

# **Gutachten der zu erwartenden Schallimmissionen am Standort Waldfeucht**

**- Schallimmissionsprognose -**

**2018-05-24**

**SP18009B1**

## Gutachten der zu erwartenden Schallimmissionen am Standort Waldfeucht

### Bericht SP18009B1

<b>Standort bzw. Messort:</b>	52525 Waldfeucht / Nordrhein-Westfalen
-------------------------------	--

<b>Auftraggeber:</b>	Melatener Sträßchen Betriebs GbR Wolfsgasse 13a 52538 Gangelt
----------------------	---

<b>Auftragnehmer:</b>	windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Str. 73a 41517 Grevenbroich
-----------------------	---

<b>Datum der Auftragserteilung:</b>	2018-03-14	<b>Auftragsnummer:</b>	18 0071 09
-------------------------------------	------------	------------------------	------------

<b>Geprüft von:</b>	<b>Trainee:</b>	<b>Bearbeitet von:</b>
---------------------	-----------------	------------------------

Dipl.-Ing. Frank Albers

M. Eng. Lasma Pikuma

Dipl.-Ing. Florian Schmidt

Bereichsleitung

Projektmanagerin

Projektmanager

Grevenbroich, 2018-05-24

**Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung der windtest grevenbroich gmbh vervielfältigt werden. Er umfasst insgesamt 50 Seiten inkl. der Anlagen.**



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>GRUNDLAGEN</b> .....	<b>5</b>
2.1	Angewandte Gesetze, Richtlinien und Empfehlungen .....	5
2.2	Standortbeschreibung .....	6
2.3	Beschreibung der Immissionspunkte .....	6
2.3.1	Angaben zu geplanten Schallschutzmaßnahmen, Bebauung, Bewuchs .....	7
2.4	Beschreibung der Emissionsquellen .....	8
2.4.1	Akustische Quellen einer Windenergieanlage .....	8
2.4.2	Akustische Kenngrößen von Windenergieanlagen .....	8
2.4.3	Immissionsrelevanter, A-bewerteter Schalleistungspegel ( $L_{WA}$ ), Zuschläge für Ton- und Informationshaltigkeit ( $K_T$ ) sowie Impulshaltigkeit ( $K_I$ ) .....	8
2.4.4	Tieffrequenter Schall .....	8
2.4.5	Gesamtbelastung durch die existierenden Anlagen .....	10
<b>3</b>	<b>BESTIMMUNG DER SCHALLIMMISSIONEN</b> .....	<b>14</b>
3.1	Berechnungs- und Beurteilungsverfahren .....	14
3.2	Obere Vertrauensbereichsgrenze .....	15
3.3	Ergebnisse .....	17
<b>4</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>ANHANG</b> .....	<b>20</b>
5.1	Literaturverzeichnis .....	20
5.2	Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen .....	23
5.3	Bearbeitungsverlauf .....	24
5.4	Tabellenverzeichnis .....	25
5.5	Abbildungsverzeichnis Anhang .....	25
5.6	Ergebnisse der Vorbelastung der WEA .....	26
5.7	Oktavbanddaten der Vorbelastung .....	30
5.8	Dokument [XXVI] (N149/4.500 - Mode 0, und 17) .....	31
5.9	Dokument [XXVII] (REpower MD77 1500 - Level 0) .....	35
5.10	Dokument [XXVIII] (E66/18.70 - Level 0) .....	36
5.11	Dokumente [XXIX] (D6/62 - Level 0) .....	37
5.12	Dokument [XXX] (V112 3.000 - Level 2) .....	40
5.13	Dokument [XXXI] (V112 3.000 - Level 0) .....	43
5.14	Dokument [XXXII] (E-82 E2 Level 0) .....	46
5.15	Dokument [XXXIII] (Vestas V80-2.0MW - Level 0) .....	49



# 1 Aufgabenstellung

Die windtest grevenbroich gmbh (wtg) erhielt 2018-03-14 von dem Melatener Sträßchen Betriebs GbR den Auftrag zur Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung der zu erwartenden Schallimmissionen für das Neubaugebiet "Am Melatener Sträßchen", Gemarkung Waldfeucht, verursacht durch 28 Windenergieanlagen (WEA) sowie dem Gewerbegebiet Bocket und die in Planung befindliche Kartoffellagerhalle.

Die Berechnungen sollen Auskunft darüber geben, ob von der gegenständlichen, schalltechnischen Belastung schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche gemäß TA Lärm [II] ausgehen können.

Hierbei ist anzumerken, dass die TA Lärm [II] Anwendung findet bei der Beurteilung des Einflusses bereits genehmigter und bestehender Anlagen auf im Zubau bzw. in der Planung befindliche Immissionsorte.

Bei den zu berücksichtigenden Windenergieanlagen handelt es sich im Sinne der 4. BImSchV [III] (Anhang 1.6), um 28 WEA. Entsprechend der Nomenklatur der TA Lärm [II] stellen diese WEA sowie das Gewerbegebiet und die Kartoffellagerhalle die schalltechnische Gesamtbelastung der Immissionspunkte dar.

In dem gegenständlichen Gutachten wird davon ausgegangen, dass die existierenden WEA im Dauerbetrieb betrieben werden. Maßgebend für die Beurteilung ist die TA Lärm [II], nach welcher die Tag- und Nacht- Immissionsrichtwerte eingehalten werden müssen.

Aufgrund der i. d. R. niedrigeren Immissionsrichtwerte für den Nachtzeitraum, stellen diese die höhere Anforderung an die relevanten Anlagen dar.

Ausschlaggebend ist die volle Nachtstunde mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu welchem die zu beurteilenden Anlagen relevant beitragen. Die Beurteilungszeit „Nacht“ beginnt um 22:00 Uhr und endet um 06:00 Uhr am Folgetag.

Die Beurteilungszeit „Tag“ hingegen beginnt um 06:00 Uhr und endet um 22:00 Uhr.



## 2 Grundlagen

### 2.1 Angewandte Gesetze, Richtlinien und Empfehlungen

- Gesetzliche Grundlage für die Schallimmissionsprognose ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [III].
- Zur Konkretisierung der Pflichten aus § 5 BImSchG wird die „Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (TA Lärm) [II] herangezogen.
- Die Ausbreitung des Schalls wird gemäß TA Lärm nach DIN ISO 9613-2 [IV] sowie deren Erweiterung zum Interimsverfahren [V] berechnet.
- Für die akustische Vermessung von WEA stellt die Technische Richtlinie Teil 1 Rev. 18 (TR 1) [VI] den Stand der Technik dar.
- Die nach TA Lärm [II] geforderte Angabe zur Qualität des Prognosemodells orientiert sich generell an den Empfehlungen des Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) [X] sowie dem nachfolgenden Entwurf zum Interimsverfahren [XI].
- Anforderung an Art und Umfang der Qualität werden in [II] nicht näher beschrieben. Dies hat zur Folge, dass die Beurteilung bei Genehmigungsbehörden unterschiedlich gehandhabt wird. Aus diesem Grund wird zusätzlich der Windenergieerlass des Landesumweltamtes NRW [XIV] sowie der Erlass zur Einführung der neuen LAI-Hinweise [XV] berücksichtigt.
- Für den Vergleich der berechneten Schallimmissionsparameter zu den festgelegten Richtwerten wird, entsprechend den Empfehlungen des LAI, die Rundungsregel gemäß DIN 1333 [IX] angewendet. Dies bedeutet, dass ein Vergleich zwischen ganzzahlig gerundeten Werten erfolgt.

Hinweis zur korrekten Rundung der Berechnungsergebnisse entsprechend Windenergiehandbuch [XXI]:

*"Da die Berechnung des Beurteilungspegels eine Logarithmierung umfasst, ergibt sich stets eine Zahl mit (potenziell unendlich) vielen Nachkommastellen, so dass eine Rundung mathematisch unerlässlich ist. [...] Dabei darf außerdem nicht vergessen werden, dass die derzeitige Prognoserechnung mit einer Unsicherheit von 1,5 dB belastet ist, so dass bereits die erste Nachkommastelle nur noch eingeschränkt trägt und die weiteren Nachkommastellen physikalisch bedeutungslos sind, auch schon deshalb, weil Schallpegeldifferenzen in dieser Größenordnung um zwei Größenordnungen zu gering sind, um wahrgenommen zu werden. Bereits in der ersten Nachkommastelle sind Abweichungen von 0,1 bis 0,2 dB(A) zwischen verschiedenen Berechnungsprogrammen möglich, die durch die über die Vielzahl der einzelnen Teilberechnungsschritte der komplexen Modellrechnung erfolgenden internen Rundungen verursacht werden. Die zweite Nachkommastelle ist neben den physikalischen Aspekten daher auch rein berechnungspraktisch völlig unbelastbar."*

Aufgrund der Tatsache, dass im Berechnungsprogramm WindPRO [XII] eine kaufmännische Rundung durchgeführt wird, wird in den detaillierten Berechnungsergebnissen eine zweite Nachkommastelle angegeben. Diese wird jedoch, für die Darstellung der Ergebnisse aus den oben genannten Gründen vernachlässigt.

Anmerkung: Die angegebene Unsicherheit entstammt dem bisher angewandten alternativen Verfahren entsprechend [IV]. Die Schlussfolgerungen bezüglich der Nachkommastellen gelten jedoch ebenfalls für das Interimsverfahren.



## 2.2 Standortbeschreibung

Das Neubaugebiet "Am Melatener Sträßchen" im Waldfeucht befindet sich im Bundesland Nordrhein-Westfalen etwa 7 km westlich der Stadt Heinsberg.

Die Umgebung des Standortes besteht aus flachen, landwirtschaftlich genutzten Flächen. Sie ist im Umkreis von mehreren Kilometern mäßig besiedelt, vorwiegend in Form einzelner Häuser und Gehöfte sowie kleinerer Dörfer und Ortschaften. Die Ortschaften Frilinghoven (ca. 0,8 km östlich), Bocket (ca. 0,8 km südsüdöstlich), Koningsbosch (ca. 1,9 km südwestlich) und Echterbosch (ca. 1,3 km nordwestlich) befinden sich in mittelbarer Nähe zum geplanten Neubaugebiet.

Das Areal der bestehenden WEA und der Immissionspunkte sind auf einer geodätischen Höhe von 65 m bis 71 m ü. NN gelegen.

## 2.3 Beschreibung der Immissionspunkte

Die Immissionspunkte wurden durch den Auftraggeber ausgewählt (siehe Tabelle 1 und Abbildung 1). Entsprechend den Planunterlagen soll von einem allgemeinen Wohngebiet ausgegangen werden. Daraus resultiert ein Immissionsrichtwert (IRW) für die Nachtstunden (22:00 bis 06:00 Uhr) von 40 dB und für die Tagesstunden (06:00 bis 22:00 Uhr) von 55 dB.

Die Aufpunkthöhe aller Immissionspunkte wird gemäß der DIN 45645-1 [VIII] mit 4 m über Grund angenommen.

Anmerkung: Die IRW für den Zeitraum „Tag“ werden durch die Belastung der gegenständlichen Parkkonfiguration sicher eingehalten, deshalb wird im Folgenden nur der Zeitraum „Nacht“ weiter betrachtet bzw. dargestellt.

Tabelle 1: Angaben zu den Immissionspunkten

Wind-PRO IP	Bezeichnung des IP	Einstufung	Nacht-IRW [dB]	Koordinatensystem: UTM WGS84, Zone 32	
				Rechtswert [m]	Hochwert [m]
A	MP1	allgem. Wohngeb.	40	289.049	5.661.183
B	MP2	allgem. Wohngeb.	40	289.098	5.661.203
C	MP3	allgem. Wohngeb.	40	289.148	5.661.138
D	MP4	allgem. Wohngeb.	40	289.123	5.661.095
E	MP5	allgem. Wohngeb.	40	289.073	5.661.054
F	MP6	allgem. Wohngeb.	40	289.033	5.661.087
G	MP7	allgem. Wohngeb.	40	288.976	5.661.129
H	MP8	allgem. Wohngeb.	40	289.074	5.661.129



Abbildung 1: Immissionspunkte "Am Melatener Sträßchen"

### 2.3.1 Angaben zu geplanten Schallschutzmaßnahmen, Bebauung, Bewuchs

Es sind keine Schallschutzmaßnahmen geplant.

Umgebungsbedingte Einflüsse wie Absorption durch standortbedingte Vegetation oder Abschirmung durch vorgelagerte Gebäude an den relevanten Immissionspunkten werden im Sinne einer „Worst – Case“ Berechnung nicht berücksichtigt.



## 2.4 Beschreibung der Emissionsquellen

### 2.4.1 Akustische Quellen einer Windenergieanlage

Akustisch betrachtet setzt sich eine im Betrieb befindliche WEA aus mehreren Einzelschallquellen zusammen. Zu nennen sind hier z. B. Komponenten wie Generator, Getriebe und Hydraulikpumpen (falls vorhanden), Lüfteranlagen und Transformatoren, welche sowohl über die Öffnungen in der Gondel und im Turm direkt, als auch durch Körperschallübertragung über Maschinenhaus, Blätter und Turm Geräusche abstrahlen.

Aerodynamisch bedingte Geräusche durch die Rotorblätter stellen eine weitere wesentliche Schallquelle dar. Diese Geräusche sind in der Regel breitbandig und vorrangig von der Blattspitzengeschwindigkeit, den Blattprofilen und der Betriebsführung abhängig.

Die betriebsbedingten Geräusche einer WEA können ton- und/oder impulshaltig sein.

### 2.4.2 Akustische Kenngrößen von Windenergieanlagen

Im Rahmen einer akustischen Vermessung einer WEA nach Technischer Richtlinie [VI] werden alle „normalen“ Geräusche im Wert des A-bewerteten Schalleistungspegels ( $L_{WA}$ ) zusammengefasst. Besondere Auffälligkeiten wie z. B. Tonhaltigkeit oder Impulshaltigkeit werden explizit genannt und numerisch als Zuschläge zum Schalleistungspegel angegeben. Die Geräuschentwicklung einer WEA, ggf. auch Auffälligkeiten (ton- oder und impulshaltig), sind abhängig von der Windgeschwindigkeit. Daher sind zu den akustischen Kenngrößen einer WEA immer Angaben von zugehöriger Windgeschwindigkeit und Messhöhe der Windgeschwindigkeit notwendig.

### 2.4.3 Immissionsrelevanter, A-bewerteter Schalleistungspegel ( $L_{WA}$ ), Zuschläge für Ton- und Informationshaltigkeit ( $K_T$ ) sowie Impulshaltigkeit ( $K_I$ )

Für die Berechnung wird der immissionsrelevante Schalleistungspegel  $L_{WA}$  einer WEA verwendet. Dieser Pegel ist der Schalleistungspegel einer in Betrieb befindlichen WEA, der an den Immissionsorten den höchsten Beurteilungspegel beim bestimmungsgemäßen Gebrauch der Anlage erzeugt. Dieser wird bei WEA i. d. R. bei einer Windgeschwindigkeit von bis zu 10 m/s (auf 10 m Höhe) erreicht bzw. bei der Windgeschwindigkeit bei 95 % der Nennleistung, wenn dies unterhalb von 10 m/s (auf 10 m Höhe) der Fall ist. Mit dem Schalleistungspegel sind alle Schallquellen (inklusive Transformator) einer WEA berücksichtigt.

### 2.4.4 Tieffrequenter Schall

Obwohl nicht in allen Normen und Regelwerken der Frequenzbereich einheitlich fest definiert wird, lässt sich Schall im Frequenzbereich von 1 Hz bis 125 Hz im Allgemeinen als tieffrequent bezeichnen.



Gemäß TA Lärm [II] Abschnitt 7.3 sind tieffrequente Geräusche zu berücksichtigen, wenn das zu beurteilende Geräusch maßgebliche energetische Anteile im Frequenzbereich unterhalb 90 Hz aufweist oder davon auszugehen ist. Obwohl bei der Beurteilung von Umwelteinwirkungen durch tieffrequente Geräusche immer auf den Einzelfall abzustellen ist und die örtlichen Verhältnisse immer mit zu berücksichtigen sind, macht die TA Lärm [II] dennoch weitere Angaben um dem Entstehen von potenziell schädlichen Umwelteinwirkungen vorzubeugen. Im Anhang A.1.5 von [II] werden einige Schallquellen aufgeführt, die erfahrungsgemäß maßgeblichen Schall im tieffrequenten Bereich emittieren und bei denen vorsorgliche Maßnahmen getroffen werden sollten.

