung von Beurteilungspegeln bei den Wohnhäusern in der Nähe von Windenergieanlagen werden die maßgeblichen Immissionsorte i. d. R. auf den Grundflächen der Wohnhäuser mit einer Höhe von 5 m für Fenster im ausgebauten Dachgeschoss angeordnet.

Anlässlich der Ortsbesichtigung wurden insgesamt acht maßgebliche Immissionsorte festgelegt. Die Immissionsorte sind mit der Einstufung ihrer Schutzbedürftigkeit in der folgenden Tabelle 1 dargestellt. Schutzbedürftig sind gemäß DIN 4109 /4/ generell die folgenden Raumtypen:

- Wohnräume einschließlich Wohndielen und Wohnküchen,
- Schlafräume einschließlich Übernachtungsräumen in Beherbergungsstätten,
- Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien,
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen,
- Büroräume,
- Praxisräume, Sitzungsräume und ähnliche Arbeitsräume.

**Tabelle 1: Einstufung der maßgeblichen Immissionsorte nach Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit**

Immissionsort entspr. Lageplan (Anlage 2)	Lage / Adresse	Einstufung der Schutz- bedürftigkeit	Immissionsrichtwerte in dB(A)	
			für den Tag	für die Nacht
Imm.-Ort Nr. 1	Altenmedingen, zum Uhlenbusch 2	MD	60	45
Imm.-Ort Nr. 2	Dahlenburg, Becklingen 1B	MD	60	45
Imm.-Ort Nr. 3	Dahlenburg, Katenweg 8	MD	60	45
Imm.-Ort Nr. 4	Altenmedingen, Bostelwiebeck 23	MD	60	45
Imm.-Ort Nr. 5	Altenmedingen, zur Mühle 1	MD	60	45
Imm.-Ort Nr. 6	Altenmedingen, Boomstück 2	WA	55	40
Imm.-Ort Nr. 7	Altenmedingen, Am Berge 6	WA	55	40
Imm.-Ort Nr. 8	Altenmedingen, Alte Dorfstraße 24	MD	60	45

Bei der Ortsbesichtigung und anhand erster Berechnungen wurde festgestellt, dass aufgrund der baulichen Gegebenheiten an den Immissionsorten in der Regel keine relevanten Pegelerhöhungen durch Reflexionen an den Wohn- und Nebengebäuden möglich sind.

## 7) Schallquellen

### 7.1) Schalleistungspegel

Der Betriebszustand einer WEA und damit auch die Geräuschemission werden wesentlich durch die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe bestimmt. Zur Vermeidung einer Überlastung der WEA wird die elektrische Leistung regelungstechnisch so begrenzt, dass die Anlage keine höhere Leistung als ihre Nennleistung erzeugen kann.

Es werden die folgenden Regelungsmechanismen unterschieden:

- „pitch“-Regelung  
„pitch“-geregelter Anlagen arbeiten mit einer dynamischen Verstellung des Blattstellwinkels. Nach Erreichen der Nennleistung werden die Rotorblätter so verdreht, dass sie dem Wind eine geringere Angriffsfläche bieten. Hierdurch wird die dem Wind entnommene Leistung begrenzt. Der Schallleistungspegel dieser Anlagen nimmt i. d. R. nach Erreichen der Nennleistung nicht mehr zu.
- „stall“-Regelung  
Bei „stall“-geregelter Anlagen ist das Rotorblattprofil so ausgelegt, dass die aerodynamische Strömung am Rotorblatt nach Erreichen der Nennleistung mit zunehmender Windgeschwindigkeit abreißt. Der Strömungsabriss ist in Form eines Brausens („stall-Effekt“) hörbar. Der Schallleistungspegel dieser Anlagen nimmt i. d. R. nach Erreichen der Nennleistung weiter zu.
- Aktive „stall“-Regelung  
Bei größeren „stall“-geregelter WEA mit Leistungen über 1 MW wird häufig eine aktive „stall“-Regelung eingebaut. Um bei geringeren Windgeschwindigkeiten ein höheres Drehmoment zu erhalten, werden die Rotorblätter wie bei einer „pitch“-geregelter Anlage in jedoch nur wenige fixe Stellungen verdreht. Bei Erreichen der Nennleistung werden die Blätter anders als bei der „pitch“-Regelung so verdreht, dass der Anstellwinkel zunimmt und ein stärkerer Strömungsabriss eintritt. Der regelungstechnisch erzwungene Strömungsabriss bei Erreichen der Nennleistung verändert die Geräuschcharakteristik der Anlagen wegen des plötzlich auftretenden „stall-Effektes“ deutlich. Der Schallleistungspegel dieser Anlagen nimmt nach Erreichen der Nennleistung weiter zu.

Bei den vorhandenen und geplanten WEA handelt es sich um „pitch“-geregelter Anlagen.

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

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die durch die Drehbewegung der Rotorblätter erzeugte windenergieanlagentypische Geräuschcharakteristik weder ton- noch impulshaltig ist. Die Infraschallerzeugung liegt auch im Nahbereich bei Abständen zwischen 150 m und 300 m deutlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen. Damit sind gemäß den LAI-Hinweisen /8/ Gesundheitsschäden und erhebliche Belästigungen nach derzeitigem Erkenntnisstand nicht zu erwarten.

### Vorbelastung

Die bereits vorhandenen WEA sind im Rahmen der Vorbelastung mit dem in der Genehmigung festgesetzten, zulässigen Schallleistungspegel zu berücksichtigen. Sofern die Genehmigungen keine entsprechenden Festsetzungen enthalten, kann der Schallleistungspegel auch sachlich begründet abgeschätzt werden. Liegt zum Anlagentyp in der genehmigten Betriebsweise ein Messbericht vor, kann der anzusetzende Schallleistungspegel anhand dessen abgeschätzt werden. Grundsätzlich ist das in den LAI-Hinweisen /8/ angegebene Referenzspektrum oder das mittlere Oktavspektrum des Anlagentyps zu verwenden. Sofern detaillierte anlagenbezogene Oktavspektren aus Einfach- und Mehrfachvermessungen vorliegen, können diese verwendet werden.

Anlässlich der Ortsbesichtigung sowie nach Auskunft des zuständigen Landkreises Uelzen wurden als nachts schalltechnisch relevante und nach TA Lärm /1/ zu beurteilende Vorbelastung folgende Betriebe und Anlagen festgestellt:

#### *Windpark Haaßel:*

- 4 WEA des Typs Enercon E-70 E4 2,3 MW (Nabenhöhe jeweils 64 m).

#### *Sonstige Betriebe und Anlagen:*

- BHKW der Biogasanlage Gerhard Hyfing & Christine Hyfing GbR,
- Schweineställe mit 6 bzw. 16 Abluftkaminen.

Neben den oben genannten befinden sich weitere Betriebe und Anlagen in Sichtweite. Deren Schallimmissionen sind jedoch im Einwirkungsbereich der geplanten WEA nicht relevant. Sie werden daher bei den Berechnungen nicht berücksichtigt. Weitere bestehende, geplante und/oder genehmigte WEA sowie sonstige, nach der TA Lärm /1/ zu beurteilende Anlagen mit Nachtbetrieb in immissionsrelevanter Entfernung sind dem Gutachter nicht bekannt.

In den Genehmigungen der vorhandenen WEA des Typs Enercon E-70 E4 2,3 MW sind nach Auskunft des zuständigen Landkreises Uelzen keine nachts zulässigen Schallleistungspegel festgesetzt. Gemäß den LAI-Hinweisen /8/ werden die nachts maximal zulässigen immissionsrelevanten Schallleistungspegel der vorhandenen WEA sowie die Unsicherheiten anhand einer Bestimmung der Schallleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen /13/ für diesen Anlagentyp abgeschätzt. In dem Mehrfachmessbericht /13/ wurde ein mittlerer Schallleistungspegel von 104,2 dB(A) ermittelt. Die Standardabweichung der Messung beträgt in diesem Bereich 0,2 dB. Unter zusätzlicher Berücksichtigung einer Messunsicherheit  $\sigma_R$  von 0,5 dB sowie einer Prognoseunsicherheit  $\sigma_{\text{Prog}}$  von 1,0 dB ergibt sich für diesen Anlagentypen ein oberer Vertrauensbereich der Gesamtunsicherheit von 1,5 dB.

Für die übrigen Betriebe und Anlagen wurden eigene Messergebnisse von vergleichbaren Anlagen herangezogen. Die Werte sind in der folgenden Tabelle 2 dargestellt.

**Tabelle 2: Immissionsrelevante Schallleistungspegel bzw. Emissionspegel der vorhandenen Betriebe und Anlagen nachts (Vorbelastung)**

Betrieb bzw. Anlage (siehe Lageplan, Anlage 2)	Naben- / Quellen- höhe	Schallleistungspegel bzw. Emissionspegel in dB(A)	Quelle
<i>Windpark Haaßel:</i>			
• Enercon E-70/E4 2,3 MW	64 m	105,7 <sup>1)</sup>	/13/
<i>Sonstige Betriebe und Anlagen:</i>			
• BHKW der Biogasanlage Gerhard Hyfing & Christine Hyfing GbR	6 m	95,0	*
• Schweinestall mit 16 Abluftkaminen	6 m	92,0	*
• Schweinestall mit 6 Abluftkaminen	6 m	87,8	*

\* eigene Messungen an vergleichbaren Anlagen

<sup>1)</sup> Im angegebenen Pegel ist die Prognoseunsicherheit bereits enthalten

### Zusatzbelastung

Für die weitergehende Ermittlung der maximal zulässigen Emissionspegel können gemäß den LAI-Hinweisen /8/ die Geräusche der Zusatzbelastung wie folgt ermittelt werden:

- **Angabe des Herstellers**  
Sofern bei ersten Anlagen eines neuen Anlagentyps noch keine Messberichte vorliegen, können die vom Hersteller angegebenen Schallleistungspegel und Oktavspektren für den bestimmungsgemäßen Betrieb herangezogen werden. Wird die Herstellerangabe verwendet, werden gemäß Punkt 3a) der LAI-Hinweise /8/ keine Unsicherheiten für Typvermessung und Serienstreuung ausgewiesen, da eine Abnahmemessung der WEA erfolgen muss.
- **Einfachvermessung**  
Sofern der Schallleistungspegel und das zugehörige Oktavspektrum eines WEA-Typs in einem definierten Betriebsmodus durch eine normenkonforme Typvermessung ermittelt wurde, können diese Ergebnisse verwendet werden. Dabei sind Unsicherheiten der Serienstreuung und der Typenvermessung zu berücksichtigen.

○ **Mehrfachvermessung**

Sofern der Schallleistungspegel und das zugehörige Oktavspektrum eines WEA-Typs in einem definierten Betriebsmodus durch mindestens drei normenkonforme Typvermessungen ermittelt wurde und ein entsprechender Bericht gemäß Technischer Richtlinie /6/ vorliegt, können diese Ergebnisse verwendet werden. Neben dem Schallleistungspegel sind der Wert für die Unsicherheit der Serienstreuung und der Typenmessung zu verwenden.

Nach Auskunft der General Electric Company liegen für die GE 3.6-137 noch keine schalltechnischen Einzelmessungen vor. Vom Hersteller werden gemäß /14/ und /15/ aktuell für die GE 3.6-137 je nach Betriebsweise folgende Schallleistungspegel angegeben:

- |   |              |
|---|--------------|
| ○ Normalbetrieb mit Nennleistung von 3.600 kW       | 106,0 dB(A), |
| ○ NRO 105 mit reduzierter Nennleistung von 3.420 kW | 105,0 dB(A), |
| ○ NRO 104 mit reduzierter Nennleistung von 3.290 kW | 104,0 dB(A), |
| ○ NRO 103 mit reduzierter Nennleistung von 3.130 kW | 103,0 dB(A), |
| ○ NRO 102 mit reduzierter Nennleistung von 3.005 kW | 102,0 dB(A), |
| ○ NRO 101 mit reduzierter Nennleistung von 2.870 kW | 101,0 dB(A)  |
| ○ NRO 100 mit reduzierter Nennleistung von 2.720 kW | 100,0 dB(A)  |

*Hinweise*

Die von der General Electric Company für diese WEA angegebenen Schallleistungspegel sind Mittelwerte der zu untersuchenden Anlage. Zur Berücksichtigung der Standardabweichungen können für die Produktserienstreuung  $\sigma_P$  ein Wert von 0,8 dB und für die Messunsicherheit  $\sigma_R$  ein Wert von 0,5 dB angenommen werden. Ungeachtet der Windgeschwindigkeit am Referenzmesspunkt gemäß DIN EN 61400-11 /5/ keine tonale Wahrnehmbarkeit  $\Delta L_{a,k} > 2$  dB auf. Dies entspricht einem Tonzuschlag im Nahbereich  $K_{TN}$  von maximal 1 dB.

**7.2) Fremdgeräusche**

Fremdgeräusche entstehen durch Windgeräusche an den in Nähe der Wohnhäuser stehenden Bäumen und Sträuchern sowie in geringem Umfang durch den Straßenverkehr.

Je nach Vegetation am Immissionsort, Bauweise der Wohnhäuser und Windrichtung können die Geräusche der WEA bei höheren Windgeschwindigkeiten durch windinduzierte Fremdgeräusche verdeckt werden. In der Regel tritt diese Verdeckung jedoch erst bei Windgeschwindigkeiten oberhalb von 10 m/s auf. Da die meisten der o. g. WEA ihre Nennleistung bereits unterhalb von 10 m/s erreichen, kann für das Genehmigungsverfahren nicht von einer Verdeckung der Anlagengeräusche durch windinduzierte Fremdgeräusche ausgegangen werden.

## 8) Geräuschbeurteilung, Beurteilungspegel

### 8.1) Grundlagen

Die Anforderungen an Emissionsmessungen von Windenergieanlagen werden in den FGW-Richtlinien /6/ definiert, während Schallimmissionsprognosen nach der TA Lärm /1/ durchzuführen sind. Die Einwirkung des zu beurteilenden Geräusches wird entsprechend der TA Lärm /1/ anhand eines Beurteilungspegels bewertet, der aus den A-bewerteten Schallpegeln unter Berücksichtigung der Einwirkdauer, der Tageszeit des Auftretens und besonderen Geräuschmerkmalen, z. B. Tönen, Impulsen, Informationsgehalt gebildet wird.