WEA werden im Anhang A.1.5 nicht explizit aufgeführt und können darüber hinaus auch keiner der dort aufgelisteten Maschinenkategorien direkt zugeordnet werden.

Obwohl das Betriebsgeräusch von WEA Schallanteile im tieffrequenten Bereich aufweist, sind diese typischerweise nicht derart ausgeprägt, um in immissionsrelevanter Entfernung ( $\geq 300$  m) zu schädlichen Umwelteinwirkungen oder zu einer erheblichen Belästigung der Nachbarschaft gemäß [II], zu führen.

Die wesentlichste Schallquelle bei WEA bilden die Rotorblätter, die typischerweise ein breitbandiges aerodynamisches Betriebsgeräusch emittieren, erfahrungsgemäß mit maßgeblichen Schallanteilen um ca. 500 Hz.

Ferner, wird der Bereich von 1 Hz bis ca. 20 Hz gesondert unter der Benennung „Infraschall“ geführt. Dieser Schall liegt in einem Frequenzbereich der über das menschliche Gehör nicht mehr direkt wahrgenommen werden kann, aber für den der Mensch dennoch indirekt empfänglich sein kann.

Hierzu wurden in den Jahren 2002 bis 2011 mehrere Untersuchungen und Messungen an verschiedenen gängigen WEA Typen durchgeführt. Im Informationsblatt UmweltWissen (UW) 117 [XXII] des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) und des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) werden diese Studien und Erkenntnisse aus den durchgeführten Messungen zusammenfassend aufgeführt.

Entsprechend [XXII] wird von WEA Infraschall erzeugt, jedoch liegt dieser deutlich unterhalb der Wahrnehmungsgrenze und verursacht somit keine, für den Menschen schädlichen Einwirkungen.

Auch neuere Veröffentlichungen zeigen, dass von WEA emittierte Schallimmissionen im Infraschallbereich deutlich unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle liegen (Verweiß in [XIV] auf Fachinformation des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit von 2012-08-03 und auf die Literaturrecherche des Bundesumweltamtes „Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall“ von 2014-06). Dies wird ebenfalls in der 2016-02 veröffentlichten Untersuchung zum Thema „Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen“ durch das LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) bestätigt [XXV].



## 2.4.5 Gesamtbelastung durch die existierenden Anlagen

In der Abbildung 2 ist die Vorbelastung durch das Gewerbegebiet und die Kartoffellagerhalle dargestellt.

Das Gewerbegebiet Bocket befindet sich etwa 250 m südöstlich des geplanten Neubaugebietes (siehe Abbildung 2). Um den Einfluss des Industriegebietes beurteilen zu können, wurden 2018-04-06 die Baugenehmigungen der betroffenen Betriebe bei der Immissionsschutzbehörde des Kreises Heinsberg eingesehen.

Im Gewerbegebiet sind zwei Betriebe (ALDI und REWE), die laut Baugenehmigung die Richtwerte über Nacht einhalten müssen. Die ausschlaggebenden Immissionspunkte sind Frilinghoven 1+3. Diese Immissionspunkte befinden sich etwa 250 m östlich dieser Betriebe. Aufgrund der Entfernung des Wohngebietes von mehr als 500 m zu diesen Betrieben werden die Betriebe keine Einwirkung auf das Wohngebiet haben. Die beiden Betriebe werden daher nicht als relevant bewertet und werden in den Berechnungen nicht berücksichtigt.

Schallimmissionen durch Fahrzeugbewegungen auf dem Gelände des bestehenden landwirtschaftlichen Betriebes (zwischen Melatenstraße und Bocketer Weg) im Nachtzeitraum können vernachlässigt werden. Diese Einschätzung beruht auf der Annahme, dass im Jahresmittel zwei Fahrten pro Tag im Nachtzeitraum mit einer Geschwindigkeit von maximal 30 km/h stattfinden. Weiterhin muss eine geplante Kartoffelhalle auf dem gleichen Grundstück berücksichtigt werden. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung war die Platzierung der Lüftungsanlagen nicht bekannt. Aus diesem Grund wurde auf Basis der existierenden Vorbelastung ein maximal möglicher Emissionswert für die Lüftungsanlagen abgeschätzt. Um sicher zu stellen, dass der geplante Richtwert von 40 dB eingehalten wird, dürfen die Lüftungsanlagen am nächstgelegenen Immissionspunkt einen maximalen Beurteilungspegel von 38 dB (inkl. aller Unsicherheiten) verursachen.

Weitere Vorbelastungen innerhalb des angrenzenden Mischgebietes können anhand der Standortbesichtigung ausgeschlossen werden.





Fortsetzung der Tabelle 2

Bezeichnung	WEA-Typ	Nabenhöhe [m]	Leistung [kW]		L <sub>WA</sub> <sup>1)</sup> [dB]		Koordinatensystem: UTM WGS84, Zone 32	
			Tag	Nacht	Tag	Nacht	Rechtswert [m]	Hochwert [m]
WEA 10	D6/62	68,5	1.000	1.000	100,2	100,2	288.257	5.659.062
WEA 11	V112	140	3.000	3.000	106,2	104,9	288.084	5.659.468
WEA 12	V112	140	3.000	3.000	106,2	106,2	288.509	5.659.312
WEA 13	V112	140	3.000	3.000	106,2	106,2	287.935	5.659.161
WEA 14	V112	119	3.000	3.000	106,3	106,3	287.730	5.658.836
WEA 15	E-82 E2	108,4	2.300	2.300	105,4	105,4	288.134	5.658.826
WEA 16	V80	100	2.000	2.000	105,5	105,5	290.273	5.658.344
WEA 17	V80	100	2.000	2.000	105,5	105,5	290.767	5.658.534
WEA 18	V80	100	2.000	2.000	105,5	105,5	290.657	5.658.123
WEA 19	V80	100	2.000	2.000	105,5	105,5	291.208	5.658.309
WEA 20	V80	100	2.000	2.000	105,5	105,5	291.396	5.658.005
WEA 21	V80	100	2.000	2.000	105,5	105,5	290.534	5.657.750
WEA 22	V80	100	2.000	2.000	105,5	105,5	291.015	5.657.653
WEA 23	V80	100	2.000	2.000	105,5	105,5	291.622	5.657.643
WEA 24	V80	100	2.000	2.000	105,5	105,5	291.785	5.657.308
WEA 25	N149/4.500	125	4.500	2.800	108,2	98,6	290.583	5.658.824
WEA 26	N149/4.500	125	4.500	2.800	108,2	98,6	290.876	5.659.133
WEA 27	N149/4.500	125	4.500	2.800	108,2	98,6	291.170	5.658.855
WEA 28	N149/4.500	125	4.500	2.800	108,2	98,6	288.611	5.658.981

1) Obere Vertrauensbereichsgrenze bereits aufaddiert (s. Kapitel 3.2)

Für die bestehenden REpower WEA (Nr. 1 und 2) des Typs MD77 liegt für den offenen (leistungsoptimierten) Betriebsmodus das Hersteller-Dokument D-1.2-VM.SM.04-A-A [XXVII] vor, welches die Bestimmung der Schallemissionsparameter dieses WEA-Typs aus drei Einzelmessungen nachweist.

Für die bestehenden ENERCON WEA (Nr. 3 bis 9) des Typs E-66/18.70 liegt für den offenen (leistungsoptimierten) Betriebsmodus der Prüfbericht KCE 26207-2 [XXVIII] vor, welcher die Bestimmung der Schallemissionsparameter dieses WEA-Typs aus drei Einzelmessungen nachweist.

Für die bestehenden DeWind WEA (Nr. 10) des Typs D6/62 liegen für den offenen (leistungsoptimierten) Betriebsmodus die Messberichte RWTUEV\_3-3-908-1999-DB-60026, RWTUEV\_3-3-908-1999-DB-60036 und RWTUEV\_3-3-908-1999-DB-60037 [XXIX] vor, welche die Bestimmung der Schallemissionsparameter dieses WEA-Typs aus jeweils einer Einzelmessung nachweisen.



Für die bestehende Vestas WEA (Nr. 11; Nabenhöhe 140 m) des Typs V112 3.000 liegt für den schallreduzierten Betriebsmodus (Level 2) der Messbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0006-A [XXX] vor, welcher die Bestimmung der Schallemissionsparameter dieses WEA-Typs aus drei Einzelmessungen nachweist.

Für die bestehenden Vestas WEA (Nr. 12 und 13; Nabenhöhe 140 m) des Typs V112 3.000 liegt für den offenen (leistungsoptimierten) Betriebsmodus der Messbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0003-C [XXXI] vor welcher die Bestimmung der Schallemissionsparameter dieses WEA-Typs aus drei Einzelmessungen nachweist. Da bei dieser WEA der maximale LWA nicht bei 95 % der Nennleistung liegt, wurde, auf Basis dieses Berichtes, der Schallleistungspegel für die Nabenhöhe von 119 m anhand einer Nabenhöhenumrechnung bestimmt (WEA Nr. 14).

Für die bestehende ENERCON WEA des Typs E-82 E2 (WEA 15) liegt für den offenen (leistungsoptimierten) Betriebsmodus der Prüfbericht KCE 211376-01.01 [XXXII] vor, welcher die Bestimmung der Schallemissionsparameter dieses WEA-Typs aus drei Einzelmessungen nachweist.

Für die bestehenden Vestas WEA (Nr. 16 bis 24) des Typs V80 liegt für den offenen (leistungsoptimierten) Betriebsmodus der Bericht WT 3718/04 [XXXIII] vor, welcher die Bestimmung der Schallemissionsparameter dieses WEA-Typs aus drei Einzelmessungen nachweist.

Für die als Vorbelastung zur berücksichtigen geplanten WEA des Typs Nordex N149 (WEA 25 bis 28) liegt, für den leistungsoptimierten Betriebsmodus (Mode 0) und den leistungsreduzierten bzw. schalloptimierten Betriebsmodus (Mode 17) das Hersteller-Dokument E0004269930 [XXVI] vor. Aus diesem geht hervor, dass der geplante WEA-Typ schalltechnisch berechnet wurde. Die maximalen  $L_{WA}$  betragen für die Nabenhöhe von 125 m 106,1 dB (Mode 0) und 96,5 dB (Mode 17).

Aufgrund der großen Entfernung zum Standort Waldfeucht werden die bestehenden Nordex WEA des Typs N117/2400 (Windpark Pütt) im vorliegenden Gutachten nicht berücksichtigt. Die zu berücksichtigenden IP liegen, gemäß [II] deutlich außerhalb des Einwirkungsbereiches der bestehenden Nordex WEA.

Für die bestehenden WEA lagen keine, vom Hersteller berechneten Oktavspektren für die jeweiligen Betriebsmodi vor. Die Ersatzspektren wurden von wtg gemäß den LAI-Hinweisen [XI] anhand der in ihrer Genehmigung festgelegten Schallleistungspegel berechnet. Eine Ergebnisdarstellung zur Überprüfung erfolgt im Anhang 5.7.



## 3 Bestimmung der Schallimmissionen

### 3.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren

Die Berechnung der Schallausbreitung wird, gemäß TA Lärm [II] nach DIN ISO 9613-2 [V] durchgeführt. Hinsichtlich des in der TA Lärm [II] und der Technischen Richtlinie 1 [VI] aufgeführten Verfahrens, erfolgt die Berechnung in diesem Gutachten frequenzabhängig, als detaillierte Prognose für freie Schallausbreitung.

Die Berücksichtigung der Bodendämpfung wird gemäß den LAI Hinweisen [XI] durchgeführt.

Unterschiede in der Schallausbreitung für verschiedene meteorologische Bedingungen werden nicht berücksichtigt. Stattdessen wird konservativ von schallausbreitungsgünstigen Bedingungen ausgegangen, d.h. der Meteorologiefaktor  $C_0$  wird gemäß DIN ISO 9613-2 [IV] mit 0 dB angenommen.

Unberücksichtigt bleibt jedoch die windrichtungsabhängige Ausbreitung des Schalls. In den Berechnungen wird von einem worst-case Fall ausgegangen, den es in der Realität so nicht gibt. Die Immissionen der einzelnen Immissionspunkte werden so berechnet, dass der IP von jeder Anlage aus gesehen in Mitwindrichtung steht. Dies würde bedeuten, dass der Wind gleichzeitig aus mehreren Richtungen kommen müsste. Die daraus resultierende Überschätzung der Verhältnisse dient als zusätzliche Sicherheit bei der Beurteilung.

Zur Anwendung kommt das Softwareprogramm WindPRO (Version 3.1.633) [XII]. Eine WEA wird als eine ungerichtet, ins Freie abstrahlende Punktschallquelle betrachtet. Dementsprechend werden folgende Randbedingungen berücksichtigt:

- Es wird eine frequenzselektive (oktavbandabhängige) Berechnung durchgeführt
- Richtwirkungskorrektur: entsprechend den LAI Hinweisen [XI] mit 0 dB berücksichtigt
- Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung: wird berücksichtigt (siehe Anhang)
- Dämpfung aufgrund von Luftabsorption: wird berücksichtigt (siehe Anhang)
- Dämpfung aufgrund des Bodeneffektes: entsprechend den LAI Hinweisen [XI] mit -3 dB berücksichtigt
- Dämpfung aufgrund von Abschirmung: wird nicht berücksichtigt
- Dämpfung aufgrund anderer Effekte: wird nicht berücksichtigt



## 3.2 Obere Vertrauensbereichsgrenze

Entsprechend der TA Lärm [II] wird im folgenden Kapitel eine Aussage zur Qualität der vorliegenden Schallimmissionsprognose getroffen, welche unter dem Begriff obere Vertrauensbereichsgrenze (OVG) zusammengefasst wird.

Die OVG umfasst eine Bewertung der Zuverlässigkeit und Validität der Eingabedaten sowie der Richtigkeit und Präzision des Prognosemodells einschließlich der programmtechnischen Umsetzung - diese spiegelt sich in der Gesamtstandardabweichung der Prognose  $\sigma_{ges}$  ([XI], [XIX]) wieder

Die Gesamtstandardabweichung der Prognose setzt sich wie folgt zusammen:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Progn}^2} \quad [\text{dB}] \quad (\text{Gl. 1})$$

$\sigma_{ges}$	:	Gesamtstandardabweichung der Prognose [dB]
$\sigma_R$	:	Standardabweichung der Messergebnisse [dB]
$\sigma_P$	:	Produktionsstandardabweichung, Produktstreuung [dB]
$\sigma_{Progn}$	:	Standardabweichung der Prognosegenauigkeit [dB]

Die Standardabweichung der Messergebnisse  $\sigma_R$  kennzeichnet die Streuung der Messwerte mit denen ein Schalleistungspegel typischerweise ermittelt wird. Sofern Messberichte vorliegen, die den Vorgaben der Technischen Richtlinie [VI] bzw. IEC [VII] entsprechen, wird, gemäß [XX], für die Standardabweichung der Messergebnisse  $\sigma_R$  ein Wert von 0,5 dB vergeben. Liegt hingegen kein Messbericht vor, kann gemäß Windenergie-Hanbuch [XXI] eine maximale Standardabweichung von bis zu 3,0 dB vergeben werden. Die einzelnen Werte sind in Tabelle 3 und im Anhang (sofern Messberichte vorhanden) dargestellt.

Die Produktionsstandardabweichung  $\sigma_P$  kennzeichnet die Streuung der Messwerte, die bei Wiederholungsmessungen an Maschinen gleicher Bauart und gleicher Serie aufgrund der innerhalb der Serie zulässigen Fertigungstoleranzen auftritt. In Abhängigkeit der vorhandenen Eingangsdaten werden für alle betrachteten WEA entsprechende Produktions-Standardabweichungen berechnet. Liegt kein oder nur ein Messbericht vor, wird gemäß [XIX] ein  $\sigma_P$  von 1,2 dB gewählt. Diese Werte werden ebenfalls in Tabelle 3 aufgeführt.