Das Einwirken des vorhandenen Geräusches auf den Menschen wird dabei einem konstanten Geräusch dieses Beurteilungspegels während des gesamten Bezugszeitraumes gleichgesetzt. In die Ermittlung des Beurteilungspegels gehen zusätzlich Zuschläge für Ton- und Informationshaltigkeit, Impulshaltigkeit und Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit ein:

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

Für die Teilzeiten, während der in den zu beurteilenden Geräuschimmissionen ein oder mehrere Töne hervortreten oder in denen das Geräusch informationshaltig ist, ist für den Zuschlag  $K_T$  je nach Auffälligkeit der Wert 3 oder 6 dB anzusetzen. Bei Anlagen, deren Geräusche nicht ton- oder informationshaltig sind, ist  $K_T = 0$  dB. Falls Erfahrungswerte von vergleichbaren Anlagen und Anlagenteilen vorliegen, ist von diesen auszugehen.

#### **Zuschlag für Impulshaltigkeit $K_I$ :**

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

#### **Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit:**

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

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

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

**Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden:**

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

a) in Industriegebieten		70 dB(A)
b) in Gewerbegebieten	tags	65 dB(A)
	nachts	50 dB(A)
c) in Urbanen Gebieten	tags	63 dB(A)
	nachts	45 dB(A)
d) in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	tags	60 dB(A)
	nachts	45 dB(A)
e) in Allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	tags	55 dB(A)
	nachts	40 dB(A)
f) in Reinen Wohngebieten	tags	50 dB(A)
	nachts	35 dB(A)
g) in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tags	45 dB(A)
	nachts	35 dB(A).

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

Die Immissionsrichtwerte gelten während des Tages für eine Beurteilungszeit von 16 Stunden. Maßgebend für die Beurteilung der Nacht ist die volle Nachtstunde (z. B. 1.00 bis 2.00 Uhr) mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt. Die Nachtzeit beträgt acht Stunden, sie beginnt im Allgemeinen um 22.00 Uhr und endet um 06.00 Uhr. Im Fall abweichender örtlicher Regelungen sind diese zu Grunde zulegen.

Zur Zuordnung der Einwirkungsorte zu den unter a) bis g) bezeichneten Gebieten und Einrichtungen ist in der TA Lärm /1/ Folgendes festgelegt: Die Art der mit a) bis g) bezeichneten Gebiete und Einrichtungen ergibt sich aus den Festlegungen in den Bebauungsplänen. Sonstige in Bebauungsplänen festgesetzte Flächen für Gebiete und Einrichtungen sowie Gebiete und Einrichtungen, für die keine Festsetzungen bestehen, sind entsprechend der Schutzbedürftigkeit zu beurteilen.

Für den Nachtbetrieb wird eine um 15 dB kritischere Beurteilung als für den Betrieb am Tage durchgeführt. Wenn der Beurteilungspegel in der Nacht eingehalten wird, ist damit am Tage in der Regel eine sichere Einhaltung gewährleistet. Die nachfolgende Betrachtung bleibt daher auf den Nachtbetrieb beschränkt.

## 8.2) Beurteilungspegel an den Immissionsorten

Die Beurteilungspegel werden aus den Schalleistungspegeln, ihren Einwirkzeiten und den gegebenenfalls erforderlichen Zuschlägen ermittelt. Die in Tabelle 2 aufgelisteten maximal zulässigen (immissionsrelevanten) Schalleistungspegel der WEA enthalten bereits die erforderlichen Zuschläge. Die Berechnung erfolgt mit dem Rechenprogramm Cadna A, Version 2017 MR 1 der Datakustik GmbH.

Als Anlage 3 sind die Eingabedaten für die Berechnung, insbesondere die den Berechnungen zu Grunde gelegten relativen Oktavspektren, beigefügt. Anlage 4 enthält die Datenblätter der General Electric Company für die geplante GE 3.6-137. Ein Auszug aus den Berechnungen der Schallpegel für den von den geplanten WEA meistbetroffenen Immissionsort IO 2 zur exemplarischen Darstellung der Berechnungsgänge liegt als Anlage 5 bei. Die unter Berücksichtigung der Gesamtunsicherheit berechneten oberen Vertrauensbereichsgrenzen der Immissionsanteile der schalltechnisch relevanten WEA sowie die ungerundeten Beurteilungspegel der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung für alle maßgeblichen Immissionsorte sind in der als Anlage 6 beigefügten Tabelle aufgeführt.

Die folgende Tabelle 3 fasst die für alle maßgeblichen Immissionsorte errechneten oberen Vertrauensbereichsgrenzen der Beurteilungspegel für den Beurteilungszeitraum nachts zusammen. Dabei wurde zu Grunde gelegt, dass die geplanten GE 3.6-137 mit folgenden maximal zulässigen Emissionspegeln betrieben werden:

- WEA 1 GE 3.6-137 geplant 104,2 dB(A),
- WEA 2 GE 3.6-137 geplant 107,2 dB(A),
- WEA 3 GE 3.6-137 geplant 104,2 dB(A),
- WEA 4 GE 3.6-137 geplant 107,2 dB(A).

Die Beurteilungspegel werden gemäß den LAI-Hinweisen /8/ nach den Rundungsregeln der DIN 1333 als ganzzahlige Werte angegeben. Der oberen Vertrauensbereichsgrenzen der Gesamtbelastung sind die für den jeweiligen Immissionsort gültigen Immissionsrichtwerte in Klammern hinzugefügt.

**Tabelle 3: Obere Vertrauensbereichsgrenzen der Beurteilungspegel für die maßgeblichen Immissionsorte nachts, (Beurteilungszeitraum 1 Stunde)**

Immissionsort	Vorbelastung dB(A)	Zusatzbelastung dB(A)	Gesamtbelastung dB(A)
IO 1	-	41	41 (45)
IO 2	-	42	42 (45)
IO 3	-	38	38 (45)
IO 4	-	38	38 (45)
IO 5	-	41	41 (45)
IO 6	-	38	38 (40)
IO 7	-	38	38 (40)
IO 8	-	38	38 (45)

Vorbelastung: Schallimmissionen durch die vorhandenen Betriebe und Anlagen  
 Zusatzbelastung: Schallimmissionen durch die geplanten GE 3.6-137  
 Gesamtbelastung: Schallimmissionen durch alle vorhandenen sowie geplanten Betriebe und Anlagen  
 - Immissionsbeiträge der vorhandenen Betriebe und Anlagen liegen jeweils mindestens 12 dB unter dem Immissionsrichtwert.

### 8.3) Isophonen im Untersuchungsgebiet

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

In der als Anlage 7 beigefügten Isophonenkarte ist die Isophone für den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels von 40 dB(A) und 45 dB(A) nachts dargestellt. Abweichungen zu den tabellarischen Ergebnissen ergeben sich aus dem Sachverhalt, dass bei der Ermittlung der Beurteilungspegel nur die Betriebe und Anlagen berücksichtigt wurden, deren Immissionsbeiträge am betrachteten Immissionsort mindestens 12 dB unter dem Immissionsrichtwert liegen nicht berücksichtigt wurden.

#### 8.4) Qualität der Ergebnisse

Die TA Lärm /1/ fordert unter Ziffer A.2.6 eine Aussage zur Qualität der Prognose. Schallimmissionsprognosen für WEA sind gemäß den LAI-Hinweisen /8/ mit Unsicherheiten der Emissionsdaten und des Prognosemodells behaftet:

- Unsicherheit der Herstellerangabe,
- Unsicherheit der Typvermessung ( $\sigma_R$ ),
- Ungenauigkeit bedingt durch die Serienstreuung der WEA ( $\sigma_P$ ),
- Unsicherheit des Prognosemodells ( $\sigma_{Prog}$ ).

Die Nicht-Überschreitung der Immissionsrichtwerte der TA Lärm /1/ ist sichergestellt, sofern die aus den Unsicherheiten ermittelte obere Vertrauensbereichsgrenze des prognostizierten Beurteilungspegels den betreffenden Immissionsrichtwert unterschreitet.

Im vorliegenden Fall wurden für die vorhandenen WEA die in einer Dreifachvermessung ermittelten Schallleistungspegel zu Grunde gelegt. Dabei kann unserer Erfahrung nach davon ausgegangen werden, dass der Betreiber einer Anlage gegebenenfalls sicherstellen muss, dass dieser genehmigte Betrieb einschließlich etwaiger Zuschläge für Ton- und Impulshaltigkeit eingehalten wird. Die meteorologische Korrektur  $C_{met}$  sowie Dämpfungen durch Bewuchs wurden ebenso wie die abschirmende Wirkung von Gebäuden (soweit nicht anders angegeben) nicht berücksichtigt. Das Berechnungsverfahren legt die für die Schallausbreitung günstige Mitwindsituation (Wind weht von den Schallquellen zum Immissionsort) zu Grunde.

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass die ermittelten Beurteilungspegel bei bestimmungsgemäßem Betrieb der WEA an der oberen Grenze des Vertrauensbereiches liegen.

#### 8.5) Tieffrequente Geräusche

Geräusche, die Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz besitzen (tieffrequente Geräusche / Infraschall), werden entsprechend Punkt 7.3 der TA Lärm /1/ im Einzelfall anhand der örtlichen Gegebenheiten untersucht. In der TA Lärm /1/ werden Hinweise zur Ermittlung und Bewertung schädlicher Umwelteinwirkungen in Innenräumen gegeben. Aufgrund der schalltechnischen Komplexität von Innenräumen (Größe, Ausstattung, Außenbauteile) sind allgemeingültige Regeln, die von Außenschallpegeln eindeutig auf das Vorliegen von tieffrequenten Geräuschen in Innenräumen schließen lassen, bisher nicht vorhanden.

Gemäß den LAI-Hinweisen /8/ kann davon ausgegangen werden, dass die Infraschallerzeugung von WEA auch im Nahbereich bei Abständen zwischen 150 m und 300 m deutlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen liegt. Damit sind Gesundheitsschäden und erhebliche Belästigungen nach derzeitigem Erkenntnisstand nicht zu erwarten. Diese Aussage deckt sich mit dem Windenergie-Handbuch /10/, den Berichten /11/ und /12/

sowie mit eigenen und den im Arbeitskreis Geräusche von WEA der Fördergesellschaft Windenergie e. V. vorliegenden Erfahrungen.

Sollte es trotzdem zu Beschwerden über durch die WEA verursachte tieffrequente Geräusche kommen, so sind gegebenenfalls entsprechende Messungen in den betroffenen Wohnhäusern durchzuführen.

## 9) Vergleich von Beurteilungspegeln und Immissionsrichtwerten

Die Tabelle 3 zeigt, dass bei nächtlichem – gegebenenfalls schallreduzierten – Betrieb der geplanten WEA mit folgenden maximal zulässigen Emissionspegeln die Immissionsrichtwerte der TA Lärm /1/ durch die obere Vertrauensbereichsgrenze der Gesamtbelastung an allen maßgeblichen Immissionsorten eingehalten oder unterschritten werden:

- WEA 1 GE 3.6-137 geplant 104,2 dB(A),
- WEA 2 GE 3.6-137 geplant 107,2 dB(A),
- WEA 3 GE 3.6-137 geplant 104,2 dB(A),
- WEA 4 GE 3.6-137 geplant 107,2 dB(A).

Tagsüber befinden sich bei Betrieb der geplanten GE 3.6-137 mit dem von der General Electric Company für den Normalbetrieb mit Nennleistung von 3.600 kW angegebenen Schallleistungspegel von 107,2 dB(A) inklusive einer Emissionsunsicherheit von 1,2 dB keine Immissionsorte im Einwirkungsbereich der Anlagen.

Prüferin:

Verfasser:

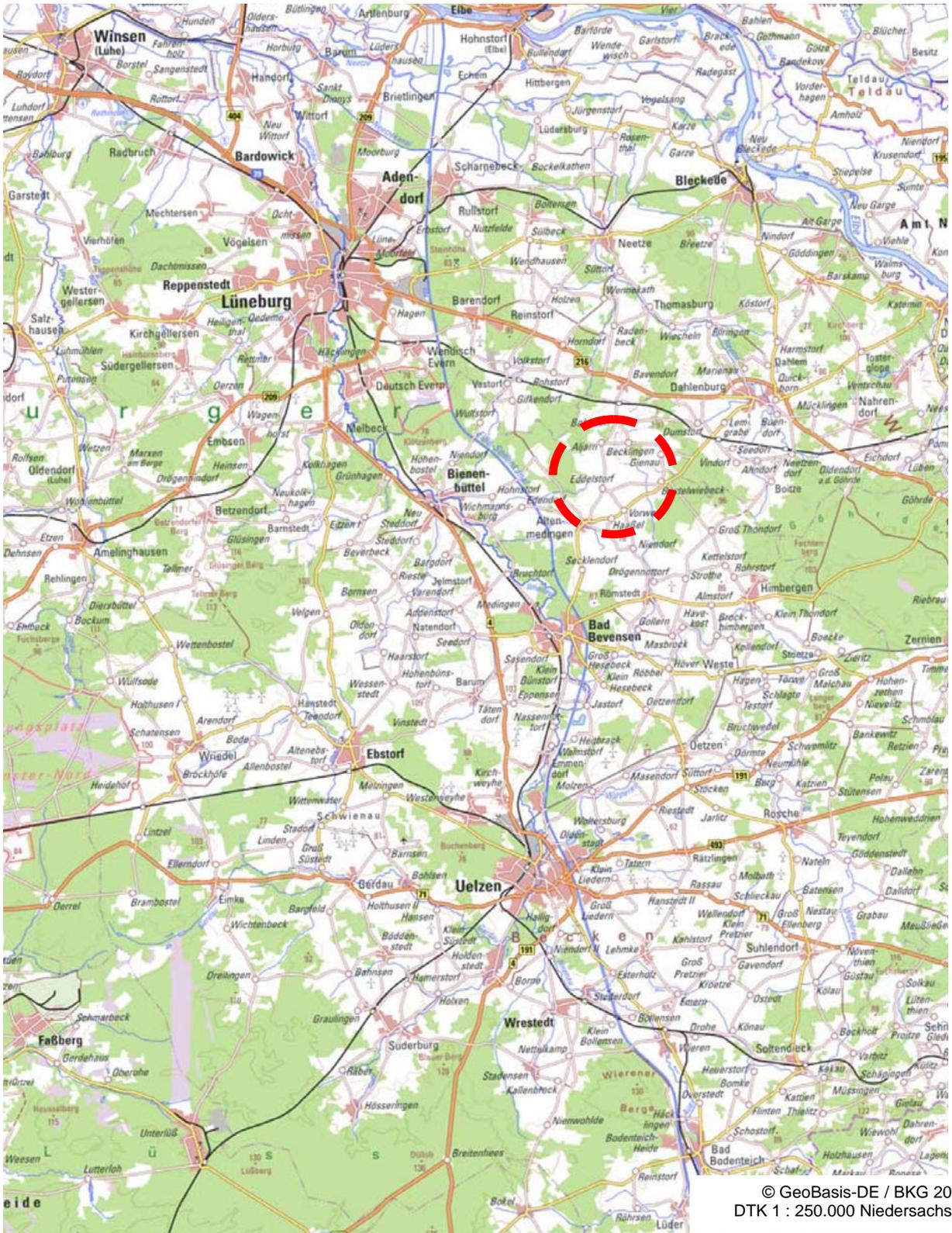


(Dipl.-Ing. (FH)) Kerstin Peters  
(Sachverständige)