Die Prognosegenauigkeit  $\sigma_{Progn}$  wird, in Anlehnung an die Norm DIN ISO 9613-2 Tabelle 5 [IV] mit  $\pm 3$  dB(A) beziffert. Hierin enthalten sind Unsicherheiten des Softwareprogramms, der Koordinatenermittlung und der Umgebungsbedingungen. Die festgelegte Prognosegenauigkeit von  $\pm 3$  dB ist nachfolgend als  $2\sigma$ -Abweichung zu verstehen, woraus sich die Standardabweichung der Prognosegenauigkeit zu  $\sigma_{Progn} = 1$  dB ergibt.

Weiterhin enthält die OVG eine Aussage zur Wahrscheinlichkeit (Standardnormalvariable  $z$ ), mit der ein prognostizierter Wert in Realität eingehalten wird. Unter der Annahme, dass prognostizierte und real auftretende Messwerte im Mittel übereinstimmen, kann die OVG für den prognostizierten Beurteilungspegel folgendermaßen (Gleichung 2) geschätzt werden [XIX].



$$L_o = L_m + z \cdot \sigma_{ges} \tag{Gl. 2}$$

- $L_o$  : Obere Vertrauensbereichsgrenze des Beurteilungspegels [dB]
- $L_m$  : Prognostizierter Beurteilungspegel [dB]
- $z$  : Standardnormalvariable
- $\sigma_{ges}$  : Gesamtstandardabweichung der Prognose [dB], (siehe oben)

Gemäß den vorweg genannten Empfehlungen, wird die gegenständliche Schallimmissionsprognose mit einer Wahrscheinlichkeit auf Richtwerteinhaltung von 90 % geführt. D. h. der real auftretende Wert unterschreitet in 90 % aller Fälle die obere Vertrauensbereichsgrenze des prognostizierten Wertes. Unter den genannten Voraussetzungen gilt für die Standardnormalvariable  $z = 1,28$ .

Entgegen dem oben beschriebenen Verfahren, wird in diesem Gutachten die OVG zu den einzelnen  $L_{WA}$  der jeweiligen WEA hinzuaddiert, um so die unterschiedlichen Betriebsmodi der jeweiligen WEA besser berücksichtigen zu können. Entsprechend den vorweg genannten Angaben ergeben sich für die WEA der Gesamtbelastung die in Tabelle 3 zu verwendenden  $L_{WA}$  inklusive zusätzlicher OVG (vergl. Tabelle 2 Kap. 2.4.5).

Tabelle 3: Unsicherheiten der Gesamtbelastung

Status	WEA-Typ	Beurteilungszeitraum	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{Progn}$ [dB]	$\sigma_{ges}$ [dB]	OVG [dB]	$L_{WA}^{1)}$ [dB]
geplant	N149	Tag (Mode 0) Nacht (Mode 17)	0,5 <sup>2)</sup>	1,2	1,0	1,64	2,1	108,2 98,6
bestehend	MD77	Tag Nacht	0,5	0,4	1,0	1,19	1,5	104,5
bestehend	E-66/18.70	Tag Nacht	0,5	0,2	1,0	1,14	1,5	104,4
bestehend	D6/62	Tag Nacht	0,5	0,4	1,0	1,19	1,5	100,2
bestehend	V112 NH: 140 m	Tag (Level 0) Nacht (Level 2)	0,5	0,2	1,0	1,14	1,5	106,2 104,9
bestehend	V112 NH: 119 m	Tag Nacht	0,5	0,2	1,0	1,14	1,5	106,3
bestehend	E-82 E2	Tag Nacht	0,5	0,4	1,0	1,19	1,5	105,4
bestehend	V80	Tag Nacht	0,5	0,4	1,0	1,19	1,5	105,5

1) A-bewerteter  $L_{WA}$  mit aufaddierter OVG

2) Entgegen den Empfehlungen des Windenergie-Handbuchs [XXI] wird für diese WEA ein  $\sigma_R$  von 0,5 dB, welches dem  $\sigma_R$  eines vorliegenden Messberichts entspricht verwendet. Dies kann aufgrund einer Empfehlung des LANUV NRW [XXI] geschehen, „[...]...den Nachtbetrieb der WEA zunächst nicht zuzulassen und bis zur Vorlage eines Vermessungsberichts aufzuschieben.“ (S. Zusammenfassung).



### 3.3 Ergebnisse

In Tabelle 4 sind die Beurteilungspegel für die schalltechnische Gesamtbelastung des Neubaugebietes "Am Melatener Sträßchen" am Standort Waldfeucht dargestellt. Die Anlagentypen, Nabelhöhen und Standortkoordinaten sowie die zu Grunde liegenden Schallleistungspegel der berücksichtigten WEA sind in den Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 4: Berechneter Immissionspegel „Nacht-Betrieb“

Wind-PRO IP	Bezeichnung des IP	Nacht-IRW [dB]	Vorbelastung WEA <sup>1)</sup> [dB]	Vorbelastung Kartoffellagerhalle [dB]	Gesamtbelastung <sup>1)</sup> [dB]	$\Delta L_r^{2)}$ [dB]
A	MP1	40	38,6	-	38,6	-1,3
B	MP2	40	38,4	-	38,4	-1,5
C	MP3	40	38,6	38,0	41,3	1,3
D	MP4	40	38,9	38,0	41,4	1,4
E	MP5	40	39,2	-	39,2	-0,7
F	MP6	40	39,2	-	39,2	-0,7
G	MP7	40	39,1	-	39,1	-0,8
H	MP8	40	38,8	-	38,8	-1,1

1) inkl. oberer Vertrauensbereichsgrenze (siehe Kap. 3.2)

1) Pegeldifferenz zwischen GB und IRW

In Tabelle 5 sind die, für die Bewertung der Ergebnisse ausschlaggebenden Beurteilungspegel für die Gesamtbelastung des Standortes Waldfeucht dargestellt.

Tabelle 5: Beurteilungspegel „Nacht-Betrieb“

Wind-PRO IP	Bezeichnung des IP	Nacht-IRW [dB]	Vorbelastung WEA <sup>1)</sup> [dB]	Vorbelastung Kartoffellagerhalle [dB]	Gesamtbelastung <sup>1)</sup> [dB]	$\Delta L_r^{2)}$ [dB]
A	MP1	40	39	-	39	-1
B	MP2	40	38	-	38	-2
C	MP3	40	39	38	41	1
D	MP4	40	39	38	41	1
E	MP5	40	39	-	39	-1
F	MP6	40	39	-	39	-1
G	MP7	40	39	-	39	-1
H	MP8	40	39	-	39	-1

1) inkl. oberer Vertrauensbereichsgrenze (siehe Kap. 3.2)

1) Pegeldifferenz zwischen GB und IRW

Es ist zu berücksichtigen, dass die Kartoffellagerhalle an den nächstgelegenen Immissionspunkten MP3 und MP4 des nachts (22:00 bis 06:00) nicht mehr als 38 dB verursachen.

Unter Berücksichtigung, der Gesamtbelastung und der oberen Vertrauensbereichsgrenze in den verwendeten  $L_{WA}$  der WEA werden an sechs von acht Immissionspunkten die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungszeitraum „Nacht“ eingehalten.



An den IP MP3 und MP4 kommt es bei der Gesamtbelastung zu einer Überschreitung des nächtlichen IRW. Die Überschreitung des nächtlichen Immissionsrichtwertes beträgt 1 dB.

**Auszug TA Lärm [II] Punkt 3.2.1, Absatz 3:** *„Unbeschadet der Regelung in Absatz 2 soll für die zu beurteilende Anlage die Genehmigung wegen einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 aufgrund der Vorbelastung auch dann nicht versagt werden, wenn dauerhaft sichergestellt ist, dass diese Überschreitung nicht mehr als 1 dB(A) beträgt. Dies kann auch durch einen öffentlich-rechtlichen Vertrag der beteiligten Anlagenbetreiber mit der Überwachungsbehörde erreicht werden.“*

Im Sinne von [II] beträgt die Überschreitung des nächtlichen Immissionsrichtwertes durch die Gesamtbelastung an den IP MP3 und MP4 nicht mehr als 1 dB.

Da die TA Lärm [II] nur für die Genehmigung von technischen Anlagen entsprechend BImSchG [III] ausschlaggebend ist, kann die Zulässigkeit einer Wohnbebauung nicht abschließend bewertet werden. Dies obliegt der genehmigenden Behörde.



## 4 Zusammenfassung

Die windtest grevenbroich gmbh (wtg) erhielt 2018-03-14 von dem Melatener Sträßchen Betriebs GbR den Auftrag zur Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung der zu erwartenden Schallimmissionen für das Neubaugebiet "Am Melatener Sträßchen", Gemarkung Waldfeucht, verursacht durch 28 Windenergieanlagen (WEA) sowie dem Gewerbegebiet Bocket und die in Planung befindliche Kartoffellagerhalle.

Die Berechnungen sollen Auskunft darüber geben, ob von der gegenständlichen, schalltechnischen Belastung schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche gemäß TA Lärm [II] ausgehen können.

Hierbei ist anzumerken, dass die TA Lärm [II] beim Zubau der Immissionsorte und nicht beim Zubau der genehmigungsbedürftigen Anlagen Anwendung findet.

Die Bestimmung der Gesamtbelastung durch zu berücksichtigende Anlagen am Standort, erfolgt gemäß TA Lärm Kapitel 3.2.1, Abs. 6, anhand von vorliegenden schalltechnischen Gutachten.

Die Berechnungen erfolgten gemäß DIN ISO 9613-2 frequenzabhängig, als detaillierte Prognose für freie Schallausbreitung mit Berücksichtigung einer schallharten Reflektion am Boden entsprechend dem Interimsverfahren.

Unter Berücksichtigung der Gesamtbelastung und der oberen Vertrauensbereichsgrenze in den verwendeten LWA der WEA wird an den Immissionspunkten MP1, MP2, MP5, MP6, MP7 und MP8 der Immissionsrichtwert für den Beurteilungszeitraum „Nacht“ eingehalten.

Unter Berücksichtigung, dass die Kartoffellagerhalle nicht mehr als 38 dB an den Immissionspunkten MP3 und MP4 verursacht, wird an den IP MP3 und MP4 der Immissionsrichtwert für den Beurteilungszeitraum „Nacht“ eingehalten.

*Es wird versichert, dass das Gutachten unparteiisch, nach bestem Wissen und Gewissen und dem aktuellen Stand der Technik erstellt worden ist.*

Grevenbroich, 2018-05-24

---

Dipl.-Ing. Florian Schmidt  
Projektmanager



## 5 Anhang

### 5.1 Literaturverzeichnis

- [I] Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)  
in der Fassung der Bekanntmachung von 2013-07-02
- [II] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz,  
Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm), 1998-08
- [III] BImSchV Teil 4, Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-  
immissionsschutzgesetzes – Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen,  
2017-05
- [IV] DIN ISO 9613-2  
Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2  
Allgemeines Berechnungsverfahren, 1997-09
- [V] DIN ISO 9613-2  
Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2  
Allgemeines Berechnungsverfahren, 1997-09
- [VI] Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissi-  
onswerte, Rev. 18, Stand 2008-02-01,  
Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e. V.
- [VII] EN IEC61400-11:2002  
Windenergieanlagen Teil 11: Schallmessverfahren, 2003-05, CENELEC
- [VIII] DIN 45645-1  
Ermittlung von Beurteilungspegel aus Messungen, Teil1: Geräuschimmissionen in der  
Nachbarschaft, 1996-07
- [IX] DIN1333:1992-02, Zahlenangaben, 1992-02
- [X] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen,  
Herausgegeben vom LAI, 2005-03
- [XI] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen, Überarbeiteter Ent-  
wurf von 2016-03-17; Stand 30.6.17
- [XII] WindPRO (Version 3.1.633), 2017-12, EMD International A/S
- [XIII] Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW, © Geobasis NRW 2016  
<https://www.tim-online.nrw.de/tim-online/index.html>
- [XIV] Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für  
die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass), Gemeinsamer Runderlass des  
Landesumweltamtes NRW, des Bauministeriums NRW und der Staatskanzlei NRW,  
2015-11-04
- [XV] Immissionsschutz; Einführung der neuen LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz  
bei Windkraftanlagen, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucher-  
schutz des Landes Nordrhein-Westfalen  
2017-11-29
- [XVI] Anforderungen an die Geräuschimmissionsprognose und die Nachweismessung von  
WEA (WEA-Geräuschimmissionserlasse);  
Herausgeber: Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Branden-  
burg
- [XVII] Windenergie-Erlass Bayern,  
Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA), 2011-12-20
- [XVIII] Hinweise für die Beurteilung der Zulässigkeit der Errichtung von Windenergieanlagen  
in Rheinland-Pfalz (Rundschreiben Windenergie / Windenergieerlass), Gemeinsames



- Rundschreiben des Ministeriums für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung, des Ministeriums der Finanzen, des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten und des Ministeriums des Innern, für Sport und Infrastruktur Rheinland-Pfalz,  
2013-05-28
- [XIX] Zum Nachweis der Einhaltung von Geräusch-Immissionswerten mittels Prognose, Autor: Dipl. Ing. Detlef Piorr (Landesumweltamt NRW), Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 2001 (Heft 5)
- [XX] Akustische Ringversuche des LUA Essen, Herr Dipl.-Ing. D. Piorr, zur Geräuschemissionsmessung an Windenergieanlagen, 2000-11
- [XXI] Windenergie-Handbuch – 13. Ausgabe, Monika Agatz, 2016-12
- [XXII] UmweltWissen 117, Windkraftanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit? Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU); Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), Augsburg 2012-02
- [XXIII] Geräuschemissionen und –immissionen von WEA, Seminar im BEW Duisburg 2011-09-29, Dipl.-Ing. Detlef Piorr, LANUV NRW
- [XXIV] Empfehlungen zur Bestimmung der meteorologischen Dämpfung cmet gemäß DIN ISO 9613-2, LANUV NRW, 2012-09-26
- [XXV] Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen, Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Karlsruhe, 2016-02
- [XXVI] NORDEX N149 Dokument E0004269930  
Octave sound power levels, Nordex N149/4.0-4.5 STE, Delta4000 Operational Modes F008/\_271\_A14\_EN  
Hamburg, 2017-08-29
- [XXVII] REpower Dokument D-1.2-VM.SM.04-A-A  
Auszug aus dem Prüfbericht 27053-1.001. Bestimmung der Schallemissionsparameter aus mehreren Einzelmessungen  
Rheine, 2003-05-08
- [XXVIII] Prüfbericht KCE 26207-2  
Zusammenfassung der Emissionsdaten WEA ENERCON Typ E66/18.70.  
Bestimmung der Schallemissionsparameter aus mehreren Einzelmessungen  
Rheine, 2002-06-26
- [XXIX] Bericht RWTUEV\_3-3-908-1999-DB-60037  
Messung der Geräusche einer Windkraftanlage DeWind D6-1000kW, DB 60037 in Schwarme  
Lübeck, 2000-11-10  
Bericht RWTUEV\_3-3-908-1999-DB-60036  
Messung der Geräusche einer Windkraftanlage DeWind D6-1000kW, DB 60036 in Schwarme  
Lübeck, 2000-12-05  
Bericht RWTUEV\_3-3-908-1999-DB-60026  
Messung der Geräusche einer Windkraftanlage DeWind D6-1000kW, DB 60036 in Schwarme  
Lübeck, 2001-11-20
- [XXX] Prüfbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0006-A  
Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V112-3.0 MW (Mode 2) aus mehreren Einzelmessungen für die Nabenhöhen 94 m, 119 m und 140 m über Grund.  
Kaiser-Wilhelm-Koog, 2013-07-09



- [XXXI] Prüfbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0003-C  
Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V112-3.0 MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen für die Nabenhöhen 94 m, 119 m und 140 m über Grund.  
Kaiser-Wilhelm-Koog, 2013-03-13
- [XXXII] Prüfbericht KCE 211376-01.01  
Schalltechnischer Bericht Nr. 211376-01.01 über eine Dreifachvermessung von Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-82 E2 im "Betrieb I"  
Rheine, 2011-10-14
- [XXXIII] Bericht WT 3718/04  
Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V80-2.0 MW, 105,1 dB(A) aus mehreren Einzelmessungen nach FGW Rev. 15 umgerechnet auf eine Nabenhöhe von 100 m über Grund.  
Kaiser-Wilhelm-Koog, 2004-09-10



## 5.2 Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen

BImSchG	- Bundes-Immissionsschutzgesetz	-
Bv	- Bauvorhaben	-
$C_{met}$	- Meteorologische Korrektur	dB
$C_o$	- Meteorologischer Faktor	dB
$\Delta Lr$	- Pegeldifferenz	dB
GB	- Gesamtbelastung	-
IP	- Immissionspunkt(e), bzw. Immissionsort(e)	-
IRW	- Immissionsrichtwert(e)	dB
$K_I$	- Impulshaltigkeitszuschlag	dB
$K_{TN}$	- Tonhaltigkeitszuschlag	dB
$L_m$	- Prognostizierter Beurteilungspegel	dB
$L_o$	- Obere Vertrauensbereichsgrenze des Beurteilungspegels	dB
$L_{WA}$	- Immissionsrelevanter Schalleistungspegel (A-bewertet)	dB
OVG	- Obere Vertrauensbereichsgrenze	dB
$\sigma_{ges}$	- Gesamtstandardabweichung der Prognose	dB
$\sigma_R$	- Standardabweichung der Messergebnisse	dB
$\sigma_P$	- Produktionsstandardabweichung, Produktstreuung	dB
$\sigma_{Progn}$	- Standardabweichung der Prognosegenauigkeit	dB
SP	- Schallprognose	-
TR	- Technische Richtlinie	-
VB	- Vorbelastung	-
WEA	- Windenergieanlage(n)	-
WKA	- Windkraftanlage(n)	-
wtg	- windtest grevenbroich gmbh	-
z	- Standardnormalvariable	-
ZB	- Zusatzbelastung	-



### 5.3 Bearbeitungsverlauf

Fassung	Datum	Inhalt
SP18009B1	2018-05-24	Gutachten der zu erwartenden Schallimmissionen am Standort Waldfeucht

Umlauf	Kopie Nr.
Auftraggeber	1
Projektordner	2

Kopie Nr.: \_\_\_\_\_



## 5.4 Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Angaben zu den Immissionspunkten</i> .....	6
<i>Tabelle 2: Angaben zur Gesamtbelastung</i> .....	11
<i>Tabelle 3: Unsicherheiten der Gesamtbelastung</i> .....	16
<i>Tabelle 4: Berechneter Immissionspegel „Nacht-Betrieb“</i> .....	17
<i>Tabelle 5: Beurteilungspegel „Nacht-Betrieb“</i> .....	17

## 5.5 Abbildungsverzeichnis Anhang

<i>Abbildung Anhang 1: VB Hauptergebnis, Seite 1</i> .....	26
<i>Abbildung Anhang 2: VB Hauptergebnis, Seite 2</i> .....	27
<i>Abbildung Anhang 3: Vorbelastung WEA, Kartendarstellung</i> .....	28
<i>Abbildung Anhang 4: Vorbelastung WEA, Kartendarstellung - "Am Melatener Sträßchen"</i> .....	29
<i>Abbildung Anhang 5: Oktavbanddaten der Vorbelastung</i> .....	30
<i>Abbildung Anhang 6: NORDEX N149 L<sub>WA</sub> Mode 0/17 (berechnet), Seite 1</i> .....	31
<i>Abbildung Anhang 7: NORDEX N149 L<sub>WA</sub> Mode 0/17 (berechnet), Seite 2</i> .....	32
<i>Abbildung Anhang 8: NORDEX N149 L<sub>WA</sub> Mode 0 (berechnet), Seite 7</i> .....	33
<i>Abbildung Anhang 9: NORDEX N149 L<sub>WA</sub> Mode 17 (berechnet), Seite 27</i> .....	34
<i>Abbildung Anhang 10: REpower MD77 L<sub>WA</sub> Level 0</i> .....	35
<i>Abbildung Anhang 11: Enercon E66/18.70 L<sub>WA</sub> Level 0</i> .....	36
<i>Abbildung Anhang 12: Messbericht RWTUEV_3-3-908-1999-DB-60037</i> .....	37
<i>Abbildung Anhang 13: Messbericht RWTUEV_3-3-908-1999-DB-60036</i> .....	38
<i>Abbildung Anhang 14: Messbericht RWTUEV_3-3-908-1999-DB-60026</i> .....	39
<i>Abbildung Anhang 15: Messbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0006-A, Seite 1</i> .....	40
<i>Abbildung Anhang 16: Messbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0006-A, Seite 7</i> .....	41
<i>Abbildung Anhang 17: Messbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0006-A, Seite 8</i> .....	42
<i>Abbildung Anhang 18: Messbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0003-C, Seite 1</i> .....	43
<i>Abbildung Anhang 19: Messbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0003-C, Seite 7</i> .....	44
<i>Abbildung Anhang 20: Messbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0003-C, Seite 8</i> .....	45
<i>Abbildung Anhang 21: ENERCON E-82 E2 Schalleistungspegel, Seite 1</i> .....	46
<i>Abbildung Anhang 22: ENERCON E-82 E2 Schalleistungspegel, Seite 2</i> .....	47
<i>Abbildung Anhang 23: ENERCON E-82 E2 Schalleistungspegel, Seite 3</i> .....	48
<i>Abbildung Anhang 24: Vestas V80-2.0MW L<sub>WA</sub> Level 0, Seite 1</i> .....	49
<i>Abbildung Anhang 25: Vestas V80-2.0MW L<sub>WA</sub> Level 0, Seite 3</i> .....	50



# 5.6 Ergebnisse der Vorbelastung der WEA

<b>Projekt:</b> SP18009 Waldfeucht	<b>Beschreibung:</b> Schallberechnung am Neubaugebiet "Am Melatener Sträßchen" Die Vorbelastung durch die bestehenden WEA	<b>Lizenzierter Anwender:</b> windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 lasma.pikuma@windtest-nrw.de Berechnet: 18.04.2018 12:16/3.1.633	
---------------------------------------	---	--	--

## DECIBEL - Hauptergebnis

**Berechnung:** SP18009 Waldfeucht GB (interimsverfahren)

### Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

### Windgeschwindigkeit:

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

### Bodeneffekt:

Keiner

### Meteorologischer Koeffizient, C0:

0,0 dB

### Art der Anforderung in der Berechnung:

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

### Schalleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

### Einzelton:

Einzeltonzuschlag aus Katalog wird zu Schallemission der WEA zugefügt

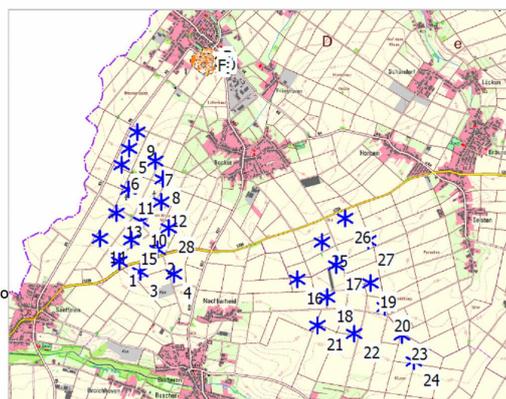
### Aufpunkthöhe ü.Gr.:

4,0 m Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Mo

### verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv)

### des Schallrichtwerts:

0,0 dB(A)



Maßstab 1:75.000  
\* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

### WEA

X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ	Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte	Quelle	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
1	287.988	5.658.540	68,8	REpower MD 77 150...Ja	REpower	MD 77-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	Level 0 (1,5 MW) - measured - 103+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	104,5	Nein	
2	288.473	5.658.702	70,0	REpower MD 77 150...Ja	REpower	MD 77-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	Level 0 (1,5 MW) - measured - 103+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	104,5	Nein	
3	288.238	5.658.469	70,0	ENERCON E-66/18,70...Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	114,0	USER	Level 0 (1,8 MW) - measured - 102,9+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	104,4	Nein	
4	288.688	5.658.390	70,0	ENERCON E-66/18,70...Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	114,0	USER	Level 0 (1,8 MW) - measured - 102,9+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	104,4	Nein	
5	288.092	5.660.000	62,5	ENERCON E-66/18,70...Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	USER	Level 0 (1,8 MW) - measured - 102,9+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	104,4	Nein	
6	287.997	5.659.789	65,0	ENERCON E-66/18,70...Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	USER	Level 0 (1,8 MW) - measured - 102,9+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	104,4	Nein	
7	288.427	5.659.838	65,0	ENERCON E-66/18,70...Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	USER	Level 0 (1,8 MW) - measured - 102,9+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	104,4	Nein	
8	288.523	5.659.617	65,9	ENERCON E-66/18,70...Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	USER	Level 0 (1,8 MW) - measured - 102,9+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	104,4	Nein	
9	288.189	5.660.215	59,4	ENERCON E-66/18,70...Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	USER	Level 0 (1,8 MW) - measured - 102,9+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	104,4	Nein	
10	288.257	5.659.062	70,0	DEWIND D6/62-1MW-1.000	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	108,4	USER	Level 0 (1.000 kW) - measured - 98,7+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	100,2	Nein	
11	288.004	5.659.468	64,9	VESTAS V112 3000 1...Ja	VESTAS	V112-3.000	3.000	112,0	140,0	USER	Level 2 (3000 kW) - measured - 103,9+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	104,9	Nein	
12	288.509	5.659.312	69,1	VESTAS V112 3000 1...Ja	VESTAS	V112-3.000	3.000	112,0	140,0	USER	Level 0 (3000 kW) - measured - 104,7+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	106,2	Nein	
13	287.935	5.659.161	69,2	VESTAS V112 3000 1...Ja	VESTAS	V112-3.000	3.000	112,0	140,0	USER	Level 0 (3000 kW) - measured - 104,7+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	106,2	Nein	
14	287.730	5.658.836	69,0	VESTAS V112 3000 1...Ja	VESTAS	V112-3.000	3.000	112,0	119,0	USER	Level 0 (3000 kW) - measured - 104,8+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	106,3	Nein	
15	288.134	5.658.826	70,0	ENERCON E-82 E2-2.300	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	USER	Level 0 (2,3 MW) - measured - 103,9+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	105,4	Nein	
16	290.273	5.658.344	70,2	VESTAS V80-2.0MW...Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	USER	Level 0 (2,0 MW) - measured - 104,0+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	105,5	Nein	
17	290.767	5.658.534	68,4	VESTAS V80-2.0MW...Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	USER	Level 0 (2,0 MW) - measured - 104,0+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	105,5	Nein	
18	290.657	5.658.123	70,5	VESTAS V80-2.0MW...Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	USER	Level 0 (2,0 MW) - measured - 104,0+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	105,5	Nein	
19	291.208	5.658.309	69,0	VESTAS V80-2.0MW...Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	USER	Level 0 (2,0 MW) - measured - 104,0+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	105,5	Nein	
20	291.396	5.658.005	68,8	VESTAS V80-2.0MW...Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	USER	Level 0 (2,0 MW) - measured - 104,0+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	105,5	Nein	
21	290.534	5.657.750	72,0	VESTAS V80-2.0MW...Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	USER	Level 0 (2,0 MW) - measured - 104,0+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	105,5	Nein	
22	291.015	5.657.653	71,7	VESTAS V80-2.0MW...Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	USER	Level 0 (2,0 MW) - measured - 104,0+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	105,5	Nein	
23	291.622	5.657.543	70,6	VESTAS V80-2.0MW...Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	USER	Level 0 (2,0 MW) - measured - 104,0+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	105,5	Nein	
24	291.785	5.657.308	71,9	VESTAS V80-2.0MW...Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	USER	Level 0 (2,0 MW) - measured - 104,0+1,5 - Ers.Okt.	(95%)	105,5	Nein	
25	290.583	5.658.824	67,5	NORDEX N149/4.500...Ja	NORDEX	N149/4.500-4.500	4.500	149,0	125,0	USER	Mode 17 STE (2.800 kW) - calculated - 96,5+2,1 - 2017-08	(95%)	98,6	Nein	
26	290.876	5.659.133	65,0	NORDEX N149/4.500...Ja	NORDEX	N149/4.500-4.500	4.500	149,0	125,0	USER	Mode 17 STE (2.800 kW) - calculated - 96,5+2,1 - 2017-08	(95%)	98,6	Nein	
27	291.170	5.658.855	66,2	NORDEX N149/4.500...Ja	NORDEX	N149/4.500-4.500	4.500	149,0	125,0	USER	Mode 17 STE (2.800 kW) - calculated - 96,5+2,1 - 2017-08	(95%)	98,6	Nein	
28	288.611	5.658.981	70,0	NORDEX N149/4.500...Ja	NORDEX	N149/4.500-4.500	4.500	149,0	125,0	USER	Mode 17 STE (2.800 kW) - calculated - 96,5+2,1 - 2017-08	(95%)	98,6	Nein	

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

##### Schall-Immissionsort

Nr.	Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderung erfüllt?
A	MP1	289.049	5.661.183	51,8	4,0	40,0	38,6	Ja
B	MP2	289.098	5.661.203	51,2	4,0	40,0	38,4	Ja
C	MP3	289.148	5.661.138	51,5	4,0	40,0	38,6	Ja
D	MP4	289.123	5.661.095	52,2	4,0	40,0	38,9	Ja
E	MP5	289.073	5.661.054	53,0	4,0	40,0	39,3	Ja
F	MP6	289.033	5.661.087	53,0	4,0	40,0	39,2	Ja
G	MP7	288.976	5.661.129	53,0	4,0	40,0	39,1	Ja
H	MP8	289.074	5.661.129	52,2	4,0	40,0	38,9	Ja





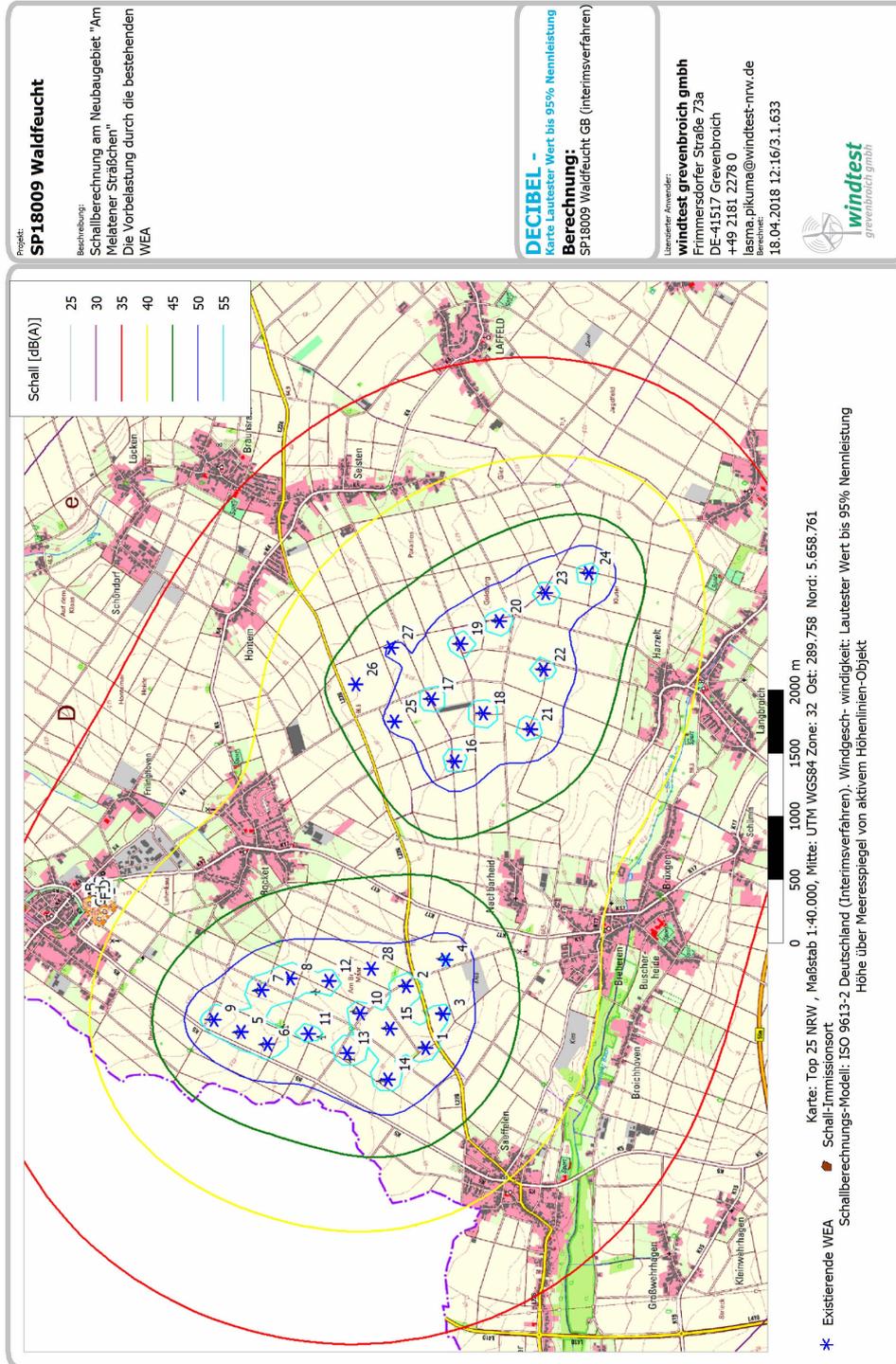
Projekt: <b>SP18009 Waldfeucht</b>	Beschreibung: Schallberechnung am Neubaugebiet "Am Melatener Sträßchen" Die Vorbelastung durch die bestehenden WEA	Lizenzierter Anwender: <b>windtest grevenbroich gmbh</b> Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 lasma.pikuma@windtest-nrw.de Berechnet: 18.04.2018 12:16/3.1.633	
---------------------------------------	--	--	--