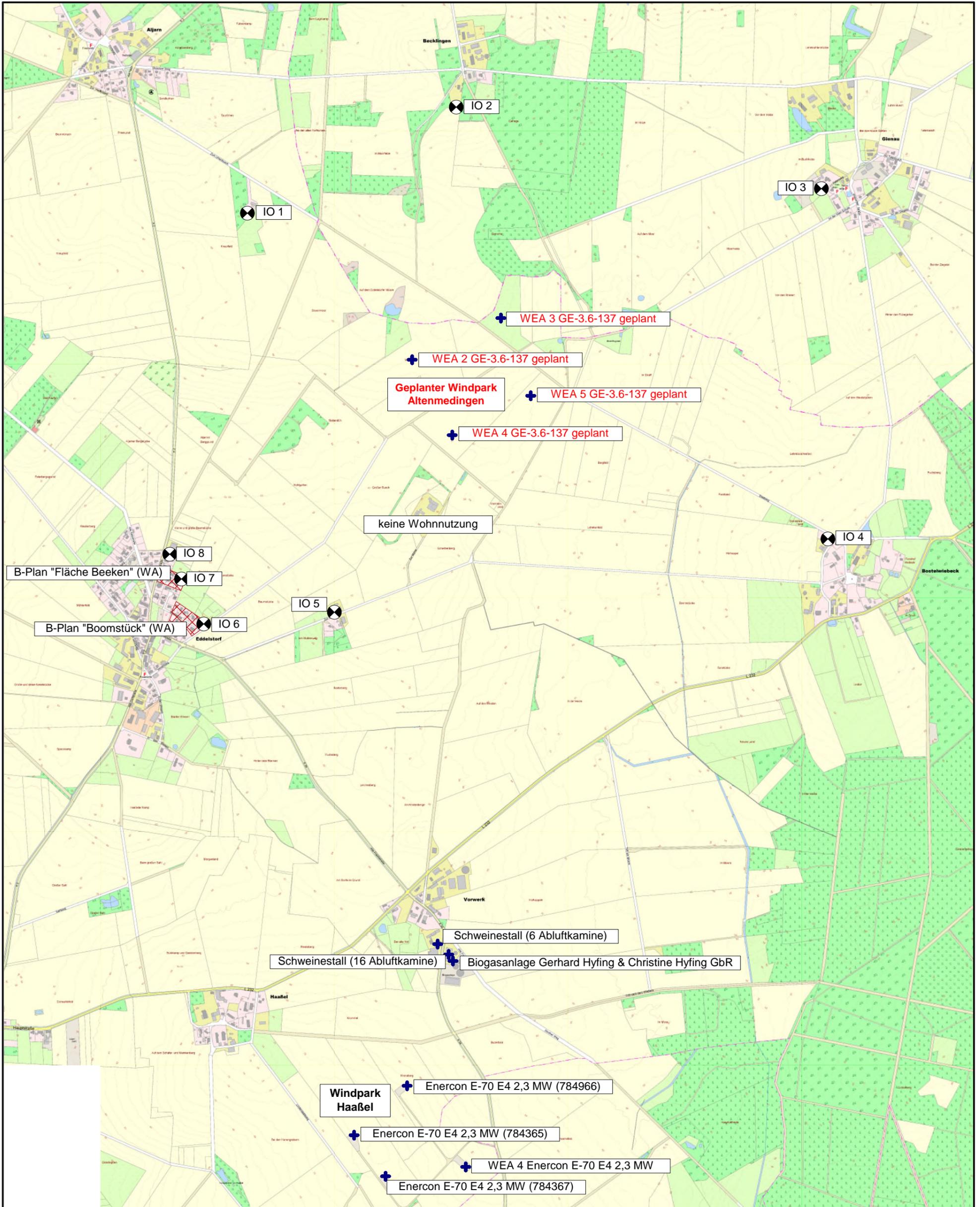
Fabian Küke (B. Eng)  
(Sachverständiger)





© GeoBasis-DE / BKG 2016  
DTK 1 : 250.000 Niedersachsen

<b>Auftraggeber:</b> Bürgerwindpark Altenmedingen Betreibergesellschaft mbH & Co. KG Bostelwiebeck 17, 29575 Altenmedingen	INGENIEURBÜRO FÜR <b>AKUSTIK</b>  <b>BUSCH</b>	
<b>Projekt:</b> Geplante Windenergieanlagen in der Gemeinde Altenmedingen	<b>Projektnummer:</b> 451518gfk14	<b>Datum:</b> 14.11.2019
<b>Bezeichnung:</b> <b>Übersichtskarte</b>	<b>Maßstab:</b> ohne Maßstab	<b>Anlage 1</b>



	Auftraggeber:	<b>Bürgerwindpark Altenmedingen Betreibergesellschaft mbH &amp; Co. KG</b>	INGENIEURBÜRO FÜR <b>AKUSTIK</b> <b>BUSCH</b>	
	Projekt:	Geplante Windenergieanlagen in der Gemeinde Altenmedingen	Projektnummer:	451518gfk14
	Bezeichnung:	Lageplan mit Immissionsorten, den schalltechnisch relevanten vorhandenen Betrieben und Anlagen sowie den geplanten Windenergieanlagen	Datum:	05.11.19
			Maßstab:	1 : 12500
			<b>Anlage 2</b>	

Tabelle 1: Immissionsorte

Bezeichnung	ID	Richtwert		Nutzungsart		Höhe (m)		Koordinaten		
		Tag	Nacht	Gebiet	Lärmart			X	Y	Z
		(dBA)	(dBA)					(m)	(m)	(m)
IO 1	io	60	45	MI	Industrie	5,0	r	32608628	5891647	5,0
IO 2	io	60	45	MI	Industrie	5,0	r	32609522	5892102	5,0
IO 3	io	60	45	MI	Industrie	5,0	r	32611084	5891752	5,0
IO 4	io	60	45	MI	Industrie	5,0	r	32611112	5890253	5,0
IO 5	io	60	45	MI	Industrie	5,0	r	32609001	5889939	5,0
IO 6	io	55	40	WA	Industrie	5,0	r	32608442	5889889	5,0
IO 7	io	55	40	WA	Industrie	5,0	r	32608346	5890081	5,0
IO 8	io	60	45	MI	Industrie	5,0	r	32608297	5890188	5,0

Tabelle 2: Punktquellen

Bezeichnung	ID	Schalleistung Lw		Typ	Lw / Li Wert	Korrektur			Einwirkzeit			Freq. (Hz)	Höhe (m)	Koordinaten			
		Tag	Nacht			normiert dB(A)	Tag	Nacht	Tag (min)	Ruhe	Nacht			X	Y	Z	
		(dBA)	(dBA)				dB(A)	dB(A)		dB(A)	(min)			(min)	(min)	(m)	(m)
<b>Geplanter Windpark Altenmedingen</b>																	
WEA 2 GE-3.6-137 geplant	zb	107,2	104,2	Lw	GE_36_137_103dB	106,0	1,2	-1,8	durchgehend			164,5	r	32609333	5891020	164,5	
WEA 3 GE-3.6-137 geplant	zb	107,2	107,2	Lw	GE_36_137_106dB	106,0	1,2	1,2	durchgehend			164,5	r	32609713	5891198	164,5	
WEA 4 GE-3.6-137 geplant	zb	107,2	104,2	Lw	GE_36_137_103dB	106,0	1,2	-1,8	durchgehend			164,5	r	32609505	5890698	164,5	
WEA 5 GE-3.6-137 geplant	zb	107,2	107,2	Lw	GE_36_137_106dB	106,0	1,2	1,2	durchgehend			164,5	r	32609841	5890865	164,5	
<b>Windpark Haafel</b>																	
Enercon E-70 E4 2,3 MW (784966)	vb	105,7	105,7	Lw	E70_II	104,2	1,5	1,5	durchgehend			64,0	r	32609312	5887912	64,0	
WEA 4 Enercon E-70 E4 2,3 MW	vb	105,7	105,7	Lw	E70_II	104,2	1,5	1,5	durchgehend			64,0	r	32609563	5887565	64,0	
Enercon E-70 E4 2,3 MW (784365)	vb	105,7	105,7	Lw	E70_II	104,2	1,5	1,5	durchgehend			64,0	r	32609085	5887701	64,0	
Enercon E-70 E4 2,3 MW (784367)	vb	105,7	105,7	Lw	E70_II	104,2	1,5	1,5	durchgehend			64,0	r	32609220	5887525	64,0	
<b>Sonstige Betriebe und Anlagen</b>																	
Biogasanlage Gerhard Hyfing & Christine Hyfing GbR	vb	95,0	95,0	Lw	95,0		0,0	0,0	durchgehend			500	6,0	r	32609508	5888447	6,0
Schweinestall (16 Abluftkamine)	vb	92,0	92,0	Lw	80,0		12,0	12,0	durchgehend			500	6,0	r	32609490	5888474	6,0
Schweinestall (6 Abluftkamine)	vb	87,8	87,8	Lw	80,0		7,8	7,8	durchgehend			500	6,0	r	32609443	5888519	6,0

Hinweis:

Zur Bildung des oberen Vertrauensbereichs wurde in den Berechnungen ein Sicherheitszuschlag von 1,43 dB berücksichtigt. Dieser Zuschlag ist in den Berechnungsergebnissen der Anlagen 5 und 6 enthalten, für die geplanten WEA jedoch nicht in der Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 3: Oktavspektren

Bezeichnung	ID	Bew.	Oktavspektrum (dB)							Summenpegel		Quelle	
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A		lin
Enercon E-70 E4 2,3 MW	E70_II	A	87,7	94,9	97,7	98,5	97,7	94,2	90,1	84,3	104,2	116,4	WICO 087SE510/02 vom 02.07.2010
GE-3.6-137 106 (9 m/s)	GE_36_137_106dB	A	87,4	95,3	98,8	100,4	100,4	97,4	89,0	68,0	106,0	119,0	NO_3.6-DFIG-137-50Hz_r02
GE-3.6-137 103 (9 m/s)	GE_36_137_103dB	A	84,5	92,7	96,2	97,3	97,1	94,3	86,1	65,9	103,0	116,1	NO_3.6-DFIG-137-50Hz_r03

## **Anlage 4**

Auszüge aus den Datenblättern der General Electric Company:

1. Technische Dokumentation Windenergieanlagen 3.6-137-50 Hz  
Schalleistung Normalbetrieb gemäß FGW inkl. Terz- und Oktavband-  
spektren
2. Technische Dokumentation Windenergieanlagen 3.6-137-50 Hz  
Schalleistung Schallreduzierter Betrieb gemäß FGW inkl. Terz- und  
Oktavbandspektren

# Technische Dokumentation Windenergieanlagen 3.6-137 - 50 Hz



## Schalleistung

Normalbetrieb gemäß FGW  
Inkl. Terz- und Oktavbandspektren

*Das Dokument enthält Anhänge. Zum Anzeigen der ausgewählten Dokumente benötigen Sie unter Umständen den Adobe® Reader® Version X oder höher.*



imagination at work

[www.gepower.com](http://www.gepower.com)

Visit us at  
<https://renewables.gepower.com>

Klassifizierung: öffentliches Dokument

## Urheber- und Verwertungsrechte

Urheber- und Verwertungsrechte: Alle Unterlagen sind im Sinne des Urheberrechtsgesetzes geschützt. Zuwiderhandlungen sind strafbar und verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte zur Ausübung von gewerblichen Schutzrechten behalten wir uns vor.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

GE und  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	Einleitung.....	5
1.1	Allgemeines.....	5
1.2	Wind Farm Noise Management (verfügbar als Option).....	5
2	Schallleistungspegel im Normalbetrieb .....	6
3	Unsicherheitsangaben .....	8
4	Tonalität.....	8
5	Terminologie der IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14.....	8
6	Terzband-Spektren.....	8
7	Referenzdokumente .....	8
	Anhang 1 – Terzband-Schallleistungspegel $L_{WA,k}$ .....	9

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. 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. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle durch die General Electric Company.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.



# 1 Einleitung

## 1.1 Allgemeines

Dieses Dokument beschreibt die Schallleistung der Windenergieanlage 3.6-137 für den Normalbetrieb und fasst den berechneten Schallleistungspegel  $L_{WA,k}$ , die Unsicherheitsangaben im Zusammenhang mit dem immissionsrelevanten Schallleistungspegel, die Tonalität sowie die berechneten Terzband-Spektren zusammen.

Alle angegebenen Schallleistungspegel sind A-bewertet.