### DECIBEL - Hauptergebnis

**Berechnung:** SP18009 Waldfeucht GB (interimsverfahren)

#### Abstände (m)

WEA	A	B	C	D	E	F	G	H
1	2847	2885	2845	2796	2738	2753	2771	2808
2	2546	2577	2527	2479	2426	2450	2478	2500
3	2884	2918	2870	2822	2767	2788	2813	2840
4	2815	2842	2785	2739	2691	2719	2754	2766
5	1521	1568	1552	1504	1440	1438	1434	1497
6	1746	1792	1773	1724	1660	1661	1660	1720
7	1481	1521	1486	1437	1376	1388	1403	1444
8	1651	1687	1644	1595	1538	1556	1578	1610
9	1295	1343	1331	1284	1219	1214	1207	1273
10	2263	2300	2259	2210	2152	2169	2189	2223
11	1968	2010	1980	1931	1869	1877	1886	1935
12	1947	1981	1934	1886	1830	1851	1876	1903
13	2307	2350	2319	2269	2208	2217	2226	2274
14	2691	2734	2703	2654	2592	2601	2610	2658
15	2528	2565	2524	2475	2418	2434	2453	2488
16	3091	3091	3011	2981	2963	3010	3072	3032
17	3158	3148	3066	3043	3036	3087	3153	3099
18	3457	3452	3371	3344	3331	3380	3444	3398
19	3595	3582	3499	3480	3477	3529	3597	3537
20	3950	3937	3855	3835	3832	3883	3951	3892
21	3740	3740	3660	3630	3612	3660	3721	3681
22	4041	4035	3953	3928	3916	3965	4030	3982
23	4376	4364	4281	4261	4257	4309	4376	4318
24	4744	4733	4650	4629	4625	4676	4743	4686
25	2814	2804	2722	2700	2692	2743	2810	2755
26	2746	2729	2646	2631	2634	2686	2756	2689
27	3149	3132	3049	3034	3038	3090	3160	3093
28	2245	2275	2222	2175	2123	2148	2179	2198



19.04.2018 10:50 / 3 **windPRO**

windPRO 3.1.633 / SHD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

Abbildung Anhang 3: Vorbelastung WEA, Kartendarstellung

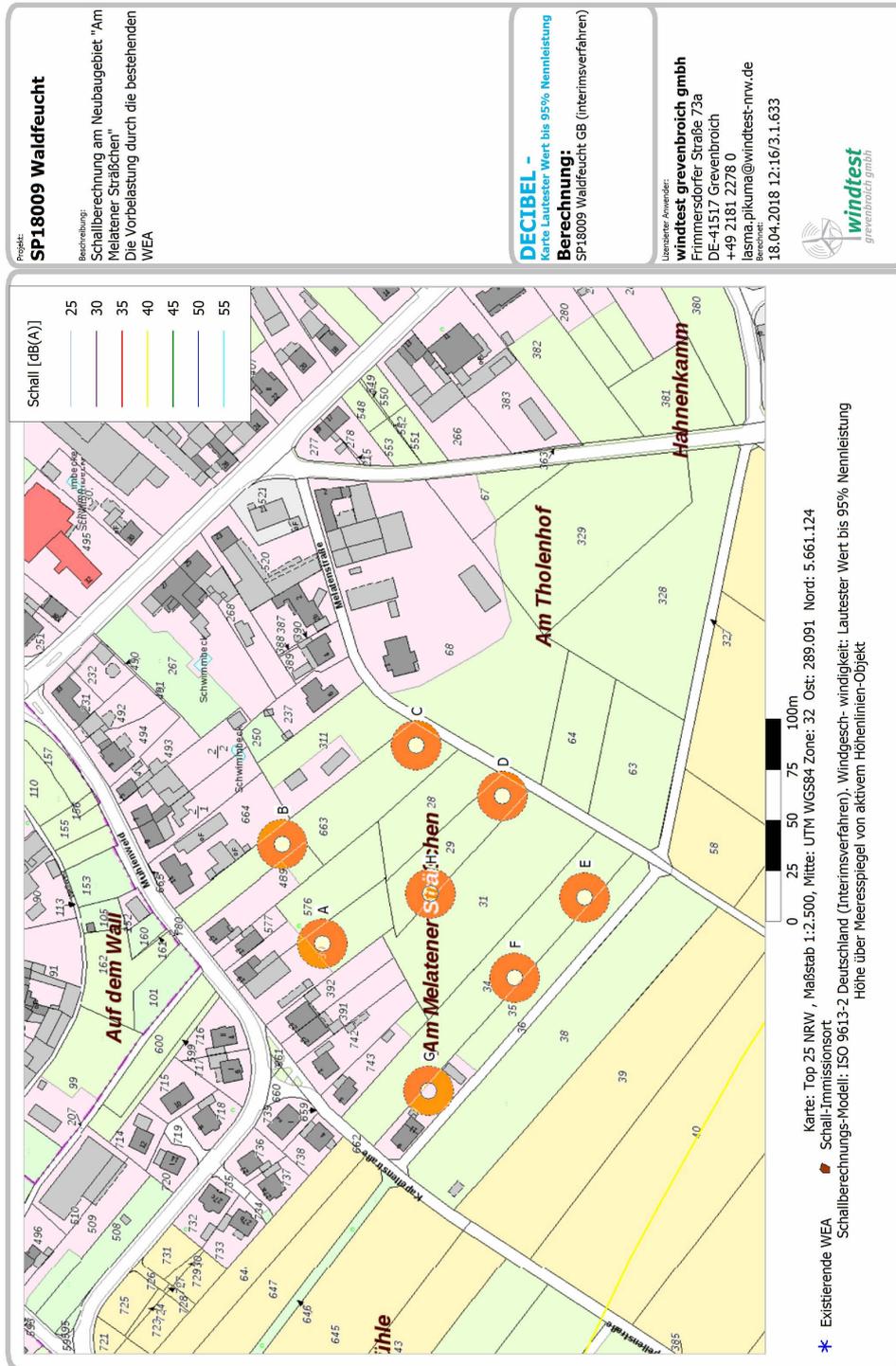


Abbildung Anhang 4: Vorbelastung WEA, Kartendarstellung - "Am Melatener Sträßchen"



## 5.7 Oktavbanddaten der Vorbelastung

Berechnung Oktavbänder anhand Ersatzspektrum entsprechend [XI]

Eingangsdaten	
WEA	MD77 Level 0
Lwa	103.0
OVG	1.5

Eingangsdaten	
WEA	E66/18.70 Level 0
Lwa	102.9
OVG	1.5

Eingangsdaten	
WEA	D6/62 Level 0
Lwa	98.7
OVG	1.5

Frequenz	Lwa Norm	Lwa ref	Lwa ref + OVG
63 Hz	-20.3	82.7	84.2
125 Hz	-11.9	91.1	92.6
250 Hz	-7.7	95.3	96.8
500 Hz	-5.5	97.5	99.0
1000 Hz	-6.0	97.0	98.5
2000 Hz	-8.0	95.0	96.5
4000 Hz	-12.0	91.0	92.5
8000 Hz	-22.9	80.1	81.6
Gegenprüfung	103.0	104.5	

Frequenz	Lwa Norm	Lwa ref	Lwa ref + OVG
63 Hz	-20.3	82.6	84.1
125 Hz	-11.9	91.0	92.5
250 Hz	-7.7	95.2	96.7
500 Hz	-5.5	97.4	98.9
1000 Hz	-6.0	96.9	98.4
2000 Hz	-8.0	94.9	96.4
4000 Hz	-12.0	90.9	92.4
8000 Hz	-22.9	80.0	81.5
Gegenprüfung	102.9	104.4	

Frequenz	Lwa Norm	Lwa ref	Lwa ref + OVG
63 Hz	-20.3	78.4	79.9
125 Hz	-11.9	86.8	88.3
250 Hz	-7.7	91.0	92.5
500 Hz	-5.5	93.2	94.7
1000 Hz	-6.0	92.7	94.2
2000 Hz	-8.0	90.7	92.2
4000 Hz	-12.0	86.7	88.2
8000 Hz	-22.9	75.8	77.3
Gegenprüfung	98.7	100.2	

Eingangsdaten		NH: 140 m
WEA	V112 Level 0	
Lwa	104.7	
OVG	1.5	

Eingangsdaten		NH: 140 m
WEA	V112 Level 2	
Lwa	103.4	
OVG	1.5	

Eingangsdaten		NH: 119 m
WEA	V112 Level 0	
Lwa	104.8	
OVG	1.5	

Frequenz	Lwa Norm	Lwa ref	Lwa ref + OVG
63 Hz	-20.3	84.4	85.9
125 Hz	-11.9	92.8	94.3
250 Hz	-7.7	97.0	98.5
500 Hz	-5.5	99.2	100.7
1000 Hz	-6.0	98.7	100.2
2000 Hz	-8.0	96.7	98.2
4000 Hz	-12.0	92.7	94.2
8000 Hz	-22.9	81.8	83.3
Gegenprüfung	104.7	106.2	

Frequenz	Lwa Norm	Lwa ref	Lwa ref + OVG
63 Hz	-20.3	83.1	84.6
125 Hz	-11.9	91.5	93.0
250 Hz	-7.7	95.7	97.2
500 Hz	-5.5	97.9	99.4
1000 Hz	-6.0	97.4	98.9
2000 Hz	-8.0	95.4	96.9
4000 Hz	-12.0	91.4	92.9
8000 Hz	-22.9	80.5	82.0
Gegenprüfung	103.4	104.9	

Frequenz	Lwa Norm	Lwa ref	Lwa ref + OVG
63 Hz	-20.3	84.5	86.0
125 Hz	-11.9	92.9	94.4
250 Hz	-7.7	97.1	98.6
500 Hz	-5.5	99.3	100.8
1000 Hz	-6.0	98.8	100.3
2000 Hz	-8.0	96.8	98.3
4000 Hz	-12.0	92.8	94.3
8000 Hz	-22.9	81.9	83.4
Gegenprüfung	104.8	106.3	

Eingangsdaten	
WEA	E-82 E2 Level 0
Lwa	103.9
OVG	1.5

Eingangsdaten	
WEA	V80-2.0 Level 0
Lwa	104.0
OVG	1.5

Eingangsdaten	
WEA	N117/2400
Lwa	105.0
OVG	1.5

Frequenz	Lwa Norm	Lwa ref	Lwa ref + OVG
63 Hz	-20.3	83.6	85.1
125 Hz	-11.9	92.0	93.5
250 Hz	-7.7	96.2	97.7
500 Hz	-5.5	98.4	99.9
1000 Hz	-6.0	97.9	99.4
2000 Hz	-8.0	95.9	97.4
4000 Hz	-12.0	91.9	93.4
8000 Hz	-22.9	81.0	82.5
Gegenprüfung	103.9	105.4	

Frequenz	Lwa Norm	Lwa ref	Lwa ref + OVG
63 Hz	-20.3	83.7	85.2
125 Hz	-11.9	92.1	93.6
250 Hz	-7.7	96.3	97.8
500 Hz	-5.5	98.5	100.0
1000 Hz	-6.0	98.0	99.5
2000 Hz	-8.0	96.0	97.5
4000 Hz	-12.0	92.0	93.5
8000 Hz	-22.9	81.1	82.6
Gegenprüfung	104.0	105.5	

Frequenz	Lwa Norm	Lwa ref	Lwa ref + OVG
63 Hz	-20.3	84.7	86.2
125 Hz	-11.9	93.1	94.6
250 Hz	-7.7	97.3	98.8
500 Hz	-5.5	99.5	101.0
1000 Hz	-6.0	99.0	100.5
2000 Hz	-8.0	97.0	98.5
4000 Hz	-12.0	93.0	94.5
8000 Hz	-22.9	82.1	83.6
Gegenprüfung	105.0	106.5	

Abbildung Anhang 5: Oktavbanddaten der Vorbelastung



## 5.8 Dokument [XXVI] (N149/4.500 - Mode 0, und 17)

	Octave sound power levels - Nordex N149/4.0-4.5 STE - Operational Modes	E0004269930 Rev. 0 / 2017-08-29
---	---	------------------------------------

### DD04-Implementation report

## Octave sound power levels N149/4.0-4.5 STE Delta4000 Operational modes

**: F008\_271\_A14\_EN**

**Rev. 0 /**

Document no.:	E0004269930
Status:	in Work
Language:	EN - English
Classification (Confidentiality):	Nordex company document

1/29



E0004269930 Rev. 0 / 2017-08-29	Octave sound power levels - Nordex N149/4.0- 4.5 STE - Operational Modes	
------------------------------------	---	---

This document, including any presentation of its contents in whole or in parts, is the intellectual property of Nordex Energy GmbH. The information contained in this document is intended exclusively for Nordex employees and employees of trusted partners and subcontractors of Nordex Energy GmbH, Nordex SE and their affiliated companies as defined in Section 15ff. of the German Stock Corporation Act (AktG) and must never (not even in extracts) be disclosed to third parties.

All rights reserved.

Any disclosure, duplication, translation or other use of this document or parts thereof, regardless if in printed, handwritten, electronic or other form, without the explicit approval of Nordex Energy GmbH is prohibited.

© 2017 Nordex Energy GmbH  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Germany

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

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

[info@nordex-online.com](mailto:info@nordex-online.com)

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

Please refer to the last page for document information!



	Octave sound power levels - Nordex N149/4.0-4.5 STE - Operational Modes	E0004269930 Rev. 0 / 2017-08-29
---	---	------------------------------------

## 2 Determination of the octave sound power levels

### 2.1 Standard Mode

#### 2.1.1 Hub Height 105 m

Frequency	Octave sound power levels at standardized wind speeds $v_s$ in dB(A)									
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
31.5 Hz	67.2	68.2	71.7	75.7	77.5	77.8	77.8	77.8	77.8	77.8
63 Hz	77.1	78.1	81.6	85.6	87.4	87.8	87.8	87.8	87.8	87.8
125 Hz	83.8	84.8	88.2	92.2	94.0	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9
250 Hz	86.6	87.6	91.9	95.9	97.7	97.7	97.7	97.7	97.7	97.7
500 Hz	87.7	88.7	94.0	98.0	99.8	100.3	100.3	100.3	100.3	100.3
1000 Hz	88.1	89.1	95.3	99.3	101.1	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0
2000 Hz	86.2	87.2	93.5	97.5	99.3	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5
4000 Hz	80.6	81.6	83.9	87.9	89.7	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0
8000 Hz	71.4	72.4	75.9	79.9	81.7	82.9	82.9	82.9	82.9	82.9
Total sound power level	<b>94.0</b>	<b>95.0</b>	<b>100.3</b>	<b>104.3</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>

#### 2.1.2 Hub Height 125 m

Frequency	Octave sound power levels at standardized wind speeds $v_s$ in dB(A)									
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
31.5 Hz	67.2	68.6	72.2	76.2	77.5	77.8	77.8	77.8	77.8	77.8
63 Hz	77.1	78.5	82.1	86.1	87.4	87.8	87.8	87.8	87.8	87.8
125 Hz	83.8	85.2	88.7	92.7	94.0	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9
250 Hz	86.6	88.0	92.4	96.4	97.7	97.7	97.7	97.7	97.7	97.7
500 Hz	87.7	89.1	94.5	98.5	99.8	100.3	100.3	100.3	100.3	100.3
1000 Hz	88.1	89.5	95.8	99.8	101.1	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0
2000 Hz	86.2	87.6	94.0	98.0	99.3	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5
4000 Hz	80.6	82.0	84.4	88.4	89.7	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0
8000 Hz	71.4	72.8	76.4	80.4	81.7	82.9	82.9	82.9	82.9	82.9
Total sound power level	<b>94.0</b>	<b>95.4</b>	<b>100.8</b>	<b>104.8</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>



	Octave sound power levels - Nordex N149/4.0-4.5 STE - Operational Modes	E0004269930 Rev. 0 / 2017-08-29
---	---	------------------------------------

## 2.18 Sound optimized mode - Mode 17

### 2.18.1 Hub Height 105 m

Octave sound power levels at standardized wind speeds $v_s$ in dB(A)										
Frequency	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
31.5 Hz	67.2	68.2	67.9	67.9	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
63 Hz	77.1	78.1	77.8	77.8	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2
125 Hz	83.8	84.8	84.4	84.4	84.3	84.3	84.3	84.3	84.3	84.3
250 Hz	86.6	87.6	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1
500 Hz	87.7	88.7	90.2	90.2	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7
1000 Hz	88.1	89.1	91.5	91.5	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4
2000 Hz	86.2	87.2	89.7	89.7	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9
4000 Hz	80.6	81.6	80.1	80.1	81.4	81.4	81.4	81.4	81.4	81.4
8000 Hz	71.4	72.4	72.1	72.1	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3
Total sound power level	<b>94.0</b>	<b>95.0</b>	<b>96.5</b>							

### 2.18.2 Hub Height 125 m

Octave sound power levels at standardized wind speeds $v_s$ in dB(A)											
Frequency	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	
31.5 Hz	67.2	68.6	67.9	67.9	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	
63 Hz	77.1	78.5	77.8	77.8	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2	
125 Hz	83.8	85.2	84.4	84.4	84.3	84.3	84.3	84.3	84.3	84.3	
250 Hz	86.6	88.0	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	
500 Hz	87.7	89.1	90.2	90.2	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	
1000 Hz	88.1	89.5	91.5	91.5	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	
2000 Hz	86.2	87.6	89.7	89.7	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	
4000 Hz	80.6	82.0	80.1	80.1	81.4	81.4	81.4	81.4	81.4	81.4	
8000 Hz	71.4	72.8	72.1	72.1	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	
Total sound power level	<b>94.0</b>	<b>95.4</b>	<b>96.5</b>								

### 2.18.3 Hub Height 164 m

Octave sound power levels at standardized wind speeds $v_s$ in dB(A)											
Frequency	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	
31.5 Hz	67.2	69.0	67.9	67.9	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	
63 Hz	77.1	78.9	77.8	77.8	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2	
125 Hz	83.8	85.6	84.4	84.4	84.3	84.3	84.3	84.3	84.3	84.3	
250 Hz	86.6	88.4	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	
500 Hz	87.7	89.5	90.2	90.2	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	
1000 Hz	88.1	89.9	91.5	91.5	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	
2000 Hz	86.2	88.0	89.7	89.7	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	
4000 Hz	80.6	82.4	80.1	80.1	81.4	81.4	81.4	81.4	81.4	81.4	
8000 Hz	71.4	73.2	72.1	72.1	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	
Total sound power level	<b>94.0</b>	<b>95.8</b>	<b>96.5</b>								



## 5.9 Dokument [XXVII] (REpower MD77 1500 - Level 0)

REpower Dokumenten-Nummer / Key:	
D-1.2-VA.SA.04-A	A
Freigabe	Datum
TR	13.05.2003



Auszug aus dem Prüfbericht 27053-1.001

Seite 2 von 6

### Bestimmung der Schallemissions-Parameter aus mehreren Einzelmessungen

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen<sup>1)</sup> besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß <sup>2)</sup> anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten		Anlagenbezeichnung	
Hersteller	REpower Systems AG	Nennleistung	REpower MD77 1500 kW
		Nabenhöhe	85,0 m
		Rotordurchmesser	77,0 m
	<b>1. Messung</b>	<b>2. Messung</b>	<b>3. Messung</b>
Seriennummer	70.075	70.036	70.227
Standort	Linnich bei Heinsberg	Schenkenberg 02	Lindewitt/Biye
vermessene Nabenhöhe	85 m	85 m	61,5 m
Meßinstitut	WINDTEST Grevenbroich GmbH	WIND CONSULT	KÖTTER Consulting Engineers
Prüfbericht	SE02011B2	WICO 039SE202	27053-1.001
Datum	07.08.2002	02.10.2002	06.05.2003
Getriebetyp	Eickhoff, G45260X/A CPNHZ-197	Eickhoff, G45260X/A CPNHZ-197	Eickhoff, G45260X/A CPNHZ-197
Generatortyp	Loher, JFRA-580	Loher, JFRA-580	Loher, JFRA-580
Rotorblatttyp	LM 37.3	LM 37.3	LM 37.3P

1. Messung: Schallemissionsparameter (Prüfbericht Leistungskurve: WT2126/02 vom 06.03.2002)

2. und 3. Messung: Schallemissionsparameter (Prüfbericht Leistungskurve: WT2186/02 vom 13.05.2002)

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Schalleistungspegel $L_{WA}$ :			Mittelwert $L_{WA}$	Standardabweichung $s$	K nach <sup>2)</sup> $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$
	1. Messung	2. Messung	3. Messung <sup>1)</sup>			
6 m/s	100,8 dB(A)	99,4 dB(A)	99,9 dB(A)	100,1 dB(A)	0,7 dB	1,7 dB
7 m/s	102,6 dB(A)	101,0 dB(A)	101,7 dB(A)	101,8 dB(A)	0,8 dB	1,8 dB
8 m/s	103,3 dB(A)	102,8 dB(A)	102,4 dB(A)	102,8 dB(A)	0,5 dB	1,3 dB
8,3 m/s <sup>4)</sup>	103,3 dB(A)	103,3 dB(A)	102,3 dB(A)	103,0 dB(A)	0,6 dB	1,5 dB
	Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe $K_{TW}$ :					
	1. Messung <sup>2)</sup>	2. Messung <sup>2)</sup>	3. Messung <sup>3)</sup>			
6 m/s	0 dB - Hz	0 dB - Hz	0 dB - Hz			
7 m/s	0 dB - Hz	0 dB - Hz	0 dB - Hz			
8 m/s	0 dB - Hz	1 dB 148 Hz	1 dB 163 Hz			
8,3 m/s <sup>4)</sup>	0 dB - Hz	1 dB 148 Hz	2 dB 164 Hz			
	Impulzzuschlag $K_W$ :					
	1. Messung <sup>2)</sup>	2. Messung <sup>2)</sup>	3. Messung <sup>3)</sup>			
6 m/s	0 dB	0 dB	0 dB			
7 m/s	0 dB	0 dB	0 dB			
8 m/s	0 dB	0 dB	0 dB			
8,3 m/s <sup>4)</sup>	0 dB	0 dB	0 dB			

Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) Referenzpunkt $v_{10}$ in dB(A) <sup>4)</sup>												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA}$	76,5	80,8	85,4	87,1	88,5	93,2	90,1	91,3	92,6	92,6	91,3	92,0
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA}$	91,7	91,2	90,5	89,5	88,3	87,3	86,2	84,9	82,1	80,4	78,3	72,8

Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) Referenzpunkt $v_{10}$ in dB(A) <sup>4)</sup>									
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
$L_{WA}$	87,1	95,2	95,2	95,8	95,9	93,2	89,5	82,9	

Die Angaben ersetzen nicht die o.g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: 1) Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe  
2) Gilt für die vermessene WEA mit einer Nabenhöhe von  $h_W = 85 \text{ m}$   
3) Gilt für die vermessene WEA mit einer Nabenhöhe von  $h_W = 61,5 \text{ m}$   
4) Entspricht 95 % der Nennleistung

Ausgestellt durch: KÖTTER Consulting Engineers  
Bonifatiusstraße 400  
48432 Rheine

KÖTTER CONSULTING ENGINEERS

Datum: 08.05.2003

Bonifatiusstraße 400 48432 Rheine  
Tel. 0 59 71 - 97 10.0 · Fax 0 59 71 - 97 10.43

Unterschrift

Abbildung Anhang 10: REpower MD77  $L_{WA}$  Level 0



## 5.10 Dokument [XXVIII] (E66/18.70 - Level 0)

**CONSULTING ENGINEERS**

### Prüfbericht Nr. 26207-2

Zusammenfassung der Emissionsdaten WEA Enercon Typ E66 /18.70

#### Bestimmung der Schallemissionsparameter aus mehreren Einzelmessungen

Auf der Basis von **mindestens drei** Messungen nach dieser Richtlinie besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [1] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Schallemissions-Parameter	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	1. Messung			2. Messung			3. Messung		
		Meßinstitut:	Windtest KWK	KÖTTER Consulting Engineers	KÖTTER Consulting Engineers	Energetischer Mittelwert In dB(A)	Standardabweichung S <sub>i</sub> in dB	K nach [1] mit $\sigma_{gr} = 0,5$ dB		
Schalleistungspegel L <sub>WA,P</sub>	6 ms <sup>-1</sup>		--	97,2 dB(A)	--	--	--	--		
	7 ms <sup>-1</sup>		--	99,7 dB(A)	--	--	--	--		
	8 ms <sup>-1</sup>		100,5 dB(A)	101,6 dB(A)	101,4 dB(A)	101,2	0,6	1,5		
	9 ms <sup>-1</sup>		102,1 dB(A)	102,9 dB(A)	103,0 dB(A) <sup>2)</sup>	102,7	0,5	1,3		
	10 ms <sup>-1</sup>		102,7 dB(A) <sup>1)</sup>	103,0 dB(A) <sup>1)</sup>	103,0 dB(A) <sup>2)</sup>	102,9	0,2	1,0		
Ton-zuschlag K <sub>TN</sub>	6 ms <sup>-1</sup>		--	0 dB	--	--	--	--		
	7 ms <sup>-1</sup>		--	0 dB	--	--	--	--		
	8 ms <sup>-1</sup>		0 dB	0 dB	0 dB	0 dB				
	9 ms <sup>-1</sup>		0 dB	0 dB	0 dB	0 dB				
	10 ms <sup>-1</sup>		0 dB	0 dB	0 dB	0 dB				
Impuls-zuschlag K <sub>IN</sub>	6 ms <sup>-1</sup>		--	--	--	--	--	--		
	7 ms <sup>-1</sup>		--	--	--	--	--	--		
	8 ms <sup>-1</sup>		0 dB	0 dB	0 dB	0 dB				
	9 ms <sup>-1</sup>		0 dB	0 dB	0 dB	0 dB				
	10 ms <sup>-1</sup>		0 dB	0 dB	0 dB	0 dB				

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

Bemerkungen: 1) 95 % der Nennleistung  
2) 95 % der Nennleistung, aber v<sub>10</sub> bis 20 m/s, Messung unter Starkwindbedingungen mit Geräuschabstand z.T. kleiner als 6 dB, daher Abweichung von der FGW-Richtlinie. Die Meßergebnisse zeigen jedoch, daß die Schalleistungspegel oberhalb von v<sub>10</sub> = 10 m/s nicht weiter ansteigen.

Ausgestellt durch: KÖTTER Consulting Engineers

Datum: 26. Juni 2002

  
 Stempel  
 Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine  
 Tel. 0 59 71 - 97 10.0 · Fax 0 59 71 - 97 10.43  
  
 Unterschrift

[1] CENELEC/BTTF83-2-WG4, "Final Draft Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines 2000-01"

Abbildung Anhang 11: Enercon E66/18.70 L<sub>WA</sub> Level 0



### 5.11 Dokumente [XXIX] (D6/62 - Level 0)

**RWTÜV**

Auszug aus dem Prüfbericht																	
Stamtblatt "Geräusche", entsprechend den "Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte"																	
Rev. 13 vom 01. Januar 2000 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Flotowstr. 41-43, D-22063 Hamburg)																	
Auszug aus dem Prüfbericht 3.3/908/1999 - DB 60037 zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ DeWind D6-1000																	
Allgemeine Angaben																	
Anlagenhersteller	DeWind AG Seelandstraße 1 23569 Lübeck	Nennleistung (Generator):	1000 kW														
		Rotordurchmesser:	62 m														
		Nabenhöhe über Grund:	68,5 m														
Seriennummer	DB 60037	Turmbauart:	Stahlrohrturm														
		Leistungsregelung:	pitch														
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)			Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerang.)														
Rotorblatthersteller:	LM	Getriebehersteller:	Flender														
Typenbezeichnung Blatt:	LM 29.1	Typenbezeichnung Getriebe:	3-Stufen-Planeten-Stirnrad														
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatorhersteller:	Loher														
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator	AFWA 500LB-06A														
Rotordrehzahlbereich:	20,7 min <sup>-1</sup>	Generatormendrehzahl:	1100 min <sup>-1</sup>														
Prüfbericht zur Leistungskurve:																	
	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen													
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung															
Schalleistungs-Pegel $L_{WAP}$	6 ms <sup>-1</sup>	490 kW	96,0 dB(A)														
	7 ms <sup>-1</sup>	660 kW	97,2 dB(A)														
	8 ms <sup>-1</sup>	815 kW	97,9 dB(A)														
	9 ms <sup>-1</sup>	950 kW	98,1 dB(A)														
	10 ms <sup>-1</sup>	- kW	- dB(A)														
Tonzuschlag für den Nahbereich $K_{TN}$	6 ms <sup>-1</sup>	490 kW	0,0 dB	Hz													
	7 ms <sup>-1</sup>	660 kW	0,0 dB	Hz													
	8 ms <sup>-1</sup>	815 kW	0,0 dB	Hz													
	9 ms <sup>-1</sup>	950 kW	0,0 dB	Hz													
	10 ms <sup>-1</sup>	- kW	- dB	Hz													
Impulszuschlag für den Nahbereich $K_{IN}$	6 ms <sup>-1</sup>	490 kW	0,0 dB														
	7 ms <sup>-1</sup>	660 kW	0,0 dB														
	8 ms <sup>-1</sup>	815 kW	0,0 dB														
	9 ms <sup>-1</sup>	950 kW	0,0 dB														
	10 ms <sup>-1</sup>	kW	dB														
Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 8 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A)																	
Freq	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	
$L_{WAP}$						77,6	81,5	84,5	88,2	92,5	90,2	87,8	86,9	85,1	84,2	83,3	
Freq	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000	
$L_{WAP}$	81,1	78,7	75,7	72,9	70,7	68,9	67,1	64,7	63,6	62,9	61,8	60,5	58,8				
Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 10 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A)+Z(-28)S																	
Freq	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	
$L_{WAP}$						79,7	83,3	84,5	90,0	92,9	88,6	88,4	87,3	84,6	82,8	81,2	
Freq	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000	
$L_{WAP}$	80,0	77,8	74,8	73,0	71,5	70,7	69,6	67,8	67,2	66,2	64,9	62,9	60,8				
Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 12.10.2000																	
Die Angaben ersetzen nicht den o.g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallemissionsprognosen)																	
Gemessen durch:	RWTÜV Anlagentechnik GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen																
Datum:	10.11.2000																
	 Unterschrift																