GE überprüft Spezifikationen kontinuierlich durch Messungen, einschließlich der von unabhängigen Instituten durchgeführten Messungen. Wenn Geräuschemissionsprüfungen an WEAs erfolgen, müssen diese in Übereinstimmung mit folgenden Mindestanforderungen durchgeführt werden:

- den Vorschriften der internationalen Norm IEC 61400-11 oder FGW TR1
- dem GE Machine Noise Performance Test (MNPT; Verfahren zur Prüfung der Geräuschemissionen von Windenergieanlagen)

## 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 Schalleistungspegel im Normalbetrieb

Die immissionsrelevanten Schalleistungspegel  $L_{WA,k}$  werden zunächst als Funktion der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe  $v_{HH}$  berechnet. Die entsprechenden Windgeschwindigkeiten  $v_{10m}$  in 10 m Höhe über dem Boden wurden unter Annahme eines logarithmischen Windprofils berechnet. In diesem Fall wurde als Referenzwert eine Oberflächenrauigkeit gemäß IEC 61400-11 von  $z_{0,ref} = 0,05$  m verwendet. Dies entspricht durchschnittlichen Geländebedingungen.

$$v_{10m} = v_{HH} \frac{\ln\left(\frac{10m}{z_{0ref}}\right)}{\ln\left(\frac{Nabenhöhe}{z_{0ref}}\right)} \quad 1$$

Die immissionsrelevanten Schalleistungspegel  $L_{WA,k}$  und die entsprechenden Oktavband-Spektren sind in Tabelle 1 für verschiedene Nabenhöhen aufgeführt. Die Werte werden für den Normalbetrieb (NO) der WEA zwischen Einschalt- und Abschaltwindgeschwindigkeit angegeben.

---

<sup>1</sup>Vereinfacht nach IEC 61400-11, Ausgabe 2.1: 2006 Gleichung 7

Beachten Sie, dass unter standortspezifischen Bedingungen andere Werte der Rauigkeitslänge angebracht sein können.

Normalbetrieb – A-bewertete Oktavband-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14,0- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 110 m [m/s]	2.8	3.4	4.1	4.8	5.5	6.2	6.9	7.6	8.3	8.9	9,6- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 149 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- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	5,9	6,6	7,2	7,9	8,6	9,2- Ab- schal- tung	
Frequenz (Hz)	<b>16</b>	49,2	50,6	54,4	57,6	60,3	61,9	62,0	62,0	62,0	62,0	61,9
	<b>32</b>	63,8	65,0	68,6	71,6	74,3	75,8	75,9	76,0	76,0	76,0	75,9
	<b>63</b>	75,5	76,5	80,1	83,1	85,7	87,4	87,4	87,5	87,5	87,5	87,4
	<b>125</b>	83,3	84,7	88,5	91,5	94,1	95,3	95,4	95,5	95,4	95,4	95,3
	<b>250</b>	86,0	87,8	91,8	95,3	98,0	98,8	98,8	98,7	98,5	98,5	98,6
	<b>500</b>	86,5	88,4	92,6	96,2	99,2	100,4	100,3	100,2	100,3	100,4	100,4
	<b>1000</b>	86,7	88,5	92,5	95,9	99,0	100,4	100,4	100,5	100,7	100,8	100,9
	<b>2000</b>	83,2	86,3	90,0	93,2	96,0	97,4	97,5	97,6	97,5	97,2	96,8
	<b>4000</b>	73,6	77,6	82,0	85,3	87,9	89,0	89,0	88,3	87,4	87,0	86,8
<b>8000</b>	55,5	58,6	62,1	65,1	67,7	68,0	67,8	66,6	65,0	64,5	63,9	
<b>Gesamtschallleistungspegel [dB]</b>	<b>92,5</b>	<b>94,5</b>	<b>98,5</b>	<b>101,9</b>	<b>104,8</b>	<b>106,0</b>	<b>106,0</b>	<b>106,0</b>	<b>106,0</b>	<b>106,0</b>	<b>106,0</b>	

Tabelle 1: Immissionsrelevante Schallleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. 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. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle durch die General Electric Company.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

### 3 Unsicherheitsangaben

Die vorgenannten Schallleistungspegel sind Mittelwerte, die anhand von WEA-Evaluierungen berechnet werden. Die Standardabweichungen  $u_c$ ,  $\sigma_P$ ,  $\sigma_R$  und  $\sigma_T$  in Zusammenhang mit Messungen und Mittelwerten sind in IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14 erläutert.

Bei GE Windenergieanlagen kann für  $\sigma_P$  ein typischer Wert von 0,8 dB angenommen werden.

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

### 4 Tonalität

Für den Referenzmesspunkt im Abstand  $r_0$  gemäß IEC 61400-11 wird für die 3.6-137 Windenergieanlagen, ungeachtet der Windgeschwindigkeit, ein Wert für die Tonhaltigkeit im Nahbereich von  $\Delta L_{\alpha} < 2$  dB angegeben, bzw.  $K_{TN} \leq 1$  dB gemäß FGW angegeben.

### 5 Terminologie der 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.
- $\sigma_P$  ist die Produktstreuung, d. h. die Produktabweichung von einer 3.6-137 Einheit zur nächsten, gemäß IEC/TS 61400-14.
- $\sigma_R$  ist die gesamte Test-Reproduzierbarkeit, wie in IEC/TS 61400-14 definiert.
- $\sigma_T$  ist die Gesamtstandardabweichung und kombiniert sowohl  $\sigma_P$  als auch  $\sigma_R$ .
- $\Delta L_{\alpha,k}$  ist die tonale Hörbarkeit gemäß IEC 61400-11, auch bezeichnet als potenziell hörbares, schmalbandiges Geräusch.

### 6 Terzband-Spektren

Die Tabellen in Anhang 1 stellen die Terzband-Spektren für verschiedene Windgeschwindigkeiten dar.

### 7 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)

---

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. 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. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle durch die General Electric Company.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

**Anhang 1 – Terzband-Schallleistungspegel  $L_{WA,k}$**

Normalbetrieb – Terzbandspektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 110 m [m/s]	2.8	3.4	4.1	4.8	5.5	6.2	6.9	7.6	8.3	8.9	9,6- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 149 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- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	5,9	6,6	7,2	7,9	8,6	9,2- Ab- schal- tung	
Frequenz [Hz]	13	35,1	36,9	40,8	44,1	47,0	48,7	48,8	48,9	48,9	48,8	48,7
	16	42,3	43,8	47,6	50,8	53,7	55,3	55,4	55,4	55,4	55,3	55,2
	20	48,0	49,4	53,1	56,3	59,0	60,6	60,7	60,7	60,7	60,7	60,6
	25	53,2	54,4	58,1	61,2	63,9	65,4	65,5	65,6	65,6	65,6	65,5
	32	57,8	59,0	62,6	65,7	68,4	69,9	70,0	70,1	70,1	70,1	70,0
	40	62,0	63,2	66,8	69,8	72,4	74,0	74,0	74,2	74,2	74,2	74,1
	50	65,4	66,5	70,1	73,1	75,7	77,3	77,4	77,5	77,5	77,5	77,5
	63	69,7	70,7	74,3	77,3	79,9	81,6	81,6	81,7	81,7	81,7	81,7
	80	73,5	74,6	78,2	81,2	83,8	85,4	85,4	85,5	85,5	85,5	85,4
	100	76,3	77,5	81,2	84,2	86,7	88,2	88,3	88,4	88,3	88,3	88,3
	125	78,5	79,9	83,6	86,6	89,1	90,3	90,4	90,5	90,5	90,4	90,4
	160	80,0	81,6	85,4	88,5	91,1	92,1	92,2	92,3	92,2	92,1	92,2
	200	80,7	82,5	86,4	89,7	92,3	93,1	93,2	93,1	93,0	93,0	93,0
	250	81,3	83,1	87,1	90,6	93,3	94,0	94,0	93,9	93,7	93,7	93,8
	315	81,6	83,5	87,6	91,1	94,0	94,8	94,7	94,6	94,4	94,4	94,5
	400	81,7	83,6	87,8	91,4	94,4	95,3	95,2	95,1	95,0	95,1	95,1
	500	81,7	83,6	87,8	91,4	94,5	95,6	95,6	95,5	95,5	95,6	95,7
	630	81,9	83,8	87,9	91,4	94,5	95,9	95,8	95,8	95,9	96,0	96,1
	800	82,0	83,8	87,9	91,4	94,5	95,9	95,9	95,9	96,1	96,2	96,3
	1000	82,1	83,9	87,9	91,2	94,4	95,8	95,8	95,9	96,1	96,2	96,3
1250	81,7	83,6	87,5	90,8	93,8	95,3	95,3	95,4	95,6	95,6	95,6	
1600	80,4	82,7	86,5	89,7	92,6	94,0	94,1	94,2	94,4	94,3	94,0	
2000	78,1	81,6	85,2	88,4	91,2	92,6	92,7	92,9	92,8	92,4	91,9	
2500	75,3	79,7	83,4	86,5	89,1	90,6	90,6	90,7	90,1	89,4	88,9	
3150	71,9	76,1	80,6	83,8	86,2	87,6	87,6	87,1	86,1	85,6	85,4	
4000	67,5	71,3	75,4	79,1	81,9	82,6	82,4	81,4	80,6	80,4	80,3	
5000	62,3	66,0	69,6	72,9	76,1	76,2	76,0	74,9	74,0	73,6	73,0	
6300	55,2	58,3	61,8	64,8	67,4	67,7	67,5	66,3	64,7	64,2	63,6	
8000	43,9	46,9	50,5	53,5	56,2	55,9	55,7	54,2	52,8	52,4	51,5	
10000	28,7	31,9	35,9	39,1	42,0	42,0	41,8	40,4	39,4	37,8	36,6	
<b>Gesamtschallleistungspegel [dB]</b>	<b>92,5</b>	<b>94,5</b>	<b>98,5</b>	<b>101,9</b>	<b>104,8</b>	<b>106,0</b>	<b>106,0</b>	<b>106,0</b>	<b>106,0</b>	<b>106,0</b>	<b>106,0</b>	

Tabelle 2: Immissionsrelevante Terzband-Schallleistungspegel (A-bewertet) als Funktion der Windgeschwindigkeit

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. 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. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle durch die General Electric Company.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

# Technische Dokumentation Windenergieanlagen 3.6-137 - 50 Hz



## Schalleistung

## Schallreduzierter Betrieb gemäß FGW Inkl. Terz- und Oktavband-Spektren

*Das Dokument enthält Anhänge. Zum Anzeigen der ausgewählten Dokumente benötigen Sie unter Umständen den Adobe® Reader® Version X oder höher.*



imagination at work

[www.gepower.com](http://www.gepower.com)

Visit us at  
<https://renewables.gepower.com>

## Urheber- und Verwertungsrechte

Dieses Dokument ist vertraulich zu behandeln. Es soll 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, soweit nicht ausdrücklich schriftlich zugestanden. Zuwiderhandlungen sind strafbar und verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte zur Ausübung von gewerblichen Schutzrechten behalten wir uns vor.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

GE und  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	Schallleistungspegel .....	6
4	Schallleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit.....	7
5	Unsicherheitsangaben .....	7
6	Tonalität.....	8
7	Terminologie nach IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14.....	8
8	Oktavband-Spektren und Terz-Spektren.....	8
9	Referenzdokumente .....	8
Anhang I - Oktavband-Spektren .....		9
Anhang II - Terzband-Spektren .....		15



## 1 Einführung

Mit Hilfe der Anlagensteuerung kann die 3.6-137 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.

Dies erfolgt in der Regel in Abhängigkeit von der Tageszeit, z. B. nachts NRO und tagsüber Normalbetrieb.

Das durch die 3.6-137 emittierte Geräusch wird überwiegend durch das aerodynamische Breitbandrauschen der Rotorblätter in direkter Abhängigkeit von der Umfangs- oder Rotorspitzen­geschwindigkeit bestimmt.

Der Schallleistungspegel kann durch Reduzierung der Rotordrehzahl verringert werden, wodurch die Rotorspitzen­geschwindigkeit gesenkt und begrenzt wird. Zusätzlich kann der Schallleistungspegel durch den Anstellwinkel der Rotorblätter beeinflusst werden. Im schallreduzierten Betrieb werden Rotordrehzahl und Anstellwinkel so gewählt, dass bei Einhaltung des Grenzwertes für den Schallleistungspegel der optimale Ertrag erzielt wird.

Die Reduzierung der Rotordrehzahl kann eine Reduzierung der Nennleistung erfordern. Nur im oberen Windgeschwindigkeitsbereich kommt es aufgrund der Leistungsreduzierung zu einem Energieertragsverlust.

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

Es ist immer möglich zu prüfen, ob der tatsächliche Betriebsmodus mit dem eingestellten Betriebsmodus übereinstimmt, weil das Steuersystem alle Betriebsdaten auf dem Systemcomputer kontinuierlich erfasst. 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

Die beiden gespeicherten Parameterwerte liefern somit einen eindeutigen rückverfolgbaren Nachweis über den schallreduzierten Betrieb. Eine nachträgliche Überprüfung des installierten Systems kann durch eine Auswertung der aufgezeichneten Daten über einen Zeitraum 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 3.6-137 bei unterschiedlichen Soll-Schalleistungspegeln ( $L_{WA}$ ) für 10 Minuten aufgeführt.

NRO Bezeichnung	Maximale Nennleistung (kW)	Rotordrehzahlsollwert (rpm)	Soll-Schalleistungspegel $L_{WA}$ (dB)
Normalbetrieb	3630	11.43	106.0
NRO 105 <sup>1</sup>	3420	10.78	105.0
NRO 104 <sup>1</sup>	3290	10.38	104.0
NRO 103 <sup>1</sup>	3130	9.88	103.0
NRO 102	3005	9.48	102.0
NRO 101	2870	9.08	101.0
NRO 100	2720	8.78	100.0

Tabelle 1: Geräuscharme Betriebsarten

<sup>1</sup> Verfügbar für den 131,4 m Hybridturm. Nicht verfügbar für den 131,4 m Stahlrohrturm

## 4 Schalleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

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

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (m/s)	Normalbetrieb 106 L <sub>WA</sub> (dB)	NRO 105 <sup>1</sup> L <sub>WA</sub> (dB)	NRO 104 <sup>1</sup> L <sub>WA</sub> (dB)	NRO 103 <sup>1</sup> L <sub>WA</sub> (dB)	NRO 102 L <sub>WA</sub> (dB)	NRO 101 L <sub>WA</sub> (dB)	NRO 100 L <sub>WA</sub> (dB)
4	92.5	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7
5	94.5	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3
6	98.5	98.2	98.2	98.2	98.2	98.2	98.2
7	101.9	101.6	101.6	101.6	101.5	101.0	100.0
8	104.8	104.5	103.7	102.9	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

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:

$$V_{10m\ height} = V_{hub} \frac{\ln\left(\frac{10m}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{hub\ height}{z_0}\right)}^2$$

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

## 5 Unsicherheitsangaben

Die vorgenannten Schalleistungspegel sind Mittelwerte der zu untersuchenden Anlagen. Die Standardabweichungen  $u_c$ ,  $\sigma_P$ ,  $\sigma_R$  und  $\sigma_T$  in Zusammenhang mit Messungen und Mittelwerten sind in IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14 erläutert.

Bei GE Windenergieanlagen kann für  $\sigma_P$  ein typischer Wert von 0,8 dB angenommen werden.

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

<sup>1</sup> Verfügbar für den 131,4 m Hybridturm. Nicht verfügbar für den 131,4 m Stahlrohturm

<sup>2</sup> Vereinfacht nach IEC 61400-11

## 6 Tonalität

Für den Referenzmesspunkt im Abstand  $r_0$  gemäß IEC 61400-11 wird für die 3.6-137 Windenergieanlagen, ungeachtet der Windgeschwindigkeit, ein Wert für die Tonhaltigkeit im Nahbereich von  $\Delta L_{\alpha} < 2$  dB angegeben, 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.
- $\sigma_p$  ist die Produktstreuung, d. h. die Produktabweichung von einer 3.6-137 Einheit zur nächsten, gemäß IEC/TS 61400-14.
- $\sigma_R$  ist die gesamte Test-Reproduzierbarkeit, wie in IEC/TS 61400-14 definiert.
- $\sigma_T$  ist die Gesamtstandardabweichung und kombiniert sowohl  $\sigma_p$  als auch  $\sigma_R$ .
- $\Delta L_{\alpha,k}$  ist die tonale Hörbarkeit gemäß IEC 61400-11, auch bezeichnet als potenziell hörbares, schmalbandiges Geräusch.

## 8 Oktavband-Spektren und Terz-Spektren

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

Die Tabelle in Anhang II zeigt Terzband-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 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 - Oktavband-Spektren

NRO 105 <sup>1</sup> – A-bewertete Oktavband-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 110 m [m/s]	2,8	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	8,9	9,6- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 149 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- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2- Abschal- tung	
Frequenz (Hz)	16	49,1	50,7	54,4	57,6	60,3	60,6	60,7	60,8	60,8	60,7	60,6
	32	63,7	65,1	68,6	71,6	74,3	74,6	74,7	74,9	74,9	74,9	74,9
	63	75,3	76,7	80,2	83,2	85,8	86,3	86,3	86,5	86,5	86,6	86,5
	125	83,2	84,6	88,2	91,3	93,9	94,5	94,5	94,6	94,5	94,5	94,6
	250	86,1	87,6	91,4	94,7	97,6	98,2	98,0	97,8	97,7	97,7	97,8
	500	86,7	88,2	92,2	95,8	98,9	99,4	99,3	99,2	99,3	99,5	99,6
	1000	86,8	88,4	92,2	95,7	98,8	99,2	99,3	99,4	99,6	99,7	99,7
	2000	83,8	85,8	89,7	92,9	95,8	96,2	96,4	96,6	96,2	95,9	95,4
	4000	74,5	76,5	80,9	84,6	87,6	88,2	88,2	86,9	85,9	85,8	85,7
8000	56,2	57,6	61,3	64,2	66,9	67,5	67,2	65,0	63,7	63,3	62,8	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	92,7	94,3	98,2	101,6	104,5	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	

Tabelle 3: NRO 105 Oktavspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

<sup>1</sup> Verfügbar für den 131,4 m Hybridturm. Nicht verfügbar für den 131,4 m Stahlrohturm

NRO 104 <sup>1</sup> – A-bewertete Oktavband-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 110 m [m/s]	2,8	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	8,9	9,6- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 149 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- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2- Abschal- tung	
Frequenz (Hz)	16	49,1	50,7	54,4	57,6	59,5	59,6	59,7	59,8	59,8	59,8	59,7
	32	63,7	65,1	68,6	71,6	73,5	73,7	73,8	74,0	74,0	74,0	74,0
	63	75,3	76,7	80,2	83,2	85,2	85,4	85,4	85,6	85,7	85,7	85,7
	125	83,2	84,6	88,2	91,3	93,2	93,6	93,6	93,8	93,7	93,7	93,8
	250	86,1	87,6	91,4	94,7	96,8	97,2	97,0	96,9	96,8	96,8	96,9
	500	86,7	88,2	92,2	95,8	98,0	98,3	98,3	98,2	98,3	98,4	98,5
	1000	86,8	88,4	92,2	95,7	97,9	98,1	98,2	98,4	98,6	98,6	98,6
	2000	83,8	85,8	89,7	92,9	95,0	95,3	95,4	95,5	95,0	94,7	94,3
	4000	74,5	76,5	80,9	84,6	86,7	87,1	87,1	85,6	84,8	84,5	84,7
8000	56,2	57,6	61,3	64,2	66,3	66,7	66,3	63,7	62,8	62,3	61,5	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	92,7	94,3	98,2	101,6	103,7	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	

Tabelle 4: NRO 104 Oktavspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

<sup>1</sup> Verfügbar für den 131,4 m Hybridturm. Nicht verfügbar für den 131,4 m Stahlrohrturm

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. 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. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

NRO 103 <sup>1</sup> – A-bewertete Oktavband-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 110 m [m/s]	2,8	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	8,9	9,6- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 149 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- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2- Ab- schal- tung	
Frequenz (Hz)	16	49,1	50,7	54,4	57,6	58,7	58,8	58,9	59,0	59,0	59,0	58,9
	32	63,7	65,1	68,6	71,6	72,8	72,8	72,9	73,1	73,2	73,2	73,2
	63	75,3	76,7	80,2	83,2	84,5	84,5	84,6	84,8	84,8	84,8	84,8
	125	83,2	84,6	88,2	91,3	92,6	92,7	92,8	92,9	92,8	92,8	92,9
	250	86,1	87,6	91,4	94,7	96,1	96,2	96,0	95,9	95,9	96,0	96,1
	500	86,7	88,2	92,2	95,8	97,2	97,3	97,2	97,2	97,3	97,5	97,6
	1000	86,8	88,4	92,2	95,7	97,0	97,1	97,2	97,4	97,5	97,6	97,4
	2000	83,8	85,8	89,7	92,9	94,2	94,3	94,4	94,4	93,9	93,4	93,1
	4000	74,5	76,5	80,9	84,6	86,0	86,1	85,9	84,4	83,5	83,4	83,3
8000	56,2	57,6	61,3	64,2	65,9	65,9	65,2	62,2	61,8	61,4	59,8	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	92,7	94,3	98,2	101,6	102,9	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0	

Tabelle 5: NRO 103 Oktavspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

<sup>1</sup> Verfügbar für den 131,4 m Hybridturm. Nicht verfügbar für den 131,4 m Stahlrohrturm

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. 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. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

NRO 102 – A-bewertete Oktavband-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 110 m [m/s]	2,8	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	8,9	9,6- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 149 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- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2- Abschal- tung	
Frequenz (Hz)	16	49,1	50,7	54,4	57,5	57,7	57,8	57,9	58,0	58,0	58,0	57,9
	32	63,7	65,1	68,6	71,6	71,9	71,9	72,0	72,2	72,2	72,3	72,2
	63	75,3	76,7	80,2	83,2	83,6	83,6	83,6	83,8	83,9	83,9	83,9
	125	83,2	84,6	88,2	91,2	91,8	91,9	91,9	92,0	91,9	92,0	92,1
	250	86,1	87,6	91,4	94,6	95,2	95,2	95,1	95,0	95,0	95,1	95,2
	500	86,7	88,2	92,2	95,7	96,2	96,2	96,2	96,2	96,3	96,5	96,6
	1000	86,8	88,4	92,2	95,6	96,1	96,1	96,1	96,3	96,4	96,4	96,3
	2000	83,8	85,8	89,7	92,8	93,4	93,3	93,5	93,4	92,7	92,3	92,0
	4000	74,5	76,5	80,9	84,5	85,2	85,1	84,8	83,1	82,3	82,2	82,1
8000	56,2	57,6	61,3	64,2	65,0	65,0	63,9	61,3	60,4	60,0	59,0	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	92,7	94,3	98,2	101,5	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0	

Tabelle 6: NRO 102 Oktavspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

NRO 101 – A-bewertete Oktavband-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 110 m [m/s]	2,8	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	8,9	9,6- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 149 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- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2- Ab- schal- tung	
Frequenz (Hz)	16	49,1	50,7	54,4	56,8	56,9	56,9	57,0	57,1	57,1	57,1	57,0
	32	63,7	65,1	68,6	71,0	71,0	71,0	71,1	71,3	71,4	71,4	71,3
	63	75,3	76,7	80,2	82,7	82,7	82,7	82,8	82,9	83,0	83,1	83,1
	125	83,2	84,6	88,2	90,9	90,9	91,0	91,0	91,1	91,1	91,1	91,2
	250	86,1	87,6	91,4	94,2	94,2	94,3	94,2	94,0	94,1	94,2	94,3
	500	86,7	88,2	92,2	95,2	95,1	95,1	95,2	95,2	95,3	95,5	95,6
	1000	86,8	88,4	92,2	95,1	95,1	95,0	95,1	95,3	95,4	95,4	95,1
	2000	83,8	85,8	89,7	92,4	92,4	92,4	92,4	92,3	91,5	91,1	90,9
	4000	74,5	76,5	80,9	84,0	84,1	84,3	83,6	81,8	81,2	80,9	80,8
	8000	56,2	57,6	61,3	63,9	63,7	64,0	62,6	61,0	59,3	58,4	57,1
Gesamtschallleistungspegel [dB]	92,7	94,3	98,2	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	

Tabelle 7: NRO 101 Oktavspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. 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. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

NRO 100 – A-bewertete Oktavband-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 110 m [m/s]	2,8	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	8,9	9,6- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 149 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- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2- Abschal- tung	
Frequenz (Hz)	16	49,1	50,7	54,4	55,9	56,0	56,0	56,1	56,2	56,2	56,2	56,1
	32	63,7	65,1	68,6	70,1	70,1	70,1	70,2	70,4	70,5	70,5	70,5
	63	75,3	76,7	80,2	81,8	81,8	81,8	81,9	82,1	82,1	82,2	82,2
	125	83,2	84,6	88,2	90,0	90,1	90,1	90,1	90,2	90,2	90,3	90,4
	250	86,1	87,6	91,4	93,2	93,3	93,3	93,2	93,1	93,2	93,3	93,5
	500	86,7	88,2	92,2	94,1	94,1	94,1	94,1	94,2	94,4	94,6	94,6
	1000	86,8	88,4	92,2	94,0	94,0	94,0	94,1	94,2	94,4	94,2	94,0
	2000	83,8	85,8	89,7	91,4	91,4	91,4	91,5	91,1	90,4	89,9	89,8
	4000	74,5	76,5	80,9	83,0	83,0	83,1	82,5	80,7	79,7	79,8	79,4
8000	56,2	57,6	61,3	63,1	63,1	63,2	61,7	59,7	58,6	57,0	55,0	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	92,7	94,3	98,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Tabelle 8: NRO 100 Oktavspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

## Anhang II - Terzband-Spektren

NRO 105 <sup>1</sup> – Terzbandspektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 110 m [m/s]	2,8	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	8,9	9,6- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 149 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- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2- Ab- schal- tung	
Frequenz [Hz]	12,5	35,1	37,0	40,8	44,2	47,1	47,3	47,5	47,5	47,5	47,4	47,3
	16	42,2	43,9	47,6	50,9	53,7	53,9	54,0	54,1	54,1	54,0	53,9
	20	47,9	49,5	53,1	56,3	59,0	59,3	59,4	59,5	59,5	59,4	59,3
	25	53,1	54,6	58,1	61,2	63,9	64,2	64,2	64,4	64,4	64,4	64,3
	32	57,7	59,2	62,7	65,7	68,4	68,7	68,8	69,0	69,0	69,0	68,9
	40	61,9	63,3	66,8	69,8	72,5	72,8	72,9	73,1	73,1	73,1	73,1
	50	65,3	66,6	70,1	73,1	75,8	76,2	76,2	76,5	76,5	76,5	76,5
	63	69,5	70,9	74,4	77,4	80,0	80,5	80,5	80,7	80,7	80,8	80,7
	80	73,3	74,7	78,3	81,3	83,9	84,3	84,4	84,6	84,6	84,6	84,6
	100	76,2	77,6	81,2	84,2	86,7	87,2	87,3	87,5	87,5	87,5	87,5
	125	78,4	79,8	83,4	86,4	89,0	89,5	89,6	89,8	89,7	89,7	89,7
	160	79,9	81,4	85,0	88,2	90,8	91,4	91,4	91,4	91,3	91,3	91,4
	200	80,8	82,2	85,9	89,1	91,9	92,5	92,4	92,3	92,2	92,2	92,3
	250	81,4	82,8	86,7	90,0	92,9	93,4	93,2	93,0	92,9	92,9	93,0
	315	81,7	83,3	87,2	90,6	93,6	94,1	93,9	93,6	93,6	93,6	93,7
	400	81,8	83,4	87,4	90,9	94,0	94,5	94,4	94,1	94,1	94,2	94,3
	500	81,9	83,4	87,5	91,1	94,2	94,6	94,6	94,5	94,6	94,7	94,8
	630	82,0	83,5	87,5	91,1	94,3	94,7	94,7	94,7	94,9	95,1	95,2
	800	82,1	83,6	87,6	91,1	94,2	94,7	94,7	94,8	95,0	95,2	95,3
	1000	82,2	83,7	87,6	91,0	94,2	94,6	94,7	94,8	95,0	95,1	95,1
1250	81,9	83,5	87,2	90,6	93,6	94,0	94,1	94,4	94,5	94,5	94,3	
1600	80,8	82,5	86,2	89,5	92,4	92,8	93,0	93,3	93,2	93,0	92,6	
2000	79,1	81,1	85,0	88,2	91,0	91,4	91,6	91,9	91,5	90,9	90,3	
2500	76,0	78,5	82,9	86,2	89,0	89,4	89,6	89,5	88,5	88,0	87,6	
3150	72,7	74,8	79,4	83,2	86,1	86,6	86,7	85,6	84,6	84,4	84,5	
4000	68,5	70,7	74,4	77,9	81,2	82,0	81,8	80,0	79,1	79,3	78,7	
5000	63,5	65,0	69,1	71,8	74,9	75,8	75,6	73,6	72,2	72,0	71,6	
6300	55,9	57,3	61,0	63,9	66,6	67,2	66,9	64,7	63,4	63,0	62,6	
8000	44,7	46,2	49,5	52,6	55,1	55,8	55,2	53,2	51,8	50,7	49,6	
10000	29,5	31,2	35,2	38,3	40,9	41,6	41,3	39,5	37,7	36,5	34,0	
<b>Gesamtschallleistungspegel [dB]</b>	<b>92,7</b>	<b>94,3</b>	<b>98,2</b>	<b>101,6</b>	<b>104,5</b>	<b>105,0</b>	<b>105,0</b>	<b>105,0</b>	<b>105,0</b>	<b>105,0</b>	<b>105,0</b>	