Abbildung Anhang 12: Messbericht RWTUEV\_3-3-908-1999-DB-60037



Auszug aus dem Prüfbericht				
Stamtblatt "Geräusche", entsprechend den "Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte"				
Rev. 13 vom 01. Januar 2000 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Flotowstr. 41-43, D-22083 Hamburg)				
Auszug aus dem Prüfbericht 3.3/908/1999 - DB 60036 zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ DeWind D6-1000				
Allgemeine Angaben				
Anlagenhersteller	DeWind AG Seelandstraße 1 23569 Lübeck	Nennleistung (Generator): Rotordurchmesser: Nabenhöhe über Grund: Turmbauart: Leistungsregelung:	1000 kW 62 m 68,5 m Stahlrohrturm pitch	
Seriennummer	DB 60036			
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerang.)		
Rotorblatthersteller:	LM	Getriebehersteller:	Flender	
Typenbezeichnung Blatt:	LM 29.1	Typenbezeichnung Getriebe:	3-Stufen-Planeten-Stirnrad	
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatorhersteller:	Loher	
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator	AFWA 500LB-061	
Rotordrehzahlbereich:	20,7 min <sup>-1</sup>	Generatormendrehzahl:	1100 min <sup>-1</sup>	
Prüfbericht zur Leistungskurve:				
	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung		
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	6 ms <sup>-1</sup>	490 kW	95,2 dB(A)	
	7 ms <sup>-1</sup>	660 kW	96,3 dB(A)	
	8 ms <sup>-1</sup>	815 kW	97,4 dB(A)	
	9 ms <sup>-1</sup>	950 kW	98,2 dB(A)	
	10 ms <sup>-1</sup>	- kW	- dB(A)	
Tonzuschlag für den Nahbereich $K_{TN}$	6 ms <sup>-1</sup>	490 kW	0,0 dB	Hz
	7 ms <sup>-1</sup>	660 kW	0,0 dB	Hz
	8 ms <sup>-1</sup>	815 kW	0,0 dB	Hz
	9 ms <sup>-1</sup>	950 kW	0,0 dB	Hz
	10 ms <sup>-1</sup>	- kW	- dB	Hz
Impulszuschlag für den Nahbereich $K_{IN}$	6 ms <sup>-1</sup>	490 kW	0,0 dB	
	7 ms <sup>-1</sup>	660 kW	0,0 dB	
	8 ms <sup>-1</sup>	815 kW	0,0 dB	
	9 ms <sup>-1</sup>	950 kW	0,0 dB	
	10 ms <sup>-1</sup>	- kW	- dB	

Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt  $v_{10} = 8 \text{ ms}^{-1}$  in dB(A)

Freq	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
$L_{WA,P}$						83,2	85,7	87,0	87,3	87,3	88,2	90,7	88,5	84,8	81,5	81,2

Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt  $v_{10} = 10 \text{ ms}^{-1}$  in dB(A)+Z(-28)S

Freq	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
$L_{WA,P}$						86,2	88,1	89,1	90,3	90,0	90,9	92,0	90,6	86,7	84,7	84,5

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 12.10.2000  
Die Angaben ersetzen nicht den o.g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen)

Gemessen durch: RWTÜV Anlagentechnik GmbH  
Langemarckstraße 20  
45141 Essen

Datum: 05.12.2000

  
 Unterschrift

Abbildung Anhang 13: Messbericht RWTUEV\_3-3-908-1999-DB-60036



Auszug aus dem Prüfbericht																	
Stamtblatt "Geräusche", entsprechend den "Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte"																	
Rev. 13 vom 01. Januar 2000 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Flotowstr. 41-43, D-22083 Hamburg)																	
Auszug aus dem Prüfbericht 3.3/908/1999 - DB 60026 zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ DeWind D6-1000																	
Allgemeine Angaben		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerang.)															
Anlagenhersteller	DeWind AG Seelandstraße 1 23569 Lübeck	Nennleistung (Generator):	1000 kW														
Seriennummer	DB 60026	Rotordurchmesser:	62 m														
		Nabenhöhe über Grund:	68,5 m														
		Turmbauart:	Stahlrohrturm														
		Leistungsregelung:	pitch														
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerang.)															
Rotorblatthersteller:	LM	Getriebehersteller:	Flender														
Typenbezeichnung Blatt:	LM 29.1	Typenbezeichnung Getriebe:	3-Stufen-Planeten-Stirnrad														
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatorhersteller:	Loher														
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator	APWA 500LB-061														
Rotordrehzahlbereich:	20,7 min <sup>-1</sup>	Generatormendrehzahl:	1100 min <sup>-1</sup>														
Prüfbericht zur Leistungskurve:																	
	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter														
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung	Bemerkungen														
Schalleistungs-Pegel L <sub>WA,P</sub>	6 ms <sup>-1</sup>	490 kW	97,5 dB(A)														
	7 ms <sup>-1</sup>	660 kW	98,5 dB(A)														
	8 ms <sup>-1</sup>	815 kW	99,3 dB(A)														
	9 ms <sup>-1</sup>	950 kW	99,8 dB(A)														
	10 ms <sup>-1</sup>	- kW	- dB(A)														
Tonzuschlag für den Nahbereich K <sub>TN</sub>	6 ms <sup>-1</sup>	490 kW	2,0 dB Hz														
	7 ms <sup>-1</sup>	660 kW	2,0 dB Hz														
	8 ms <sup>-1</sup>	815 kW	1,0 dB Hz														
	9 ms <sup>-1</sup>	950 kW	1,0 dB Hz														
	10 ms <sup>-1</sup>	- kW	- dB Hz														
Impulszuschlag für den Nahbereich K <sub>NI</sub>	6 ms <sup>-1</sup>	490 kW	0,0 dB														
	7 ms <sup>-1</sup>	660 kW	0,0 dB														
	8 ms <sup>-1</sup>	815 kW	0,0 dB														
	9 ms <sup>-1</sup>	950 kW	0,0 dB														
	10 ms <sup>-1</sup>	- kW	- dB														
Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt v <sub>10</sub> = 8 ms <sup>-1</sup> in dB(A)																	
Freq	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	
L <sub>WA,P</sub>						83,0	83,0	86,8	89,0	87,0	89,1	90,2	89,4	91,9	92,2	82,1	
Freq	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000	
L <sub>WA,P</sub>	81,1	78,9	75,7	72,6	70,8	69,2	67,8	64,7	63,1	62,5	60,7	58,9	57,4				
Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt v <sub>10</sub> = 10 ms <sup>-1</sup> in dB(A)+Z(-28)S																	
Freq	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	
L <sub>WA,P</sub>							86,2	86,1	89,1	90,3	90,0	90,9	92,0	90,6	86,7	84,7	84,5
Freq	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000	
L <sub>WA,P</sub>	83,7	81,6	78,9	76,6	74,6	73,4	72,3	70,0	68,5	67,6	65,8	63,9	61,9				

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 12.10.2000  
Die Angaben ersetzen nicht den o.g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen)

Gemessen durch: RWTÜV Anlagentechnik GmbH  
Langemarkstraße 20  
45141 Essen

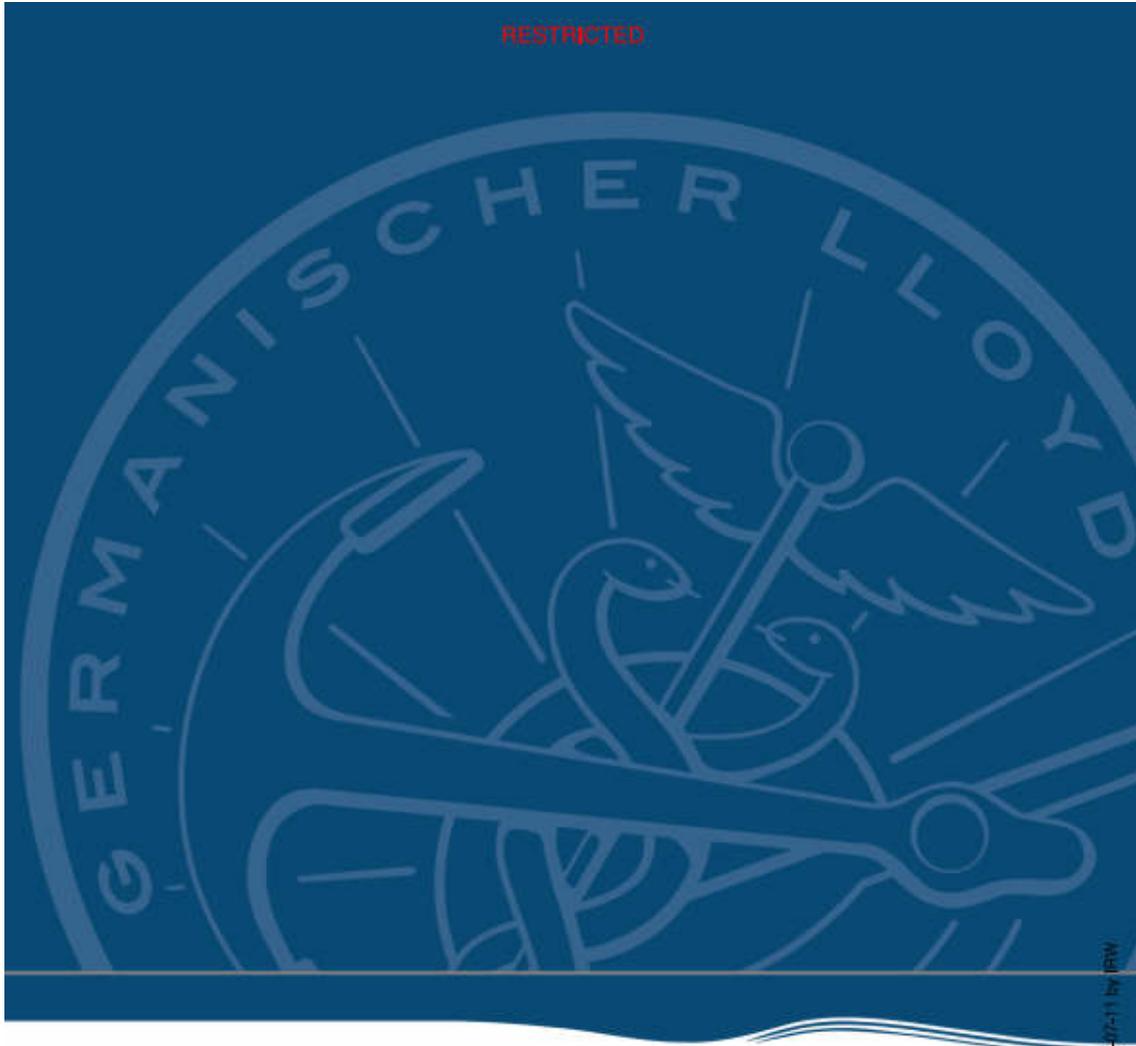
Datum: 20.11.2001

*[Handwritten Signature]*  
-----  
Unterschrift

Abbildung Anhang 14: Messbericht RWTUEV\_3-3-908-1999-DB-60026



## 5.12 Dokument [XXX] (V112 3.000 - Level 2)



Kurzbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0006-A

Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V112 - 3.0 MW (Mode 2) aus mehreren Einzelmessungen für die Nabenhöhen 94 m, 119 m und 140 m über Grund

GL Garrad Hassan



T05 0035-2071 Ver 01 - Approved - ECO - Exported from DMS: 2016-07-11 by RW

**VESTAS PROPRIETARY NOTICE:** This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed in any form or by any means without the prior written consent of Vestas. Vestas disclaims all warranties except as expressly stated by written agreement and is not responsible for damages of any kind, for which it may incur legal liability against responsible parties.

Abbildung Anhang 15: Messbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0006-A, Seite 1



## RESTRICTED

Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas  
V112 - 3.0 MW (Mode 2) aus mehreren Einzelmessungen für die  
Nabenhöhen 94 m, 119 m und 140 m über Grund

Kurzbericht GLGH-4286 12  
10112 258-A-0006-A  
2013-07-09

### 3 Ergebniszusammenfassung Vestas V112-3.0 MW (Mode 2), Nabenhöhe 140 m

#### Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ /1/ besteht die Möglichkeit die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /2/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten			
Hersteller	Vestas Wind Systems A/S Alsvej 21 8940 Randers, Dänemark	Anlagenbezeichnung Nennleistung in kW Nabenhöhe in m Rotor Durchmesser in m	V112-3.0 MW (Mode 2) 3075 140 112
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	
Seriennummer	V38500	V41429	
Standort	Lem (DK)	Simonsberg (D)	
Vermessene Nabenhöhe	94 m	84 m + 2 m Fundamenthöhe	
Messinstüt	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH	
Prüfbericht	GLGH-4286 12 09780 258-A-0002-A	GLGH-4286 12 10112 258-A-0005-A	
Datum	2012-09-06	2013-03-27	
Getriebetyp	Winergy PZAB 3530,0	Winergy PZAB 3530,0	
Generatortyp	Vestas Wind Systems A/S, 3-ph PMG	Vestas Wind Systems A/S, 3-ph PMG	
Rotorblatttyp	Vestas 55	Vestas 55	
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	3	... n	
Seriennummer	V41430	-	
Standort	Simonsberg	-	
Vermessene Nabenhöhe	84 m + 2 m Fundamenthöhe	-	
Messinstüt	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH	-	
Prüfbericht	GLGH-4286 12 10112 258-A-0008-A	-	
Datum	2013-07-03	-	
Getriebetyp	Winergy PZAB 3530,0	-	
Generatortyp	Vestas Wind Systems A/S, 3-ph PMG	-	
Rotorblatttyp	Vestas 55	-	

Leistungskurve: berechnete Leistungskurve vom Hersteller bereitgestellt.						
Messzeitraum: +/-						
Schalleistungspegel $L_{WA}$ [dB]						
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	102,6	103,4	102,5	101,7	- <sup>9</sup>	
2	103,1	103,4	102,9	102,5	102,1	
3	101,9	102,7	102,4	102,0	101,9	
4	-	-	-	-	-	
Mittelwert $\bar{L}_{M}$ [dB(A)]	102,5	103,2	102,6	102,1	102,0 <sup>9</sup>	
Standard- Abweichung s [dB]	0,6	0,4	0,3	0,4	0,1	
K nach /2/ $\sigma_{L} = 0,5 \text{ dB} / \Delta$ [dB]	1,5	1,2	1,1	1,2	1,0	

Bei einer 140 m hohen Anlage beträgt die der 95%-igen Nennleistung (2921 kW) entsprechende Windgeschwindigkeit 7,6 m/s.

<sup>9</sup> Hinweis: es liegen nicht genügend Messdaten in dieser Windklasse vor.

<sup>9</sup> Hinweis: Mittelwert basiert nur auf den Daten der Messungen 2 und 3.

Vordruck Urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber

GL Garrad Hassan Deutschland GmbH

Seite 7 von 8

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Abbildung Anhang 16: Messbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0006-A, Seite 7



**RESTRICTED**

**Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V112 - 3.0 MW (Mode 2) aus mehreren Einzelmessungen für die Nabenhöhen 94 m, 119 m und 140 m über Grund**

Kurzbericht GLGH-4286 12  
10112 258-A-0006-A  
2013-07-09

**Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen**

**Schallemissionsparameter: Zuschläge**

Tonzuschlag  $K_{Tn}$  in dB bei vermessener Nabenhöhe:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe									
	6 m/s		7 m/s		8 m/s		9 m/s		10 m/s	
1	1	15,6 Hz	0	- Hz	0	- Hz	0	- Hz	- <sup>1)</sup>	- Hz
2	1(3) <sup>1)</sup>	118(4150) <sup>1)</sup> Hz	0(2) <sup>1)</sup>	118(4150) <sup>1)</sup> Hz	0(2) <sup>1)</sup>	128(3650) <sup>1)</sup> Hz	0(2) <sup>1)</sup>	128(4150) <sup>1)</sup> Hz	0(2) <sup>1)</sup>	128(4150) <sup>1)</sup> Hz
3	1(3) <sup>1)</sup>	118(424) <sup>1)</sup> Hz	0(2) <sup>1)</sup>	118(4152) <sup>1)</sup> Hz	0(3) <sup>1)</sup>	122(4150) <sup>1)</sup> Hz	0(3) <sup>1)</sup>	122(4150) <sup>1)</sup> Hz	0(3)	122(4152) <sup>1)</sup> Hz
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup> Hinweis: es liegen nicht genügend Messdaten in dieser Windklasse vor.  
<sup>1)</sup> Hinweis: die gekennzeichneten Tonhöhenzuschläge treten rechnerisch bei Frequenz von ca. 4 kHz auf. Da sie jedoch subjektiv in Entfernungen größer 200 m nicht mehr wahrnehmbar sind, werden diese als nicht immissionsrelevant bewertet.