Tabelle 9: NRO 105 Terzspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

<sup>1</sup> Verfügbar für den 131,4 m Hybridturm. Nicht verfügbar für den 131,4 m Stahlrohturm

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. 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. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

NRO 104 <sup>1</sup> – Terzbandspektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 110 m [m/s]	2,8	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	8,9	9,6- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 149 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- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2- Ab- schal- tung	
Frequenz [Hz]	12,5	35,1	37,0	40,8	44,2	46,2	46,4	46,5	46,6	46,5	46,5	46,3
	16	42,2	43,9	47,6	50,9	52,8	53,0	53,1	53,1	53,1	53,1	53,0
	20	47,9	49,5	53,1	56,3	58,2	58,3	58,4	58,5	58,5	58,5	58,4
	25	53,1	54,6	58,1	61,2	63,1	63,2	63,3	63,5	63,5	63,5	63,4
	32	57,7	59,2	62,7	65,7	67,6	67,8	67,9	68,0	68,1	68,0	68,0
	40	61,9	63,3	66,8	69,8	71,7	71,9	72,0	72,2	72,2	72,2	72,2
	50	65,3	66,6	70,1	73,1	75,1	75,3	75,3	75,6	75,6	75,6	75,6
	63	69,5	70,9	74,4	77,4	79,4	79,6	79,6	79,8	79,9	79,9	79,9
	80	73,3	74,7	78,3	81,3	83,2	83,5	83,5	83,7	83,7	83,7	83,7
	100	76,2	77,6	81,2	84,2	86,1	86,4	86,4	86,7	86,6	86,6	86,7
	125	78,4	79,8	83,4	86,4	88,3	88,7	88,7	88,9	88,8	88,8	88,9
	160	79,9	81,4	85,0	88,2	90,1	90,5	90,5	90,6	90,5	90,5	90,6
	200	80,8	82,2	85,9	89,1	91,2	91,5	91,5	91,4	91,3	91,3	91,4
	250	81,4	82,8	86,7	90,0	92,1	92,4	92,3	92,1	92,0	92,0	92,2
	315	81,7	83,3	87,2	90,6	92,7	93,1	92,9	92,7	92,7	92,7	92,8
	400	81,8	83,4	87,4	90,9	93,1	93,4	93,3	93,1	93,2	93,3	93,4
	500	81,9	83,4	87,5	91,1	93,3	93,6	93,6	93,5	93,6	93,7	93,8
	630	82,0	83,5	87,5	91,1	93,4	93,6	93,7	93,7	93,9	94,0	94,1
	800	82,1	83,6	87,6	91,1	93,3	93,6	93,6	93,8	94,0	94,1	94,2
	1000	82,2	83,7	87,6	91,0	93,3	93,5	93,6	93,7	93,9	94,0	94,0
1250	81,9	83,5	87,2	90,6	92,7	93,0	93,1	93,3	93,5	93,4	93,1	
1600	80,8	82,5	86,2	89,5	91,6	91,9	92,0	92,2	92,1	91,9	91,4	
2000	79,1	81,1	85,0	88,2	90,2	90,5	90,7	90,8	90,2	89,7	89,1	
2500	76,0	78,5	82,9	86,2	88,2	88,5	88,6	88,3	87,2	86,8	86,7	
3150	72,7	74,8	79,4	83,2	85,2	85,6	85,7	84,3	83,5	83,3	83,5	
4000	68,5	70,7	74,4	77,9	80,3	80,8	80,4	78,6	78,1	77,7	77,8	
5000	63,5	65,0	69,1	71,8	74,2	74,8	74,4	72,4	70,9	70,4	70,4	
6300	55,9	57,3	61,0	63,9	66,0	66,4	66,0	63,4	62,5	62,0	61,3	
8000	44,7	46,2	49,5	52,6	54,3	54,6	54,1	52,0	51,4	49,7	48,4	
10000	29,5	31,2	35,2	38,3	40,3	40,7	40,2	38,1	36,8	34,5	33,5	
<b>Gesamtschallleistungspegel [dB]</b>	<b>92,7</b>	<b>94,3</b>	<b>98,2</b>	<b>101,6</b>	<b>103,7</b>	<b>104,0</b>	<b>104,0</b>	<b>104,0</b>	<b>104,0</b>	<b>104,0</b>	<b>104,0</b>	

Tabelle 10: NRO 104 Terzspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

<sup>1</sup> Verfügbar für den 131,4 m Hybridturm. Nicht verfügbar für den 131,4 m Stahlrohturm

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. 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. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

NRO 103 <sup>1</sup> – Terzbandspektren [dB]											
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14- Ab- schal- tung
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 110 m [m/s]	2,8	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	8,9	9,6- Ab- schal- tung
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Ab- schal- tung
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 149 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- Ab- schal- tung
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2- Ab- schal- tung
Frequenz [Hz]	12,5	35,1	37,0	40,8	44,2	45,4	45,6	45,7	45,8	45,7	45,7
	16	42,2	43,9	47,6	50,9	52,0	52,2	52,3	52,3	52,3	52,3
	20	47,9	49,5	53,1	56,3	57,4	57,5	57,6	57,7	57,7	57,7
	25	53,1	54,6	58,1	61,2	62,3	62,4	62,5	62,7	62,7	62,6
	32	57,7	59,2	62,7	65,7	66,9	66,9	67,0	67,2	67,2	67,2
	40	61,9	63,3	66,8	69,8	71,0	71,0	71,1	71,3	71,4	71,4
	50	65,3	66,6	70,1	73,1	74,4	74,4	74,5	74,7	74,8	74,8
	63	69,5	70,9	74,4	77,4	78,7	78,7	78,8	79,0	79,0	79,0
	80	73,3	74,7	78,3	81,3	82,5	82,6	82,6	82,8	82,8	82,8
	100	76,2	77,6	81,2	84,2	85,4	85,5	85,6	85,8	85,8	85,8
	125	78,4	79,8	83,4	86,4	87,6	87,8	87,9	88,0	88,0	88,0
	160	79,9	81,4	85,0	88,2	89,5	89,6	89,6	89,7	89,6	89,6
	200	80,8	82,2	85,9	89,1	90,5	90,6	90,5	90,5	90,4	90,5
	250	81,4	82,8	86,7	90,0	91,3	91,5	91,3	91,1	91,1	91,2
	315	81,7	83,3	87,2	90,6	92,0	92,1	91,9	91,7	91,8	91,8
	400	81,8	83,4	87,4	90,9	92,3	92,4	92,3	92,2	92,2	92,4
	500	81,9	83,4	87,5	91,1	92,5	92,5	92,5	92,5	92,6	92,8
	630	82,0	83,5	87,5	91,1	92,5	92,6	92,6	92,7	92,9	93,0
	800	82,1	83,6	87,6	91,1	92,5	92,6	92,6	92,8	92,9	93,1
	1000	82,2	83,7	87,6	91,0	92,4	92,4	92,5	92,7	92,9	92,9
1250	81,9	83,5	87,2	90,6	91,9	92,0	92,1	92,3	92,4	92,3	
1600	80,8	82,5	86,2	89,5	90,8	90,9	91,0	91,2	91,0	90,6	
2000	79,1	81,1	85,0	88,2	89,4	89,6	89,7	89,7	89,1	88,4	
2500	76,0	78,5	82,9	86,2	87,4	87,6	87,7	87,1	86,0	85,6	
3150	72,7	74,8	79,4	83,2	84,6	84,7	84,5	83,1	82,2	82,2	
4000	68,5	70,7	74,4	77,9	79,5	79,7	79,2	77,5	76,7	76,3	
5000	63,5	65,0	69,1	71,8	73,5	73,7	73,2	71,1	69,8	69,2	
6300	55,9	57,3	61,0	63,9	65,6	65,6	64,9	61,9	61,5	61,1	
8000	44,7	46,2	49,5	52,6	54,0	53,7	53,1	50,9	49,5	49,0	
10000	29,5	31,2	35,2	38,3	39,6	39,7	39,1	36,9	35,1	34,2	
<b>Gesamtschallleistungspegel [dB]</b>	<b>92,7</b>	<b>94,3</b>	<b>98,2</b>	<b>101,6</b>	<b>102,9</b>	<b>103,0</b>	<b>103,0</b>	<b>103,0</b>	<b>103,0</b>	<b>103,0</b>	<b>103,0</b>

Tabelle 11: NRO 103 Terzspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

<sup>1</sup> Verfügbar für den 131,4 m Hybridturm. Nicht verfügbar für den 131,4 m Stahlrohturm

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. 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. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

NRO 102 – Terzbandspektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 110 m [m/s]	2,8	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	8,9	9,6- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 149 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- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2- Ab- schal- tung	
Frequenz [Hz]	12,5	35,1	37,0	40,8	44,1	44,4	44,5	44,6	44,7	44,7	44,6	44,5
	16	42,2	43,9	47,6	50,8	51,0	51,1	51,2	51,3	51,3	51,2	51,1
	20	47,9	49,5	53,1	56,2	56,4	56,5	56,6	56,7	56,7	56,7	56,6
	25	53,1	54,6	58,1	61,2	61,4	61,4	61,5	61,7	61,7	61,7	61,6
	32	57,7	59,2	62,7	65,7	65,9	66,0	66,1	66,2	66,3	66,3	66,2
	40	61,9	63,3	66,8	69,8	70,1	70,1	70,2	70,4	70,4	70,5	70,4
	50	65,3	66,6	70,1	73,1	73,5	73,5	73,6	73,8	73,8	73,9	73,9
	63	69,5	70,9	74,4	77,4	77,8	77,8	77,8	78,0	78,1	78,1	78,1
	80	73,3	74,7	78,3	81,2	81,7	81,7	81,7	81,9	81,9	82,0	82,0
	100	76,2	77,6	81,2	84,1	84,6	84,7	84,7	84,9	84,9	84,9	84,9
	125	78,4	79,8	83,4	86,3	86,9	87,0	87,0	87,1	87,1	87,2	87,2
	160	79,9	81,4	85,0	88,1	88,7	88,8	88,7	88,8	88,7	88,8	88,9
	200	80,8	82,2	85,9	89,1	89,7	89,7	89,6	89,6	89,5	89,6	89,7
	250	81,4	82,8	86,7	89,9	90,5	90,5	90,4	90,2	90,2	90,3	90,4
	315	81,7	83,3	87,2	90,5	91,1	91,1	91,0	90,8	90,8	90,9	91,1
	400	81,8	83,4	87,4	90,8	91,4	91,3	91,3	91,2	91,3	91,4	91,6
	500	81,9	83,4	87,5	91,0	91,5	91,4	91,5	91,5	91,6	91,8	91,9
	630	82,0	83,5	87,5	91,0	91,5	91,5	91,5	91,6	91,8	92,0	92,1
	800	82,1	83,6	87,6	91,0	91,5	91,5	91,5	91,7	91,9	92,0	92,0
	1000	82,2	83,7	87,6	90,9	91,4	91,4	91,5	91,7	91,8	91,8	91,7
1250	81,9	83,5	87,2	90,5	91,0	91,0	91,1	91,2	91,3	91,1	90,7	
1600	80,8	82,5	86,2	89,4	89,9	89,9	90,0	90,2	89,9	89,4	88,9	
2000	79,1	81,1	85,0	88,1	88,6	88,6	88,7	88,7	87,7	87,2	86,9	
2500	76,0	78,5	82,9	86,1	86,7	86,6	86,8	85,9	84,8	84,6	84,8	
3150	72,7	74,8	79,4	83,1	83,8	83,7	83,4	81,9	81,1	81,1	81,0	
4000	68,5	70,7	74,4	77,9	78,6	78,6	78,1	76,2	75,5	74,9	74,8	
5000	63,5	65,0	69,1	71,7	72,5	72,6	72,0	69,9	68,4	68,0	67,7	
6300	55,9	57,3	61,0	63,9	64,7	64,7	63,6	61,0	60,1	59,8	58,8	
8000	44,7	46,2	49,5	52,5	53,2	53,1	52,2	50,0	48,8	46,4	45,8	
10000	29,5	31,2	35,2	38,2	38,8	38,8	38,3	36,2	34,1	31,9	29,8	
<b>Gesamtschallleistungspegel [dB]</b>	<b>92,7</b>	<b>94,3</b>	<b>98,2</b>	<b>101,5</b>	<b>102,0</b>							

Tabelle 12: NRO 102 Terzspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. 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. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

NRO 101 – Terzbandspektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 110 m [m/s]	2,8	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	8,9	9,6- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 149 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- Ab- schal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2- Ab- schal- tung	
Frequenz [Hz]	12,5	35,1	37,0	40,8	43,3	43,5	43,7	43,8	43,8	43,8	43,7	43,6
	16	42,2	43,9	47,6	50,0	50,2	50,3	50,3	50,4	50,4	50,3	50,2
	20	47,9	49,5	53,1	55,5	55,6	55,6	55,7	55,8	55,8	55,8	55,7
	25	53,1	54,6	58,1	60,5	60,5	60,6	60,7	60,8	60,8	60,8	60,7
	32	57,7	59,2	62,7	65,0	65,1	65,1	65,2	65,3	65,4	65,4	65,3
	40	61,9	63,3	66,8	69,2	69,2	69,2	69,3	69,5	69,6	69,6	69,5
	50	65,3	66,6	70,1	72,6	72,6	72,6	72,7	72,9	73,0	73,0	73,0
	63	69,5	70,9	74,4	76,9	76,9	76,9	77,0	77,1	77,2	77,3	77,3
	80	73,3	74,7	78,3	80,8	80,8	80,8	80,9	81,0	81,0	81,1	81,1
	100	76,2	77,6	81,2	83,7	83,7	83,8	83,8	84,0	84,0	84,0	84,1
	125	78,4	79,8	83,4	86,0	86,1	86,2	86,2	86,3	86,3	86,3	86,4
	160	79,9	81,4	85,0	87,7	87,8	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	88,0
	200	80,8	82,2	85,9	88,6	88,7	88,8	88,7	88,6	88,6	88,6	88,8
	250	81,4	82,8	86,7	89,5	89,5	89,6	89,4	89,3	89,3	89,4	89,6
	315	81,7	83,3	87,2	90,0	90,1	90,1	90,0	89,8	89,9	90,1	90,2
	400	81,8	83,4	87,4	90,3	90,3	90,3	90,3	90,2	90,3	90,5	90,6
	500	81,9	83,4	87,5	90,5	90,4	90,4	90,4	90,5	90,6	90,8	90,9
	630	82,0	83,5	87,5	90,5	90,4	90,4	90,5	90,6	90,8	91,0	91,1
	800	82,1	83,6	87,6	90,5	90,5	90,5	90,5	90,7	90,8	91,0	90,9
	1000	82,2	83,7	87,6	90,4	90,4	90,3	90,5	90,6	90,8	90,7	90,5
1250	81,9	83,5	87,2	90,1	90,0	90,0	90,0	90,2	90,2	90,0	89,6	
1600	80,8	82,5	86,2	88,9	88,9	88,9	89,0	89,2	88,7	88,1	87,8	
2000	79,1	81,1	85,0	87,6	87,6	87,6	87,7	87,5	86,5	86,1	86,0	
2500	76,0	78,5	82,9	85,7	85,7	85,8	85,7	84,6	83,7	83,6	83,8	
3150	72,7	74,8	79,4	82,6	82,7	82,9	82,2	80,5	80,1	79,8	79,7	
4000	68,5	70,7	74,4	77,5	77,5	77,7	77,1	75,1	73,8	73,6	73,5	
5000	63,5	65,0	69,1	71,5	71,5	71,7	70,8	68,7	67,5	67,1	66,4	
6300	55,9	57,3	61,0	63,6	63,4	63,7	62,3	60,7	59,0	58,2	57,0	
8000	44,7	46,2	49,5	52,3	52,2	52,3	51,3	49,4	47,5	45,5	41,9	
10000	29,5	31,2	35,2	38,0	37,9	37,9	37,3	35,0	33,1	30,7	26,9	
<b>Gesamtschallleistungspegel [dB]</b>	<b>92,7</b>	<b>94,3</b>	<b>98,2</b>	<b>101,0</b>								

Tabelle 13: NRO 101 Terzspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. 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. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

NRO 100 – Terzbandspektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 110 m [m/s]	2,8	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	8,9	9,6- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 149 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- Abschal- tung	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2- Abschal- tung	
Frequenz [Hz]	12,5	35,1	37,0	40,8	42,4	42,6	42,8	42,8	42,9	42,9	42,8	42,7
	16	42,2	43,9	47,6	49,1	49,2	49,3	49,4	49,5	49,5	49,4	49,3
	20	47,9	49,5	53,1	54,6	54,7	54,7	54,8	54,9	54,9	54,9	54,8
	25	53,1	54,6	58,1	59,6	59,6	59,7	59,8	59,9	59,9	59,9	59,8
	32	57,7	59,2	62,7	64,1	64,2	64,2	64,3	64,4	64,5	64,5	64,4
	40	61,9	63,3	66,8	68,3	68,3	68,3	68,4	68,6	68,7	68,7	68,7
	50	65,3	66,6	70,1	71,7	71,7	71,7	71,8	72,0	72,1	72,1	72,1
	63	69,5	70,9	74,4	76,0	76,0	76,0	76,1	76,3	76,3	76,4	76,4
	80	73,3	74,7	78,3	79,9	79,9	79,9	80,0	80,1	80,2	80,2	80,3
	100	76,2	77,6	81,2	82,8	82,9	82,9	82,9	83,1	83,1	83,2	83,2
	125	78,4	79,8	83,4	85,1	85,2	85,3	85,3	85,4	85,4	85,5	85,6
	160	79,9	81,4	85,0	86,8	86,9	87,0	86,9	87,0	87,0	87,1	87,2
	200	80,8	82,2	85,9	87,7	87,8	87,8	87,8	87,7	87,8	87,9	88,0
	250	81,4	82,8	86,7	88,5	88,6	88,6	88,5	88,3	88,4	88,6	88,7
	315	81,7	83,3	87,2	89,0	89,1	89,1	89,0	88,9	89,0	89,1	89,3
	400	81,8	83,4	87,4	89,3	89,3	89,2	89,2	89,2	89,4	89,6	89,7
	500	81,9	83,4	87,5	89,4	89,4	89,3	89,4	89,5	89,6	89,8	89,9
	630	82,0	83,5	87,5	89,4	89,4	89,4	89,4	89,6	89,8	90,0	90,0
	800	82,1	83,6	87,6	89,5	89,4	89,4	89,5	89,6	89,8	89,9	89,8
	1000	82,2	83,7	87,6	89,3	89,3	89,3	89,4	89,6	89,8	89,6	89,4
1250	81,9	83,5	87,2	89,0	89,0	88,9	89,0	89,2	89,2	88,8	88,4	
1600	80,8	82,5	86,2	88,0	88,0	88,0	88,0	88,1	87,6	86,9	86,7	
2000	79,1	81,1	85,0	86,7	86,7	86,6	86,8	86,4	85,3	84,9	85,0	
2500	76,0	78,5	82,9	84,7	84,7	84,7	84,7	83,4	82,5	82,5	82,6	
3150	72,7	74,8	79,4	81,6	81,6	81,7	81,1	79,4	78,5	78,8	78,3	
4000	68,5	70,7	74,4	76,4	76,5	76,6	76,0	74,0	72,5	72,2	72,3	
5000	63,5	65,0	69,1	70,6	70,6	70,7	69,8	67,3	66,5	65,9	64,5	
6300	55,9	57,3	61,0	62,8	62,8	62,9	61,4	59,4	58,3	56,8	54,8	
8000	44,7	46,2	49,5	51,4	51,3	51,3	50,4	48,0	46,1	44,2	40,9	
10000	29,5	31,2	35,2	37,1	37,0	37,0	36,2	33,9	31,7	30,0	24,0	
<b>Gesamtschallleistungspegel [dB]</b>	<b>92,7</b>	<b>94,3</b>	<b>98,2</b>	<b>100,0</b>								

Tabelle 14: NRO 100 Terzspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. 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. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.  
© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

CadnaA-Berechnung  
 Version 2017 MR 1 (32 Bit)

**Berechnungsparameter:***Allgemein*

Land	Deutschl. (TA Lärm)
Max. Fehler (dB)	0
Max. Suchradius (m)	9000
Mindestabst. Qu-Imm	0

*Aufteilung*

Rasterfaktor	0,5
Max. Abschnittslänge (m)	1000
Min. Abschnittslänge (m)	1
Min. Abschnittslänge (%)	0
Proj. Linienquellen	An
Proj. Flächenquellen	An

*Bezugszeit*

Bezugszeit Tag (min)	960
Bezugszeit Nacht (min)	60
Zuschlag Tag (dB)	0
Zuschlag Ruhezeit (dB)	6
Zuschlag Nacht (dB)	0
Zuschlag Ruhezeit nur für	Kurgebiet reines Wohngebiet allg. Wohngebiet

*DGM*

Standardhöhe (m)	0
Geländemodell	Triangulation

*Reflexion*

max. Reflexionsordnung	3
Reflektor-Suchradius um Qu	100
Reflektor-Suchradius um Imm	100
Max. Abstand Quelle - Impmpkt	1000
Min. Abstand Impmpkt - Reflektor	1
Min. Abstand Quelle - Reflektor	0,1

*Industrie (ISO 9613)*

Seitenbeugung	mehrere Obj
Hin. in FQ schirmen diese nicht ab	Aus
Abschirmung	ohne Bodendämpf. über Schirm Dz mit Begrenzung (20/25)
Schirmberechnungskoeffizienten C1,2,3	3, 20, 1
Temperatur (°C)	10
rel. Feuchte (%)	70

**Abkürzungen:**

DEN, D, E, N	Zeitbereich
Refl.	Reflexionsordnung
K0	Raumwinkelmaß
Di	Richtwirkungsmaß der Schallquelle
Adiv	geometrische Ausbreitungsdämpfung
Aatm	Luftabsorption
Agr	Bodendämpfung
Afol	Bewuchsdämpfung
Ahaus	Bebauungsdämpfung
Abar	Abschirmung
Cmet	Meteorologische Korrektur für Langzeitmittlungspegel
RV	Reflektionsverlust
Lr	Immissionspegel je Zeitbereich

**Immissionspunkt**

Bez.: IO 2  
ID: io  
X: 32609522  
Y: 5892102  
Z: 5

**Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA 3 GE-3.6-137 geplant", ID: "zb"**

Nr.	X	Y	Z	Refl.	DEN	Freq.	Lw	I/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahours	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
8	32609712,9	5891198,18	164,5	0	DEN	63	90	0	0	0	0	70,4	0,1	-3	0	0	0	0	0	22,5
8	32609712,9	5891198,18	164,5	0	DEN	125	97,9	0	0	0	0	70,4	0,4	-3	0	0	0	0	0	30,1
8	32609712,9	5891198,18	164,5	0	DEN	250	101,4	0	0	0	0	70,4	1	-3	0	0	0	0	0	33
8	32609712,9	5891198,18	164,5	0	DEN	500	103	0	0	0	0	70,4	1,8	-3	0	0	0	0	0	33,8
8	32609712,9	5891198,18	164,5	0	DEN	1000	103	0	0	0	0	70,4	3,4	-3	0	0	0	0	0	32,1
8	32609712,9	5891198,18	164,5	0	DEN	2000	100	0	0	0	0	70,4	9,1	-3	0	0	0	0	0	23,5
8	32609712,9	5891198,18	164,5	0	DEN	4000	91,6	0	0	0	0	70,4	30,7	-3	0	0	0	0	0	-6,5
8	32609712,9	5891198,18	164,5	0	DEN	8000	70,6	0	0	0	0	70,4	109,5	-3	0	0	0	0	0	-106,4

**Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA 2 GE-3.6-137 geplant", ID: "zb"**

Nr.	X	Y	Z	Refl.	DEN	Freq.	Lw	I/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahours	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
13	32609333,4	5891019,75	164,5	0	N	63	87,1	0	0	0	0	71,9	0,1	-3	0	0	0	0	0	18,1
13	32609333,4	5891019,75	164,5	0	N	125	95,3	0	0	0	0	71,9	0,5	-3	0	0	0	0	0	25,9
13	32609333,4	5891019,75	164,5	0	N	250	98,8	0	0	0	0	71,9	1,2	-3	0	0	0	0	0	28,7
13	32609333,4	5891019,75	164,5	0	N	500	99,9	0	0	0	0	71,9	2,1	-3	0	0	0	0	0	28,9
13	32609333,4	5891019,75	164,5	0	N	1000	99,7	0	0	0	0	71,9	4,1	-3	0	0	0	0	0	26,7
13	32609333,4	5891019,75	164,5	0	N	2000	96,9	0	0	0	0	71,9	10,7	-3	0	0	0	0	0	17,3
13	32609333,4	5891019,75	164,5	0	N	4000	88,7	0	0	0	0	71,9	36,4	-3	0	0	0	0	0	-16,6
13	32609333,4	5891019,75	164,5	0	N	8000	68,5	0	0	0	0	71,9	129,7	-3	0	0	0	0	0	-130,1

**Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA 5 GE-3.6-137 geplant", ID: "zb"**

Nr.	X	Y	Z	Refl.	DEN	Freq.	Lw	I/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahours	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
15	32609840,7	5890865,36	164,5	0	DEN	63	90	0	0	0	0	73,2	0,2	-3	0	0	0	0	0	19,7
15	32609840,7	5890865,36	164,5	0	DEN	125	97,9	0	0	0	0	73,2	0,5	-3	0	0	0	0	0	27,2
15	32609840,7	5890865,36	164,5	0	DEN	250	101,4	0	0	0	0	73,2	1,3	-3	0	0	0	0	0	29,9
15	32609840,7	5890865,36	164,5	0	DEN	500	103	0	0	0	0	73,2	2,5	-3	0	0	0	0	0	30,3
15	32609840,7	5890865,36	164,5	0	DEN	1000	103	0	0	0	0	73,2	4,7	-3	0	0	0	0	0	28,1
15	32609840,7	5890865,36	164,5	0	DEN	2000	100	0	0	0	0	73,2	12,4	-3	0	0	0	0	0	17,4
15	32609840,7	5890865,36	164,5	0	DEN	4000	91,6	0	0	0	0	73,2	42,2	-3	0	0	0	0	0	-20,7
15	32609840,7	5890865,36	164,5	0	DEN	8000	70,6	0	0	0	0	73,2	150,4	-3	0	0	0	0	0	-150

**Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA 4 GE-3.6-137 geplant", ID: "zb"**

Nr.	X	Y	Z	Refl.	DEN	Freq.	Lw	I/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahours	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
17	32609505	5890697,59	164,5	0	N	63	87,1	0	0	0	0	74	0,2	-3	0	0	0	0	0	15,9
17	32609505	5890697,59	164,5	0	N	125	95,3	0	0	0	0	74	0,6	-3	0	0	0	0	0	23,7
17	32609505	5890697,59	164,5	0	N	250	98,8	0	0	0	0	74	1,5	-3	0	0	0	0	0	26,3
17	32609505	5890697,59	164,5	0	N	500	99,9	0	0	0	0	74	2,7	-3	0	0	0	0	0	26,2
17	32609505	5890697,59	164,5	0	N	1000	99,7	0	0	0	0	74	5,2	-3	0	0	0	0	0	23,5
17	32609505	5890697,59	164,5	0	N	2000	96,9	0	0	0	0	74	13,7	-3	0	0	0	0	0	12,2
17	32609505	5890697,59	164,5	0	N	4000	88,7	0	0	0	0	74	46,3	-3	0	0	0	0	0	-28,6
17	32609505	5890697,59	164,5	0	N	8000	68,5	0	0	0	0	74	165,2	-3	0	0	0	0	0	-167,7

**Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "Enercon E-70 E4 2,3 MW (784966)", ID: "vb"**

Nr.	X	Y	Z	Refl.	DEN	Freq.	Lw	I/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahours	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
19	32609312	5887912	64	0	DEN	63	89,1	0	0	0	0	83,5	0,5	-3	0	0	0	0	0	8,2
19	32609312	5887912	64	0	DEN	125	96,3	0	0	0	0	83,5	1,7	-3	0	0	0	0	0	14,1
19	32609312	5887912	64	0	DEN	250	99,1	0	0	0	0	83,5	4,4	-3	0	0	0	0	0	14,3
19	32609312	5887912	64	0	DEN	500	99,9	0	0	0	0	83,5	8,1	-3	0	0	0	0	0	11,4
19	32609312	5887912	64	0	DEN	1000	99,1	0	0	0	0	83,5	15,3	-3	0	0	0	0	0	3,3
19	32609312	5887912	64	0	DEN	2000	95,6	0	0	0	0	83,5	40,5	-3	0	0	0	0	0	-25,4
19	32609312	5887912	64	0	DEN	4000	91,5	0	0	0	0	83,5	137,5	-3	0	0	0	0	0	-126,4
19	32609312	5887912	64	0	DEN	8000	85,7	0	0	0	0	83,5	490,4	-3	0	0	0	0	0	-485,1

**Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "Enercon E-70 E4 2,3 MW (784365)", ID: "vb"**

Nr.	X	Y	Z	Refl.	DEN	Freq.	Lw	I/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahours	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
29	32609085	5887701	64	0	DEN	63	89,1	0	0	0	0	83,9	0,5	-3	0	0	0	0	0	7,7
29	32609085	5887701	64	0	DEN	125	96,3	0	0	0	0	83,9	1,8	-3	0	0	0	0	0	13,6
29	32609085	5887701	64	0	DEN	250	99,1	0	0	0	0	83,9	4,6	-3	0	0	0	0	0	13,6
29	32609085	5887701	64	0	DEN	500	99,9	0	0	0	0	83,9	8,5	-3	0	0	0	0	0	10,5
29	32609085	5887701	64	0	DEN	1000	99,1	0	0	0	0	83,9	16,2	-3	0	0	0	0	0	2
29	32609085	5887701	64	0	DEN	2000	95,6	0	0	0	0	83,9	42,7	-3	0	0	0	0	0	-28
29	32609085	5887701	64	0	DEN	4000	91,5	0	0	0	0	83,9	144,9	-3	0	0	0	0	0	-134,3
29	32609085	5887701	64	0	DEN	8000	85,7	0	0	0	0	83,9	516,9	-3	0	0	0	0	0	-512,1

**Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA 4 Enercon E-70 E4 2,3 MW", ID: "vb"**

Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	I/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)	0	0	(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
31	32609563	5887565	64	0	DEN	63	89,1	0	0	0	0	84,1	0,6	-3	0	0	0	0	0	7,4
31	32609563	5887565	64	0	DEN	125	96,3	0	0	0	0	84,1	1,9	-3	0	0	0	0	0	13,3
31	32609563	5887565	64	0	DEN	250	99,1	0	0	0	0	84,1	4,7	-3	0	0	0	0	0	13,3
31	32609563	5887565	64	0	DEN	500	99,9	0	0	0	0	84,1	8,7	-3	0	0	0	0	0	10
31	32609563	5887565	64	0	DEN	1000	99,1	0	0	0	0	84,1	16,6	-3	0	0	0	0	0	1,4
31	32609563	5887565	64	0	DEN	2000	95,6	0	0	0	0	84,1	43,8	-3	0	0	0	0	0	-29,4
31	32609563	5887565	64	0	DEN	4000	91,5	0	0	0	0	84,1	148,7	-3	0	0	0	0	0	-138,3
31	32609563	5887565	64	0	DEN	8000	85,7	0	0	0	0	84,1	530,3	-3	0	0	0	0	0	-525,7

**Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "Enercon E-70 E4 2,3 MW (784367)", ID: "vb"**

Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	I/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)	0	0	(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
35	32609220	5887525	64	0	DEN	63	89,1	0	0	0	0	84,2	0,6	-3	0	0	0	0	0	7,3
35	32609220	5887525	64	0	DEN	125	96,3	0	0	0	0	84,2	1,9	-3	0	0	0	0	0	13,2
35	32609220	5887525	64	0	DEN	250	99,1	0	0	0	0	84,2	4,8	-3	0	0	0	0	0	13,1
35	32609220	5887525	64	0	DEN	500	99,9	0	0	0	0	84,2	8,8	-3	0	0	0	0	0	9,9
35	32609220	5887525	64	0	DEN	1000	99,1	0	0	0	0	84,2	16,8	-3	0	0	0	0	0	1,1
35	32609220	5887525	64	0	DEN	2000	95,6	0	0	0	0	84,2	44,3	-3	0	0	0	0	0	-29,9
35	32609220	5887525	64	0	DEN	4000	91,5	0	0	0	0	84,2	150,3	-3	0	0	0	0	0	-140
35	32609220	5887525	64	0	DEN	8000	85,7	0	0	0	0	84,2	536,1	-3	0	0	0	0	0	-531,6

**Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "Biogasanlage Gerhard Hyfing & Christine Hyfing GbR", ID: "vb"**

Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	I/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)	0	0	(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)						
37	32609508,3	5888446,52	6	0	DEN	500	95	0	0	3	0	82,3	7	4,7	0	0	0	0	0	4

**Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "Schweine Stall (16 Abluftkammine)", ID: "vb"**

Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	I/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)	0	0	(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)						
41	32609489,8	5888474,26	6	0	DEN	500	92	0	0	3	0	82,2	7	4,7	0	0	0	0	0	1,1

**Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "Schweine Stall (6 Abluftkammine)", ID: "vb"**

Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	I/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)	0	0	(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)						
43	32609442,8	5888518,65	6	0	DEN	500	87,8	0	0	3	0	82,1	6,9	4,7	0	0	0	0	0	-2,9

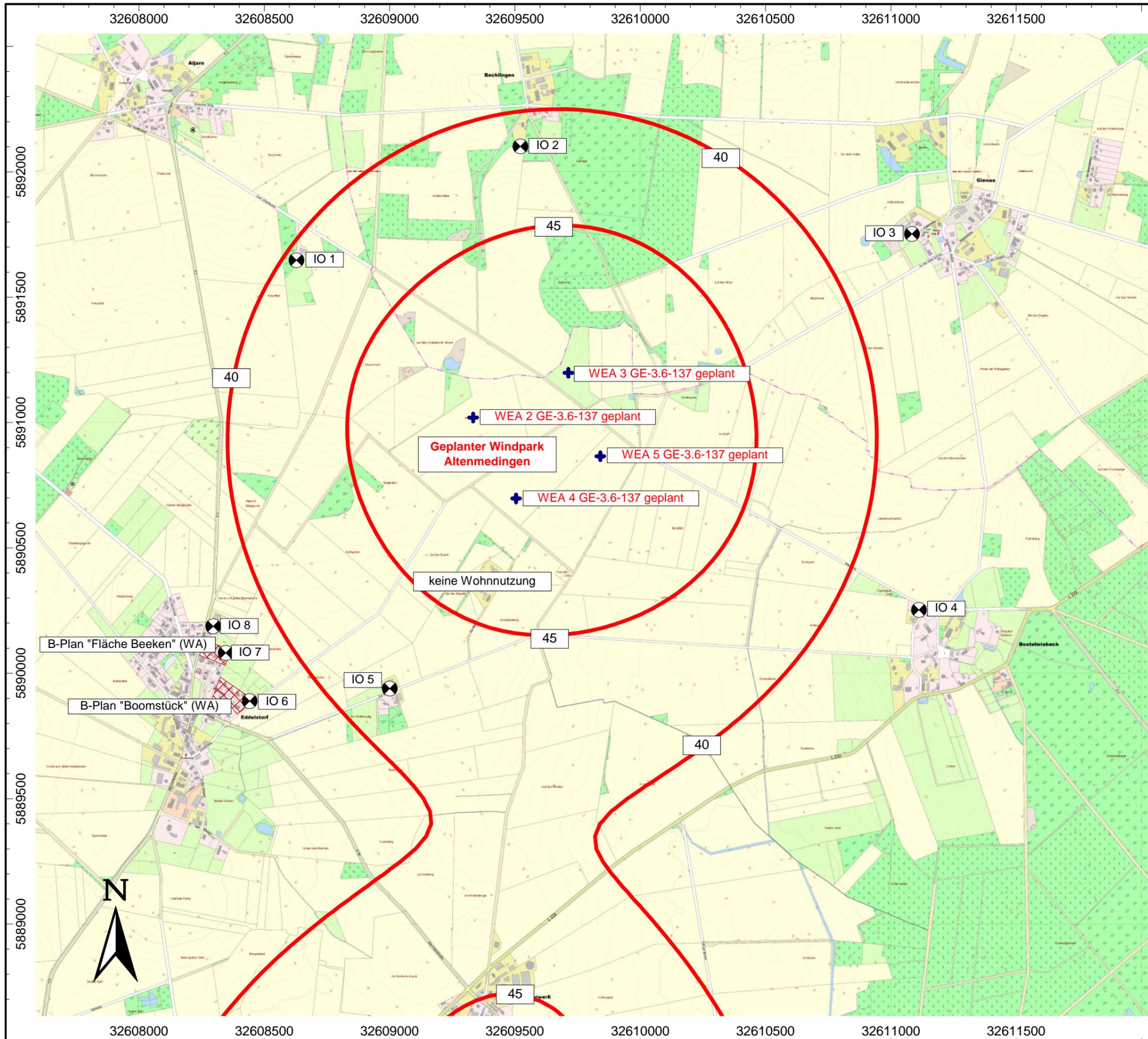
**Tabelle 1: Obere Vertrauensbereichsgrenze nachts**

Quelle										
Bezeichnung	L <sub>e,max</sub>	ID	IO 1	IO 2	IO 3	IO 4	IO 5	IO 6	IO 7	IO 8
<b><i>Geplanter Windpark Altenmedingen</i></b>										
WEA 2 GE-3.6-137 geplant	<b>104,2</b>	zb	35,6	34,0	28,0	27,7	33,7	31,1	31,7	32,0
WEA 3 GE-3.6-137 geplant	<b>107,2</b>	zb	36,2	38,7	33,7	32,2	33,9	31,3	31,7	31,8
WEA 4 GE-3.6-137 geplant	<b>104,2</b>	zb	32,3	31,4	28,0	29,4	35,9	31,9	32,1	32,1
WEA 5 GE-3.6-137 geplant	<b>107,2</b>	zb	33,9	35,3	33,3	34,2	35,5	32,1	32,2	32,2
<b><i>Windpark Haaßel</i></b>										
Enercon E-70 E4 2,3 MW (784966)		vb	20,1	18,8	18,7	23,2	27,5	26,9	25,8	25,2
WEA 4 Enercon E-70 E4 2,3 MW		vb	18,8	17,8	18,1	22,6	25,5	24,8	23,9	23,4
Enercon E-70 E4 2,3 MW (784365)		vb	19,5	18,1	17,9	22,0	26,5	26,3	25,2	24,7
Enercon E-70 E4 2,3 MW (784367)		vb	18,9	17,7	17,6	21,8	25,6	25,3	24,3	23,8
<b><i>Sonstige Betriebe und Anlagen</i></b>										
Biogasanlage Gerhard Hyfing & Christine Hyfing GbR		vb	5,4	4,0	3,9	10,0	15,3	13,8	12,4	11,7
Schweinegestall (16 Abluftkamine)		vb	2,6	1,1	1,0	7,0	12,6	11,0	9,6	8,9
Schweinegestall (6 Abluftkamine)		vb	-1,4	-2,9	-3,1	2,8	8,8	7,3	5,8	5,1
<b>Vorbelastung</b>										
<b>Zusatzbelastung Wp Altenmedingen</b>			40,8	41,7	37,6	37,6	40,9	37,7	38,0	38,1
<b>Gesamtbelastung</b>			40,8	41,7	37,6	37,6	40,9	37,7	38,0	38,1
<b>Immissionsrichtwert</b>			<b>45</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>45</b>
<b>Überschreitung</b>			-	-	-	-	-	-	-	-

Hinweise:

Immissionsbeiträge, die mehr als 12 dB unter dem Immissionsrichtwert liegen, wurden bei der Ermittlung der Beurteilungspegel durch die Vorbelastung nicht berücksichtigt. In den Teilpegeln der Windenergieanlagen ist der Zuschlag für die obere Vertrauensbereichsgrenze enthalten.

Hinweis:  
Abweichungen zu den tabellarischen Ergebnissen ergeben sich aus dem Sachverhalt, dass bei der Ermittlung der Beurteilungspegel nur die Betriebe und Anlagen berücksichtigt werden, deren Immissionsbeiträge höchstens 12 dB unter dem Immissionsrichtwert liegen.



### Anlage 7

#### Isophonenkarte

Obere Vertrauensbereichsgrenze des Beurteilungspegels durch die Gesambelastung nachts, Aufpunkthöhe 5 m

Maßstab 1:15000  
Projekt Nr.: 451518gfk14  
Bearbeiter: F. Küke  
Datum: 05.11.2019