**Impulzzuschlag  $K_{Iv}$  in dB:**

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

Aufgrund der baulichen Änderungen für WEA unterschiedlicher Nabenhöhen kann das akustische Verhalten in Bezug auf die Ton- und Impulshaltigkeit nicht durch Umrechnung bestimmt werden. Es treten jedoch im Allgemeinen keine erheblichen Änderungen auf. Die gemachten Angaben zur Ton- und Impulshaltigkeit sind den o. g. Prüfberichten entnommen.

Terz- Schalleistungspegel  $L_{W,A,max}$  (Mittel aus 3 Messungen), Referenzpunkt  $V_{10} = 7$  m/s in dB

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{W,A,max}$	75,7	78,7	81,7	84,8	88,4	88,5	90,4	91,7	92,5	92,7	93,3	93,3
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{W,A,max}$	93,4	92,6	91,5	91,0	87,9	86,3	84,3	84,2	79,9	75,4	68,8	55,9

Okta- Schalleistungspegel  $L_{W,A,max}$  (Mittel aus 3 Messungen), Referenzpunkt  $V_{10} = 7$  m/s in dB

Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
$L_{W,A,max}$	84,2	92,3	96,4	97,9	97,3	93,6	88,1	76,3		

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen)

1/1 Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stressemannplatz 4, 24103 Kiel  
1/2 IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03  
1/3 Empfehlung des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ 2001-11-07

Bemerkungen: Für die Messung Nr.1 liegen keine Messdaten in der 10 m/s Windklasse vor.

Ausgestellt durch: GL Garrad Hassan Deutschland GmbH  
Sommerdeich 14 b  
25709 Kaiser-Wilhelm-Koog



Datum: 2013-07-09

*[Signature]*  
Dipl.-Ing. Ulf Kock  
Messstellenleiter §26 BImSchG

*[Signature]*  
Dipl.-Ing. Arne Jensen

Vordruck Urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber

GL Garrad Hassan Deutschland GmbH

Seite 8 von 8

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Abbildung Anhang 17: Messbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0006-A, Seite 8

T05 0039-2071 Ver.01 - Approved - ECO - Exported from DMS: 2013-07-11 by JRW



### 5.13 Dokument [XXXI] (V112 3.000 - Level 0)



Kurzbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0003-C

Bestimmung der Schalleleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V112 - 3.0 MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen für die Nabenhöhen 94 m, 119 m und 140 m über Grund

T05 0037-3477 Ver 02 - Approved - ECO - Exported from DMS: 2015-05-31 by JHW

GL Garrad Hassan



**VESTAS PROPRIETARY NOTICE:** This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

Abbildung Anhang 18: Messbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0003-C, Seite 1



## RESTRICTED

Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas  
V112 - 3.0 MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen für die  
Nabenhöhen 94 m, 119 m und 140 m über Grund

Kurzbericht GLGH 4286 12  
10112 258 A-0003-C  
2013-03-13

### 3 Ergebniszusammenfassung Vestas V112-3.0 MW (Mode 0), Nabenhöhe 140 m

#### Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ /1/ besteht die Möglichkeit die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /2/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten			
Hersteller	Vestas Wind Systems A/S Alsvej 21 8940 Randers, Dänemark	Anlagenbezeichnung Nennleistung in kW Nabenhöhe in m Rotordurchmesser in m	V112-3.0 MW (Mode0) 3075 140 112
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	
Seriennummer	V38500	V41431	
Standort	Lem (DK)	Simonsberg (D)	
Vermessene Nabenhöhe	94 m	84 m + 2 m Fundamenthöhe	
Messinstitut	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH	
Prüfbericht	GLGH 4286 12 09780 258 A-0001-A	GLGH-4286 11 08778 258-A-0010-B	
Datum	2012-08-31	2012-12-08	
Getriebetyp	Winergy PZAB 3530,0	Winergy PZAB 3530,0	
Generatortyp	Vestas Wind Systems A/S, 3-ph PMG	Vestas Wind Systems A/S, 3-ph PMG	
Rotorblatttyp	Vestas 55	Vestas 55	
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	3	... n	
Seriennummer	V41429	-	
Standort	Simonsberg (D)	-	
Vermessene Nabenhöhe	84 m + 2 m Fundamenthöhe	-	
Messinstitut	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH	-	
Prüfbericht	GLGH 4286 12 10112 258 A-0001-A	-	
Datum	2013-01-28	-	
Getriebetyp	Winergy PZAB 3530,0	-	
Generatortyp	Vestas Wind Systems A/S, 3-ph PMG	-	
Rotorblatttyp	Vestas 55	-	

Leistungskurve: GL Garrad Hassan Deutschland GmbH, GLGH-4270 09 05744 252-S-0005-A  
Messzeitraum: 2011-03-20 bis 2011-04-08

Schalleistungspegel $L_{WA}$ [dB]						
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	104,7	104,5	102,3	101,7	98,5 <sup>1)</sup>	
2	104,3	104,9	104,4	103,4	102,8	
3	104,2	104,7	103,2	101,6	102,1	
4	-	-	-	-	-	
Mittelwert $\bar{L}_{WP}$ [dB(A)]	104,4	104,7	103,3	102,2	101,1	
Standard-Abweichung $s$ [dB]	0,3	0,2	1,1	1,0	2,2	
K nach /2/ $\sigma_{K=0,5 \text{ dB /3/}}$ [dB]	1,1	1,0	2,2	2,1	4,4	

Bei einer 140 m hohen Anlage beträgt die der 95%-igen Nennleistung (2921 kW) entsprechende Windgeschwindigkeit 7,23 m/s.

<sup>1)</sup> Hinweis: die Regressionskurve des Schalleistungspegels fällt in diesem Wind Bin überproportional stark ab. Nach Umrechnung in größere Nabenhöhen ergibt sich dadurch in diesem Wind Bin ein geringerer Schalleistungspegel als bei den Messungen 2 und 3.

Vordruck Urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber

GL Garrad Hassan Deutschland GmbH

Seite 7 von 8

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Abbildung Anhang 19: Messbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0003-C, Seite 7



**RESTRICTED**

**Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V112 - 3.0 MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen für die Nabenhöhen 94 m, 119 m und 140 m über Grund**

Kurzbericht GLGH 4286 12  
10112 258 A-0003-C  
2013-03-13

**Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen**

**Schallemissionsparameter: Zuschläge**

Tonzuschlag  $K_{Tn}$  in dB bei vermessener Nabenhöhe:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe									
	6 m/s		7 m/s		8 m/s		9 m/s		10 m/s	
1	0	- Hz	0	- Hz	0	- Hz	0	- Hz	0	- Hz
2	1	122 Hz	0	- Hz	0	- Hz	0	- Hz	0	- Hz
3	0	- Hz	0	- Hz	0	- Hz	0	- Hz	0	- Hz
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Impulzzuschlag  $K_{in}$  in dB:

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

Aufgrund der baulichen Änderungen für WEA unterschiedlicher Nabenhöhen kann das akustische Verhalten in Bezug auf die Ton- und Impulshaltigkeit nicht durch Umrechnung bestimmt werden. Es treten jedoch im Allgemeinen keine erheblichen Änderungen auf. Die gemachten Angaben zur Ton- und Impulshaltigkeit sind den o. g. Prüfberichten entnommen.

Terz- Schalleistungspegel  $L_{WA,max}$  (Mittel aus 3 Messungen), Referenzpunkt  $V_{10} = 7 \text{ m/s}$  in dB

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,max}$	75,5	78,6	82,2	85,2	89,4	89,6	91,3	93,6	94,8	94,8	94,9	94,8
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,max}$	94,6	94,3	93,2	92,4	89,4	88,0	86,7	86,1	82,1	77,7	70,2	55,5

Oktav- Schalleistungspegel  $L_{WA,max}$  (Mittel aus 3 Messungen), Referenzpunkt  $V_{10} = 7 \text{ m/s}$  in dB

Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{WA,max}$	84,4	93,2	96,2	99,6	98,9	95,1	90,2	78,5

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen)

/1/ Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel  
/2/ IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03  
/3/ Empfehlung des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ 2001-11-07

Bemerkungen: keine

Ausgestellt durch: GL Garrad Hassan Deutschland GmbH  
Sommerdeich 14 b  
25709 Kaiser-Wilhelm-Koog



Datum: 2013-07-17

Dipl.-Ing. Jörg Dedert  
Stellv. Messstellenleiter §26 BImSchG

Dipl.-Ing. Arno Trautsch

Vordruck Urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber



## 5.14 Dokument [XXXII] (E-82 E2 Level 0)



### SCHALLTECHNISCHER BERICHT NR. 211376-01.01

über eine Dreifachvermessung von Windenergieanlagen des Typs  
Enercon E-82 E2 im "Betrieb I"

**Datum:**

14.10.2011

**Auftraggeber:**

Enercon GmbH  
Dreekamp 5  
26605 Aurich

**Bearbeiter:**

Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer  
Dipl.-Ing. Oliver Bunk



Seite 12 zum Bericht Nr. 211376-01.01

## 6.) Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 108 m

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen			
Seite 1 von 2			
Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [4] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.			
Anlagendaten			
Hersteller	Enercon GmbH	Anlagenbezeichnung	E-82 E2
		Nennleistung in kW	2.300 (Betrieb I)
		Nabenhöhe in m	108
		Rotordurchmesser in m	82
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	82679	822040	822877
Standort	26629 Großefehn	26632 Ihlow	26316 Vareil-Hohelucht
vermessene Nabenhöhe (m)	108	108	108
Messinstitut	KÖTTER Consulting Engineers KG	Müller-BBM GmbH	KÖTTER Consulting Engineers KG
Prüfbericht	209244-03.03	M95 777/1	211372-01.01
Datum	18.03.2010	15.09.2011	18.10.2011
Getriebetyp	--	--	--
Generatortyp	E-82 E2	E-82 E2	E-82 E2
Rotorblattp	E-82-2	E-82-2	E-82-2

Schallemissionsparameter: Messwerte (1. und 2. Messung: Kennlinie E-82 E2, 2.3 MW, Betrieb I, berechnet Rev 3.0, Enercon GmbH; 3. Messung: Prüfbericht Leistungskurve: Excerpt MP11 004 of the Test Report MP10 026, Deutsche WindGuard)

Schalleistungspegel $L_{WA,P}$ :						
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	8,4 m/s <sup>1)</sup>
1	100,6 dB(A)	102,5 dB(A)	103,2 dB(A)	103,3 dB(A)	102,9 dB(A)	103,4 dB(A)
2	102,2 dB(A)	103,7 dB(A)	104,0 dB(A)	104,1 dB(A)	--	104,0 dB(A)
3	102,0 dB(A)	103,1 dB(A)	103,6 dB(A)	104,4 dB(A)	--	104,0 dB(A)
Mittelwert $\bar{L}_W$	101,6 dB(A)	103,1 dB(A)	103,6 dB(A)	104,0 dB(A)	--	103,8 dB(A)
Standardabweichung S	0,8 dB	0,6 dB	0,4 dB	0,6 dB	--	0,4 dB
K nach [4] $\sigma_R = 0,5$ dB	1,9 dB	1,5 dB	1,2 dB	1,4 dB	--	1,2 dB

1) Entspricht 95 % der Nennleistung nach vermessener Leistungskennlinie der dritten Messung [8]



Seite 13 zum Bericht Nr. 211376-01.01

### Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 2 von 2

Schallemissionsparameter: Zuschläge						
Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe $K_{TN}$ :						
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	8,4 m/s <sup>1)</sup>
1	0 dB	0 dB	0 dB	1 dB 130 Hz	0 dB	1 dB 130 Hz
2	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB

Impulszuschlag $K_{IN}$ :						
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	8,4 m/s <sup>1)</sup>
1	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
2	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB

Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt $V_{10LWA,Pmax}$ in dB(A) <sup>2)</sup>												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P}$	76,5	79,5	82,5	84,7	90,8	88,4	89,1	92,8	93,4	93,7	94,1	94,9
Frequenz	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.300	8.000	10.000
$L_{WA,P}$	94,2	93,9	92,8	90,3	88,1	85,4	82,9	81,0	77,9	74,8	72,2	70,8

Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt $V_{10LWA,Pmax}$ in dB(A) <sup>2)</sup>								
Frequenz	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{WA,P}$	85,0	93,5	96,9	99,1	98,5	93,2	86,0	78,6

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

- Bemerkungen:
- 1) Entspricht 95 % der Nennleistung nach vermessener Leistungskennlinie der dritten Messung [8]
  - 3) Entspricht  $v_s = 9$  m/s und der maximalen Schalleistung

Ausgestellt durch:  
 KÖTTER Consulting Engineers KG  
 Bonifatiusstraße 400  
 48432 Rheine  
 Datum: 14.10.2011



*O. Bunk*  
 i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk

*Jürgen Weinheimer*  
 i. A. Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer



## 5.15 Dokument [XXXIII] (Vestas V80-2.0MW - Level 0)

# WINDTEST

## Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH

**Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des  
Typs Vestas V80 – 2.0 MW, 105.1 dB(A) aus mehreren  
Einzelmessungen nach FGW Rev. 15 umgerechnet  
auf eine Nabenhöhe von 100 m über Grund**

September 2004

Bericht WT 3718/04



Durch das DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen  
nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde  
aufgeführten Prüfverfahren.





## Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 2 von 3

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ /1/ besteht die Möglichkeit die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /2/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten			
Hersteller	Vestas Deutschland GmbH Otto-Hahn-Straße 2-4 25813 Husum Deutschland	Anlagenbezeichnung Nennleistung in kW Nabenhöhe in m Rotordurchmesser in m	Vestas V80 – 2,0 MW, 105,1 dB(A) 2000 100 80
Angaben zur Einzelmessung		Messung-Nr.	
		1	2
Seriennummer		14096	12745
Standort		Langenberg	Almdorf
Vermess. Nabenhöhe (m)		100	60
Messinstitut		WIND-consult GmbH	WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH
Prüfbericht		WICO 319SE90201	WT 260203
Datum		2003-01-31	2003-02-14
Getriebetyp		Hansen EH802N21-BN-100,66	Hansen EH802N21-BN-100,66
Generatortyp		Leroy-somer Gen-3-FSLB-500LB 4-B3	Leroy-somer Gen-3-FSLB-500LB 4-B3
Rotorblatttyp		Vestas 39 m	Vestas 39 m
Angaben zur Einzelmessung		Messung-Nr. (Fortsetzung)	
		3	4
Seriennummer		11991	16892
Standort		Neu Guthendorf	Riesenbeck
Vermess. Nabenhöhe (m)		78	100
Messinstitut		WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH	WINDTEST Grevenbroich GmbH
Prüfbericht		WT 320804	SE03014B1
Datum		2004-03-11	2003-10-06/07
Getriebetyp		Lohmann & Stollerfoht GPV440-3331	Lohmann & Stollerfoht GPV441 SPG
Generatortyp		Weier DVSG500/4AMSP	Leroy-somer FLSB-500 LB4-B3
Rotorblatttyp		Vestas 39 m	Vestas 39 m

Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht Leistungskurve: WT 1813/01)

Schalleistungspegel $L_{WA}$ :						
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s <sup>1)</sup>	10 m/s	
1	103,7 dB(A)	104,2 dB(A)	104,2 dB(A)	103,9 dB(A)	-	
2	-	104,1 dB(A)	104,3 dB(A)	103,9 dB(A)	-	
3	103,3 dB(A)	103,8 dB(A)	103,6 dB(A)	103,3 dB(A)	-	
4	103,0 dB(A)	103,9 dB(A)	103,7 dB(A)	102,6 dB(A)	-	
5						
6						
7						
8						
9						
...n						
Mittelwert $\bar{L}_{WP}$	103,3 dB(A)	104,0 dB(A)	104,0 dB(A)	103,4 dB(A)	-	
Standard- Abweichung s	0,4 dB(A)	0,2 dB(A)	0,4 dB(A)	0,6 dB(A)	-	
K nach /2/ $\sigma_g = 0,5$ dB	1,2 dB(A)	1,0 dB(A)	1,1 dB(A)	1,5 dB(A)	-	

/1/ Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 15, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel  
/2/ prEN 50376, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines July 2001

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber

Bericht WT 3718/04: Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs V80 – 2,0 MW 105,1 dB(A) aus mehreren Einzelmessungen nach FGW Rev. 15 umgerechnet auf eine Nabenhöhe von 100 m über Grund

WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH