



Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung  
und den Betrieb von einer Windenergieanlage  
am Standort Miltzow

Bericht Nr.: I17-SCH-2018-14 Rev. 02

Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von  
einer Windenergieanlage am Standort Miltzow

Bericht-Nr. I17-SCH-2018-14 Rev. 02

Auftraggeber: wpd Windpark Nr. 263  
Renditefonds GmbH & Co. KG  
Stephanitorsbollwerk 3  
D-28217 Bremen

Auftragsnehmer: I17-Wind GmbH & Co. KG  
Am Westersielzug 11  
25840 Friedrichstadt  
Tel.: 04881 – 93 6 49 80  
Fax.: 04881 – 93 6 49 81 9  
E-Mail: mail@i17-wind.de  
Internet: www.i17-wind.de

Bearbeiter: André Gefke (Dipl.-Ing. (FH))

Prüfer: Dennis Kramer (B. Eng.)

Datum: 13. März 2019

## Haftungsausschluss und Urheberrecht

Die vorliegende Revision 01 des Schallimmissionsgutachtens für die geplante Windenergieanlage (WEA) am Standort Miltzow wurde von der wpd Windpark Nr. 263 Renditefonds GmbH & Co. KG im Januar 2019 bei der I17-Wind GmbH & Co. KG in Auftrag gegeben. Das Schallgutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch und nach dem gegenwärtigen Stand von Wissenschaft und Technik erstellt. Für die Daten die nicht von der I17-Wind GmbH & Co. KG gemessen, erhoben und verarbeitet wurden, kann keine Garantie übernommen werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Berichtes ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der I17-Wind GmbH & Co. KG erlaubt.

Urheber des vorliegenden Gutachtens ist die I17-Wind GmbH & Co. KG. Der Auftraggeber erhält nach § 31 Urheberrechtsgesetz das einfache Nutzungsrecht, welches nur durch Zustimmung des Urhebers übertragen werden kann. Eine Bereitstellung zum uneingeschränkten Download in elektronischen Medien ist ohne gesonderte Zustimmung des Urhebers nicht gestattet.

Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Werte an den Immissionsorten können seitens des Gutachters keine Garantien übernommen werden. Die Ergebnisse basieren auf vom Auftraggeber und Anlagenhersteller zur Verfügung gestellten Angaben zum Standort und Betriebsverhalten der Windenergieanlagen und auf Berechnungen nach TA Lärm [1], den Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz [6], den Normen DIN ISO 9613-2 [2] und DIN EN 50376 [7] sowie den Hinweisen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [11].

Revisionsnummer	Revisionsdatum	Änderung	Bearbeiter
0	12.06.2018	Erstellung des Gutachtens	Gefke
1	13.03.2019	Anpassung der Vorbelastung	Gefke
2	13.03.2019	Anpassung der Betriebsweise der geplanten WEA in der Nacht (aus)	Gefke

### Bearbeiter

Dipl.-Ing. (FH) André Gefke,  
Sachverständiger  
Friedrichstadt, 13.03.2019



### Geprüft

B. Eng. Dennis Kramer,  
Planungsingenieur  
Friedrichstadt, 14. 03.2019



## Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung .....	6
2	Örtliche Beschreibung .....	6
3	Berechnungs- und Beurteilungsverfahren .....	8
4	Immissionsorte .....	14
4.1	Immissionsrichtwerte .....	16
5	Beschreibung der geplanten Windenergieanlage .....	17
5.1	Anlagenbeschreibung .....	17
5.2	Position der geplanten Windenergieanlage .....	17
5.3	Schalltechnische Kennwerte .....	17
5.3.1	Eingangskenngrößen für Schallimmissionsprognosen .....	18
5.4	Ton- und Impulshaltigkeit .....	18
6	Fremdgeräusche .....	19
7	Tieffrequente Geräusche .....	19
8	Vorbelastung .....	20
8.1	Vorbelastung Windenergieanlagen .....	20
9	Rechenergebnisse und Beurteilungen .....	22
9.1	Zusatzbelastung .....	22
9.2	Vorbelastung .....	23
9.3	Gesamtbelastung .....	24
10	Qualität der Prognose .....	25
11	Zusammenfassung .....	27
12	Abkürzungs- und Symbolverzeichnis .....	28
13	Literaturverzeichnis .....	29
	Anhang 1 / Berechnungsausdruck Vorbelastung (WEA): Hauptergebnis .....	31
	Anhang 2 / Berechnungsausdruck Gesamtbelastung (WEA): Hauptergebnis und detaillierte Ergebnisse .....	33
	Anhang 3 / Isophonenkarte: Gesamtbelastung (WEA) .....	43
	Anhang 4 / Auszüge aus dem Schallemissionsgutachten gemäß FGW TR 1, Rev. 18 – Schallemissionsmessung an einer V112-3.45MW Mode 0 [21] .....	44
	Anhang 5 / Fotodokumentation der Immissionsorte .....	47

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: WEA Standorte .....	7
------------------------------------	---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Luftdämpfungskoeffizienten $\alpha$ nach Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 für die relative Luftfeuchte 70 % und die Lufttemperatur von 10° C [2] .....	12
Tabelle 3.2: Referenzspektrum [11] .....	13
Tabelle 4.1: Immissionsorte .....	15
Tabelle 4.2: Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [1] .....	16
Tabelle 5.1: Position der geplanten WEA [16].....	17
Tabelle 5.2: Betriebsvarianten Vestas V112-3.3/3.45 MW [19].....	18
Tabelle 5.3: Schalltechnische Kennwerte der geplanten WEA [21].....	18
Tabelle 5.4: Oktavband VESTAS V112-3.3-3.45MW im Power Mode [21].....	18
Tabelle 6.1: Position der lokalisierten Biogasanlage .....	19
Tabelle 8.1: Position der Bestandsanlagen und deren Schalleistungspegel im Tag- Nachtbetrieb [17-18] .....	20
Tabelle 8.2: Zu Grunde gelegte Oktavspektren inkl. OVB für die bestehenden WEA .....	21
Tabelle 9.1: Analyseergebnisse Zusatzbelastung .....	22
Tabelle 9.2: Analyseergebnisse – Vorbelastung .....	23
Tabelle 9.3: Analyseergebnisse Gesamtbelastung .....	24
Tabelle 10.1: Unsicherheiten und verwendete Emissionswerte der geplanten Windenergieanlagen .	26
Tabelle 11.1: Ergebnisse der Immissionsprognose.....	27

## 1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant die Errichtung von einer Vestas V112-3.3/3.45 MW mit einer Nabenhöhe von 119 m im Windpark Miltzow. Der Windpark liegt ca. 15 km südöstlich der Stadt Stralsund in der Gemeinde Sundhagen in Mecklenburg-Vorpommern.

Eine WEA mit einer Gesamthöhe von mehr als 50 Metern stellt nach der 4. Bundes-Immissionsschutzverordnung eine genehmigungsbedürftige Anlage dar, welche das Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [3] zu durchlaufen hat. Für das Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG [3] ist der Nachweis der Einhaltung der gesetzlichen Richtwerte für die Schallimmissionen zu führen. Die Berechnungen sollen Auskunft darüber geben, ob schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche gemäß der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) [1] von den geplanten Anlagen ausgehen können.

Die Berechnung der Schallimmission ist gemäß Nr. A2 der TA Lärm [1] nach der DIN ISO 9613-2 [2] durchzuführen. Die DIN ISO 9613-2 gilt für die Berechnung der Schallausbreitung bei bodennahen Quellen. Der LAI empfiehlt in den Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen Stand 30.06.2016 [11] zur Anpassung des Prognoseverfahrens auf hochliegende Quellen in Bezug auf die Veröffentlichung des Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) auf Basis neuerer Untersuchungsergebnisse und auf Basis theoretischer Berechnungen ein „Interimsverfahren“ [10]. Für WKA als hochliegende Schallquellen sind diese neueren Erkenntnisse im Genehmigungsverfahren entsprechend [11] zu berücksichtigen. Die Immissionsprognose ist daher nach der „Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ [10] – sowohl für Vorbelastungsanlagen als auch für neu beantragte Anlagen – frequenzselektiv durchzuführen [32].

## 2 Örtliche Beschreibung

Der Windpark Miltzow befindet sich in der Gemeinde Sundhagen in einem Gebiet nördlich der Ortschaft Wilmsenhagen und westlich der Ortschaft Miltzow. Der Windpark wird durch die Bundesstraße B96n geteilt, wobei sich ein Großteil der Anlagen östlich der Bundesstraße befindet. Direkt südlich des Windparks schließt sich der Windpark Miltzow-Mannhagen an. In der Umgebung des Windparks erstrecken sich vereinzelt Höfe und dörfliche Siedlungen. Das Gelände um die Windenergieanlagenstandorte variiert nur leicht in der Höhe von 10 bis 30 m über NN.

Die geplante WEA stellt eine Erweiterung des bestehenden Windparks Miltzow-Reinkenhagen dar. Weiter südlich befindet sich der angrenzende Windpark Miltzow-Mannhagen. Alle genannten WEA finden im vorliegenden Schallgutachten als Vorbelastung Berücksichtigung.

Die Angaben zu den Koordinaten der bestehenden und geplanten Windenergieanlagen wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt [16]. Für die Koordinatenangaben in diesem Gutachten findet das System UTM ETRS 89 Zone 33 Anwendung. Die Windenergieanlagenpositionen sind in der nachfolgenden Abbildung 2.1 dargestellt.

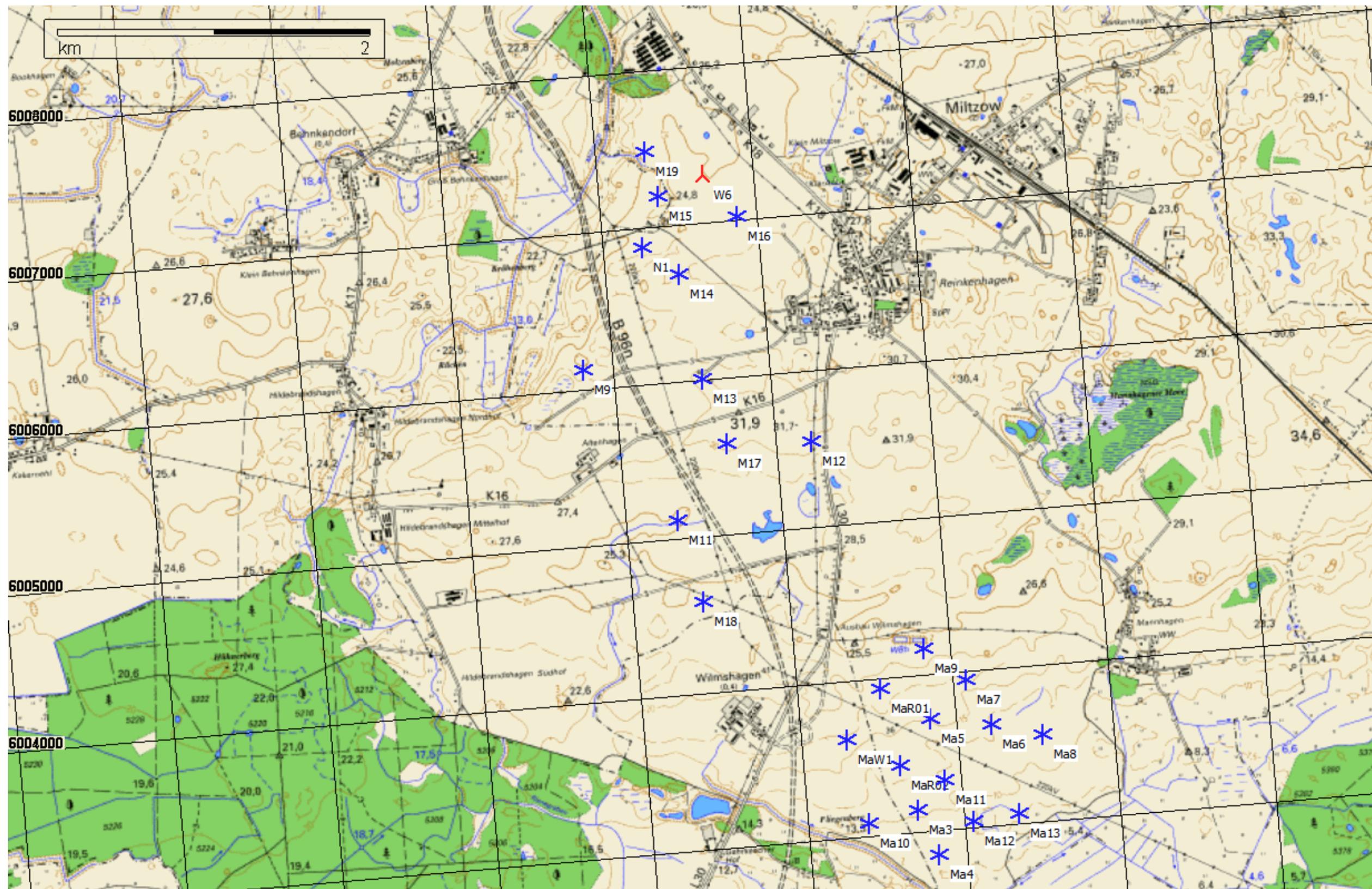


Abbildung 2.1: WEA Standorte  
 Blaue Sterne: Bestandsanlagen; Rote(s) Kreuz(e): Neu geplante WEA; Kartenmaterial [8]

### 3 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren

Die gesetzliche Grundlage für die Schallimmissionsprognose bildet das Bundes-Immissionsschutzgesetz [3]. Die schalltechnischen Berechnungen wurden gemäß der TA-Lärm [1], den Normen DIN ISO 9613-2 [2] und DIN EN 50376 [7], den Empfehlungen des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ [6] sowie den vom Auftraggeber und den Herstellern der Windenergieanlagen zur Verfügung gestellten Standort- und Anlagendaten durchgeführt. Des Weiteren wird das Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen [10] und der überarbeitete Entwurf der Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) [11] vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE, Stand 30.06.2016, berücksichtigt und angewandt. Zur Anwendung kommt dabei das EMD Softwareprogramm WindPRO [9].

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

Das „Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen [10]“ wurde im Mai 2015 veröffentlicht und basiert auf den Erkenntnissen des LANUV NRW zur Abweichung der realen von den modellierten Immissionen von WEA. Darauf aufbauend hat der LAI einen überarbeiteten Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Stand 30.06.2016, der Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) [11] erarbeitet, der die Erkenntnisse der Studie aufgreift und, leicht adaptiert, in eine behördliche Empfehlung umsetzt (im Folgenden: neues LAI-Verfahren). Durch eine im Interimsverfahren beschriebene Modifizierung des Schemas der DIN ISO 9613-2 [2] lässt sich dessen Anwendungsbereich auf Windkraftanlagen als hochliegende Quellen erweitern.

Abweichend zum bisher in Deutschland üblichen Verfahren sieht das Interimsverfahren vor, dass

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

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

Die ISO 9613-2 “Attenuation of sound during propagation outdoors, Part 2. A general method of calculation” beschreibt die Berechnung der Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien. Der nachfolgende Text und die Gleichungen beschreiben den theoretischen Hintergrund der ISO 9613-2 wie sie in WindPRO implementiert ist. Diese Beschreibung ist dem WindPRO Handbuch [9] entnommen.

Normalerweise wird bei der schalltechnischen Vermessung von Windenergieanlagen der A-bewertete Schalleistungspegel in Form des 500 Hz-Mittenpegels ermittelt. Daher werden die Dämpfungswerte bei 500 Hz verwendet, um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung abzuschätzen. Der Dauerschalldruckpegel jeder einzelnen Quelle am Immissionspunkt berechnet sich nach dem alternativen Verfahren der ISO 9613-2 dann wie folgt:

$$L_{AT}(DW) = L_{WA} + D_C - A - C_{met} \quad (1)$$

$L_{WA}$ : Schalleistungspegel der Punktschallquelle A-bewertet.

$D_C$ : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden,  $D_\Omega$  (Berechnung nach dem alternativen Verfahren)

$$D_C = D_\Omega - 0 \quad (2)$$

$D_\Omega$  beschreibt die Reflexion am Boden und berechnet sich nach:

$$D_\Omega = 10 \lg\{1 + [d_p^2 + (h_s - h_r)^2] / [d_p^2 + (h_s + h_r)^2]\} \quad (3)$$

Mit:

$h_s$ : Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)

$h_r$ : Höhe des Immissionspunktes über Grund (in WindPRO 5 m)

$d_p$ : Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger, projiziert auf die Bodenebene. Der Abstand bestimmt sich aus den x und y Koordinaten der Quelle (Index s) und des Immissionspunktes (Index r):

$$d_p = \sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2} \quad (4)$$

A: Dämpfung zwischen der Punktquelle (WEA-Gondel) und dem Immissionspunkt, die während der Schallausbreitung vorhanden ist. Sie bestimmt sich aus den folgenden Dämpfungsarten:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (5)$$

$A_{div}$ : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

$$A_{div} = 20 \lg(d / 1m) + 11 \text{ dB} \quad (6)$$

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt.

$A_{atm}$ : Dämpfung durch die Luftabsorption

$$A_{atm} = \alpha_{500} d / 1000 \quad (7)$$

$\alpha_{500}$ : Absorptionskoeffizient der Luft (= 1,9 dB/km)

Dieser Wert für  $\alpha_{500}$  bezieht sich auf die günstigsten Schallausbreitungsbedingungen (Temperatur von 10° und relativer Luftfeuchte von 70%).

$A_{gr}$ : Bodendämpfung

$$A_{gr} = (4,8 - (2h_m / d) [17 + (300 / d)]) \quad (8)$$

Wenn  $A_{gr} < 0$  dann ist  $A_{gr} = 0$

$h_m$ : mittlere Höhe (in Meter) des Schallausbreitungsweges über dem Boden:

Wenn in WindPRO kein digitales Geländemodell vorhanden ist

$$h_m = (h_s + h_r) / 2 \quad (9a)$$

$h_s$ : Quellhöhe (Nabenhöhe)

$h_r$ : Aufpunkthöhe (in WindPRO standardmäßig 5 m, kann aber den realen Gegebenheiten angepasst werden)

Bei vorliegendem digitalem Geländemodell wird die Fläche  $F$  zwischen dem Boden und dem Sichtstrahl zwischen Quelle (Gondel) und Aufpunkt berechnet. Die mittlere Höhe berechnet sich dann mit:

$$h_m = F / d \quad (9b)$$

$A_{\text{bar}}$ : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz), in der vorliegenden Berechnung wird Schallschutz nicht verwendet:  $A_{\text{bar}} = 0$ .

$A_{\text{misc}}$ : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie). In WindPRO gehen diese Effekte nicht in die Prognose ein:  $A_{\text{misc}} = 0$ .

$C_{\text{met}}$ : Meteorologische Korrektur, die durch die folgende Gleichung bestimmt wird:

$$C_{\text{met}} = 0 \text{ für } d_p < 10 (h_s + h_r) \quad (10)$$

$$C_{\text{met}} = C_0 [1 - 10 (h_s + h_r) / d_p] \text{ für } d_p > 10 (h_s + h_r) \quad (11)$$

$d_p$ : Abstand zwischen Quelle und Aufpunkt

Faktor  $C_0$  kann, abhängig von den Wetterbedingungen, zwischen 0 und 5 dB liegen, es ist jedoch in der Regel den beurteilenden Behörden vorbehalten, diesen Wert zu bestimmen.

Liegen den Berechnungen  $n$  Schallquellen (u.a. Windpark) zugrunde, so überlagern sich die einzelnen Schalldruckpegel  $L_{ATi}$  entsprechend der Abstände zum betrachteten Immissionspunkt. In der Bewertung der Lärmimmission nach der TA-Lärm ist der aus allen  $n$  Schallquellen resultierende Schalldruckpegel  $L_{AT}$  unter Berücksichtigung der Zuschläge nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$L_{AT}(LT) = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0.1 (L_{ATi} - C_{\text{met}} + K_{Ti} + K_{Ii})} \quad (12)$$

$L_{AT}$ : Beurteilungspegel am Immissionspunkt

$L_{ATi}$ : Schallimmissionspegel an dem Immissionspunkt einer Emissionsquelle  $i$

$i$ : Index für alle Geräuschquellen von 1-n

$K_{Ti}$ : Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle  $i$ , abhängig von den lokalen Vorschriften

$K_{Ii}$ : Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle  $i$  abhängig von den lokalen Vorschriften

Nach der ISO 9613-2 [2] kann die Prognose der Schallimmissionen auch über das Oktavspektrum des Schallleistungspegels der WEA durchgeführt werden, wie es im Rahmen des Interimsverfahrens gefordert ist. Im Folgenden sind nur die Unterschiede zu der 500 Hz Mittenfrequenz bezogenen Berechnung aufgezeigt.

Der resultierende Schalldruckpegel  $L_{AT}$  berechnet sich dann mit:

$$L_{AT}(DW) = 10 \lg [10^{0,1L_{AFT}(63)} + 10^{0,1L_{AFT}(125)} + 10^{0,1L_{AFT}(250)} + 10^{0,1L_{AFT}(500)} + 10^{0,1L_{AFT}(1k)} + 10^{0,1L_{AFT}(2k)} + 10^{0,1L_{AFT}(4k)} + 10^{0,1L_{AFT}(8k)}] \quad (13)$$

Mit:

$L_{AFT}$ : A-bewerteter Schalldruckpegel der einzelnen Schallquellen bei den unterschiedlichen Mittenfrequenzen (63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz)

Der A-bewertete Schalldruckpegel  $L_{AFT}$  bei den Mittenfrequenzen jeder einzelnen Schallquelle berechnet sich aus:

$$L_{AFT}(DW) = (L_W + A_f) + D_C - A \quad (14)$$

Beim Interimsverfahren entfällt, im Gegensatz zum alternativen Verfahren nach der DIN ISO 9613-2 [2], der Term der meteorologischen Korrektur  $C_{met}$  bzw. nimmt dieser den Wert  $C_{met} = 0$  dB an.

Mit:

$L_W$ : Oktav-Schallleistungspegel der Punktschallquelle nicht A-bewertet.  $L_W + A_f$  entspricht dem A-bewerteten Oktav-Schallleistungspegel  $L_{WA}$  nach IEC 651.

$A_f$ : genormte A-Bewertung nach IEC 651 (vgl. WindPRO-Katalog Schalldaten, A-bewertet), WindPRO ermittelt nach diesem Verfahren den A-bewerteten Schalldruckpegel.

$D_C$ : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber mit Reflexion am Boden. Wenn das Standardverfahren zur Bodendämpfung verwendet wird, ist  $D_{\Omega} = 0$ . Wenn die Alternative Methode verwendet wird, entspricht  $D_C$  dem Fall ohne Oktavbanddaten.

$A$ : Oktavdämpfung, Dämpfung zwischen Punktquelle und Immissionspunkt. Sie bestimmt sich wie oben aus den folgenden Dämpfungsarten:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (15)$$

$A_{div}$ : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

$A_{atm}$ : Dämpfung aufgrund der Luftabsorption, abhängig von der Frequenz

$A_{gr}$ : Bodendämpfung

$A_{bar}$ : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz), worst case ohne  $A_{bar} = 0$

$A_{misc}$ : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie; worst case  $A_{misc} = 0$ )

Bei der Oktavbandbezogenen Ausbreitung ist die Dämpfung durch die Luftabsorption von der Frequenz abhängig mit:

$$A_{\text{atm}} = \alpha_f d / 1000 \quad (16)$$

Mit:

$\alpha_f$ : Absorptionskoeffizient der Luft für jedes Oktavband

Der Absorptionskoeffizient  $\alpha_f$  ist stark abhängig von der Schallfrequenz, der Umgebungstemperatur und der relativen Luftfeuchte. Die ungünstigsten Werte bestehen bei einer Temperatur von 10° und 70% Rel. Luftfeuchte nach folgender Tabelle:

Bandmittelfrequenz, [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\alpha_f$ , [dB/km]	0.1	0.4	1	1.9	3.7	9.7	32.8	117

Tabelle 3.1: Luftdämpfungskoeffizienten  $\alpha$  nach Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 für die relative Luftfeuchte 70 % und die Lufttemperatur von 10° C [2]

Zur Berechnung der Bodendämpfung  $A_{gr}$  existieren zwei Möglichkeiten: das alternative Verfahren, das oben im Kapitel über das Berechnungsverfahren ohne Oktavbanddaten dargelegt wurde, und das Standardverfahren. Das Standardverfahren berechnet  $A_{gr}$  wie folgt:

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m \quad (17)$$

Mit:

$A_s$ : Die Dämpfung für die Quellregion bis zu einer Entfernung von  $30h_s$ , maximal aber  $d_p$ . Diese Region wird mit dem Bodenfaktor  $G_s$  beschrieben, der die Porosität der Oberfläche als Wert zwischen 0 (hart) und 1 (porös) wiedergibt.

$A_r$ : Aufpunkt-Region bis zu einer Entfernung von  $30h_r$ , maximal aber  $d_p$ . Diese Region wird mit dem Bodenfaktor  $G_r$  beschrieben

$A_m$ : Die Dämpfung der Mittelregion. Wenn die Quell- und die Aufpunkt-Region überlappen, gibt es keine Mittelregion. Diese Region wird mit dem Bodenfaktor  $G_m$  beschrieben

In WindPRO wird nur ein Parameter für G (Porosität) verwendet:

$$G = G_s = G_r = G_m \quad (18)$$

Diese Porosität wird in den Berechnungseinstellungen ausgewählt.

Die wesentliche Modifikation, vorgeschlagen durch das Interimsverfahren [10, 11], besteht nun darin, für die Bodendämpfung  $A_{gr} = -3$  dB anzusetzen. Sie berücksichtigt, dass es bei der Windkraftanlage als hochliegende Quelle zu lediglich einer Bodenreflexion kommt und deshalb die Ansätze der DIN ISO 9613-2 nicht greifen können.

Für eine evtl. vorliegende Vorbelastung durch Windenergieanlagen wurde für die Berechnung der Schallvorbelastung nach dem Interimsverfahren in einem ersten Schritt aus den behördlich genehmigten Schallleistungspegeln und den Angaben zum Zuschlag im Sinne des Oberen Vertrauensbereichs mit Hilfe des Referenzspektrums [11] aus Tabelle 3.2 ein Oktavspektrum für jede als Vorbelastung zu betrachtende WEA ermittelt. Lagen qualifizierte Informationen über detaillierte, anlagenbezogene Oktavspektren der behördlich genehmigten Schallleistungspegel der Vorbelastungsanlagen vor, wurden diese entsprechend herangezogen und der Zuschlag im Sinne des Oberen Vertrauensbereichs wurde auf die einzelnen Frequenzbereiche des Oktavspektrums hinzuaddiert. In beiden Fällen wurden somit die Unsicherheiten der Emissionsdaten der Vorbelastungsanlagen in gleicher Weise berücksichtigt, wie sie im Rahmen der Genehmigung der Vorbelastungsanlagen ermittelt und angewandt wurden.

Referenzspektrum								
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L <sub>WA,norm</sub>	-20.3	-11.9	-7.7	-5.5	-6.0	-8.0	-12.0	-20.0 <sup>1</sup>

Tabelle 3.2: Referenzspektrum [11]

<sup>1</sup> Die Anforderungen für den, in den LAI-Hinweisen Stand 30.06.2016, fehlenden Wert bei 8 kHz unterscheiden sich in den Bundesländern. Im vorliegenden Gutachten wurde der Wert auf -20 dB festgelegt. Dies stellt eine konservativere Annahme dar und deckt somit die bekannten Anforderungen ab.

## 4 Immissionsorte

Die Auswahl der Immissionsorte wurde anhand der vorliegenden Dokumentation und auf Basis des nach TA Lärm definierten Einwirkbereichs der geplanten WEA vorgenommen. Der Einwirkbereich ist definiert als der Bereich in dem der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung weniger als 10 dB(A) unter dem maßgebenden Immissionsrichtwert liegt [1]. Für die Unsicherheiten fanden die unter Abschnitt 10 Qualität der Prognose angegebenen Zuschläge auf die Schalleistungspegel Verwendung.

Als repräsentative schallkritische Immissionsorte wurden in Absprache mit der Genehmigungsbehörde die nächstgelegenen Bebauungen im Einwirkbereich gewählt. Die Immissionsrichtwerte in Tabelle 4.1 wurden nach Prüfung durch die untere Bauaufsichtsbehörde durch den Landkreis Vorpommern-Rügen / Der Landrat übermittelt [13, 14]. Während einer Standortbesichtigung wurde die Lage aller Immissionsorte mittels GPS überprüft. Abweichungen wurden dokumentiert und korrigiert.

Die Immissionsorte am Standort Miltzow sind als Dorf- und Mischgebiete (MD) einzustufen. Aufgrund von [13, 14] stuft die Genehmigungsbehörde jedoch diverse Immissionsorte in Orts- und Randlage in Reinkenhagen, mit 42 dB(A) abweichend zur TA Lärm, Kap. 6 ein. Der Beurteilungspegel von 42 dB(A) ist nicht als „klassischer“ Immissionsrichtwert, sondern als maximaler Grenzwert zu verwenden.

### Anmerkung des Auftraggebers:

Im aktuellen Flächennutzungsplan der Gemeinde Sundhagen vom 28.04.2014, ergänzt am 12.05.2015 werden die Ortschaften Reinkenhagen und Wilmshagen als Wohngebiet (W) ausgewiesen, dies betrifft die Immissionsorte IO5 – IO8. Die Abstimmung mit dem Auftraggeber und die Einschätzung eines weiteren Gutachters, der CUBE Engineering GmbH, in ihrer Stellungnahme zur Gebietstypologie des Ortes Wilmshagen vom 4. April 2013 lassen diese Einstufung in Bezug auf folgende Punkte als nicht gerechtfertigt begründen:

- I. Es sind typische dörfliche Strukturen anzutreffen: landwirtschaftliche Prägung der Ansiedlung, das Nebeneinander von Wohngebäuden und landwirtschaftlichen Zweckbauten, sowie die geringe Bebauungsdichte und der geringe Ausbaustandard der Erschließung.
- II. Die Straßen sind überwiegend gepflasterte Flächen, die auch häufig vom landwirtschaftlichen Verkehr zur Erschließung der im Außenbereich befindlichen Ackerflächen genutzt werden.
- III. Die Ansiedlung der Vorpommerschen Land AG in Reinkenhagen, sowie die Ansiedlung mehrerer landwirtschaftlicher Betriebe und die an das Wohngebiet angrenzenden Ackerflächen.

Auf Grund der aufgeführten Typologie ist der dem Windpark am nächsten liegende Bereich in Reinkenhagen und Wilmshagen gegenüber Emittenten (auch außerhalb des Ortes liegenden) als Dorfgebiet (MD) gemäß TA Lärm einzustufen und ein Immissionsrichtwert von 45 dB(A) in der Nacht anzusetzen. Grundsätzlich gehen wir davon aus, dass damit auch an den Immissionsorten IO5 – IO8 abweichend von der Auffassung der Genehmigungsbehörde ein nächtlicher Immissionsrichtwert von 45 dB(A) für Dorf- und Mischgebiete anzusetzen ist. Auf Grund der behördlichen Forderung rechnen wir hier aber ebenfalls noch mit einem nächtlichen Immissionsrichtwert von lediglich 42 dB(A).

In der nachfolgenden Tabelle 4.1 sind die nach [13, 14] berücksichtigten Immissionsorte aufgelistet.

Nr.	Bezeichnung	IRW [dB(A)]			Koordinaten UTM ETRS Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS Zone 33 Nord	Höhe über NN [m]
		Werktag 6h-22h	Sonntag 6h-22h	Nacht 22h-6h			
IO1	Landstr. 18, Engelswacht	60	60	45	3380826	6007703	24
IO2	Landstr. 19, Engelswacht	60	60	45	3380904	6007636	24
IO3	Landstr. 21, Engelswacht	60	60	45	3380963	6007554	25
IO4	Landstr. 2, Engelswacht	60	60	45	3381084	6007506	25
IO5	An den Weiden 1, Reinkenhagen	60/55	60/55	45/42 <sup>2</sup>	3381522	6007003	28
IO6	Engelswachter Str. 12, Reinkenhagen	60/55	60/55	45/42 <sup>2</sup>	3381502	6006952	28
IO7	Engelswachter Str. 5-8, Reinkenhagen	60/55	60/55	45/42 <sup>2</sup>	3381516	6006778	29
IO8	Sondenweg 10, Reinkenhagen	60/55	60/55	45/42 <sup>2</sup>	3381153	6006454	27

Tabelle 4.1: Immissionsorte

<sup>2</sup> Für die Immissionsorte IO5 – IO8 in Reinkenhagen wurde in [13] ein Pegel von 42 dB(A) abweichend zur TA Lärm, Kap. 6 festgesetzt. Der Beurteilungspegel von 42 dB(A) ist nicht als „klassischer“ Immissionsrichtwert, sondern als maximaler Grenzwert zu verwenden.



## 5 Beschreibung der geplanten Windenergieanlage

### 5.1 Anlagenbeschreibung

Der Auftraggeber plant am Standort Miltzow die Errichtung und den Betrieb von einer Windenergieanlage des Herstellers VESTAS Wind Systems A/S. Nachfolgend werden die Eckdaten und die Koordinaten der berücksichtigten Windenergieanlage zusammengefasst.

Hersteller:	VESTAS
Anlagentyp:	V112-3.3/3.45MW
Nabenhöhe:	119 m
Rotordurchmesser:	112 m
Nennleistung:	3.300 / 3.450 kW
Regelung:	pitch

### 5.2 Position der geplanten Windenergieanlage

Der nachfolgenden Tabelle 5.1 ist die Position [16], der Anlagentyp mit Nabenhöhe und die Betriebsweise der geplanten Windenergieanlage zu entnehmen. Die Betriebsweise und der damit verbundene Schalleistungspegel der Windenergieanlage bildet die Grundlage für die Berechnung der Zusatzbelastung am Standort Miltzow.

Nr.	Typ	Bez.	Nabenhöhe [m]	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NN [m]	Betriebsweise (Nachts)	Betriebsweise (Tags)
1	V112-3.3/3.45MW	W6	119	3380681	6007305	23	aus	Power Mode

Tabelle 5.1: Position der geplanten WEA [16]

### 5.3 Schalltechnische Kennwerte

Für die Vestas V112-3.3/3.45MW existieren unabhängige schalltechnische Vermessungen nach DIN EN 61400-11 [5] und der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionswerte“ [4]. Der Anlagenhersteller gibt für den Betrieb in Deutschland nachfolgende Angaben zu den maximalen Schalleistungspegeln für die unterschiedlichen Betriebsweisen der Anlage an:

Herstellerbezeichnung der Betriebsvariante	Dokumentenbezeichnung	Nennleistung [kW]	Schalleistungspegel [dB(A)]
Power Mode	GLGH-4286 15 13153 293-A-0003-A	3.450	104.7 (1-fach vermessen)
Mode 0	GLGH-4286 14 11555 258-A-0007-A	3.300	105.8 (94 m); 105.7 (NH119m); 105.6 (NH140m); (Mittelwert 3-fach Vermessung)
Mode 0+	GLGH-4286 14 12445 293-A-0001-A	3.300	104.4 (1-fach vermessen)
Mode 2	GLGH-4286 14 11555 258-A-0011-A	3.300	104.4 (94 m); 104.4 (NH119m); 104.4 (NH140m); (Mittelwert 3-fach Vermessung)
Mode 2+	GLGH-4286 14 12445 293-A-0002-A	3.300	102.2 (1-fach vermessen)
Mode 3	GLGH-4286 13 10955 258-A-0010-A	3.178	102.5 (1-fach vermessen)
Mode 3+	GLGH-4286 14 12445 293-A-0003-A	3.178	100.3 (1-fach vermessen)

Mode 4	GLGH-4286 14 11555 258-A-0010-A; GLGH-4286 14 12252 258-A-0002-A	2.935	100.7; 100.9 (2-fach vermessen)
Mode 4+	GLGH-4286 14 12445 293-A-0004-A	2.935	99.9 (1-fach vermessen)
Mode 8	0038-6040 V10	2.458	99.4 (Herstellerangabe – nicht schalltechnisch vermessen)
Mode 8+	GLGH-4286 15 13153 293-A-0010-A	2.458	98.8 (1-fach vermessen)

Tabelle 5.2: Betriebsvarianten Vestas V112-3.3/3.45 MW [19]

Für die Vestas V112-3.3/3.45 MW im Betriebsmodus *Power Mode* existierte zum Zeitpunkt der Berichtserstellung eine unabhängige schalltechnische Vermessung nach der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionswerte“ [4]. Der, der Bewertung zu Grunde zu legende, Schallleistungspegel für die Betriebsvariante *Power Mode* der Anlage liegt bei [21]:

Nr.	Typ	Bez.	Nabenhöhe [m]	Betriebsweise	Schallleistungspegel $L_{WA}$ [dB(A)]	Unsicherheitszuschlag [dB(A)] <sup>3</sup>	Maximaler immissionsrelevanter Schallleistungspegel [dB(A)]
1	V112-3.3/3.45MW	W6	119	Power Mode	104.7	2.1	106.8

Tabelle 5.3: Schalltechnische Kennwerte der geplanten WEA [21]

### 5.3.1 Eingangskenngrößen für Schallimmissionsprognosen

In Tabelle 5.4 ist das Oktavspektrum der Betriebsweise *Power Mode* dargestellt [21], welche der schalltechnischen Vermessungen zu entnehmen ist und zum maximalen, immissionsrelevanten Schallleistungspegel in der Betriebsweise führt und für die Prognose nach dem Interimsverfahren [10, 11] Anwendung finden.

Frequenz [Hz]	Oktav-Schallleistungspegel (Messbericht: GLGH-4286 15 13153 293-A-0003-A)							
	Betriebsmodus Power Mode							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{WA, P}$ [dB(A)]	85.3	94.3	96.9	99.0	98.7	96.8	91.7	75.4

Tabelle 5.4: Oktavband VESTAS V112-3.3-3.45MW im Power Mode [21]

Der Zuschlag im Sinne des Oberen Vertrauensbereichs für die anzusetzenden Unsicherheiten (siehe hierzu 10 Qualität der Prognose) wurde im Späteren auf die einzelnen Frequenzbereiche des Oktavspektrums hinzuaddiert.

### 5.4 Ton- und Impulshaltigkeit

Die relevante<sup>4</sup> schalltechnische Vermessung [21] des geplanten Anlagentyp VESTAS V112-3.3/3.45MW weist keine zu berücksichtigenden Ton- und Impulshaltigkeiten auf. In der vorliegenden Dokumentation des Anlagenherstellers für den geplanten Anlagentyp liegt die Tonhaltigkeit im gesamten Leistungsbereich bei  $K_{TN} = 0-2$  dB(A) (gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW Richtlinie und DIN 45681).

<sup>3</sup> Siehe hierzu Abschnitt 10 Qualität der Prognose

<sup>4</sup> beantragten Betriebsweise bzw. Betriebsmodi

Auftretende Tonhaltigkeiten von  $K_{TN} < 2 \text{ dB(A)}$  müssen nach den LAI-Hinweisen [11] Punkt 4.5 nicht berücksichtigt werden. Es gilt:

Falls die Anlage nach den Planungsunterlagen im Nahbereich eine geringe Tonhaltigkeit ( $K_{TN} = 2 \text{ dB}$ ) aufweist, ist am maßgeblichen Immissionsort eine Abnahme zur Überprüfung der dort von der Anlage verursachten Tonhaltigkeit zu fordern. Sofern im Rahmen einer emissionsseitigen Abnahmemessung eine geringe Tonhaltigkeit festgestellt wird, ist ebenfalls im Rahmen einer Immissionsseitigen Abnahmemessung deren Immissionsrelevanz zu untersuchen [11].

Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass immissionsrelevante Ton- und Impulshaltigkeiten bei Windenergieanlagen nicht den Stand der Technik widerspiegeln und somit nicht genehmigungsfähig wären.

## 6 Fremdgeräusche

An Bäumen und Sträuchern können durch Wind verursachte Geräusche entstehen. Dies kann dazu führen, dass die Geräusche der WEA verdeckt werden. Fremdgeräusche entstehen ebenfalls durch Straßenverkehr. Bei der Ortsbesichtigung wurden in der Umgebung des Windparks landwirtschaftliche Gebäude festgestellt. Ferner konnte eine Biogasanlage südlich von Engelswacht lokalisiert werden. Die folgende Tabelle 6.1 stellt die aufgenommenen Koordinaten dar:

Nr.	Typ	Bez.	Höhe BHKW [m]	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NN [m]	Betriebsweise (Nachts)
1	Biogas	-	5	3380071	6007870	20	100 dB(A)*

Tabelle 6.1: Position der lokalisierten Biogasanlage

\*Abgeleitet aus Messungen an vergleichbaren Schallquellen

Eine Untersuchung mit dem aufgeführten Schallleistungspegel von 100 dB(A) hat gezeigt, dass die Immissionspunkte außerhalb des Einwirkungsbereiches der Biogasanlage liegen. Daher wird die Anlage im Weiteren nicht mit in die Betrachtung einbezogen.

## 7 Tieffrequente Geräusche

Die Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräusche sind in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm [1], siehe dort das Kapitel 7.3 und den Anhang A 1.5) sowie in der Norm DIN 45680 geregelt. Maßgeblich für mögliche Belästigungen ist die Wahrnehmungsschwelle des Menschen, die in der Norm dargestellt ist. An Immissionsorten wird diese Schwelle aufgrund der großen Entfernung zwischen den Immissionsorten und den geplanten WEA nach Erfahrungen des Arbeitskreises Geräusche von WEA der Fördergesellschaft Windenergie e.V. nicht erreicht.

Ein Messprojekt „Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen“ der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg zwischen 2013 und 2015 [7.1] zeigte, dass Windenergieanlagen keinen wesentlichen Beitrag zum Infraschall leisten. Die von Ihnen erzeugten Infraschallpegel liegen, auch im Nahbereich bei Abständen zwischen 150 und 300 m, deutlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen. Bei einem Abstand von 700 m von den Windenergieanlagen lässt sich festhalten, dass sich der Infraschall-Pegel beim Einschalten der Anlage nicht mehr nennenswert erhöht und im Wesentlichen vom Wind, und nicht von der Windenergieanlage, erzeugt wurde.

Nach heutigem Stand der Wissenschaft sind schädliche Wirkungen durch Infraschall bei Windenergieanlagen nicht zu erwarten.

## 8 Vorbelastung

### 8.1 Vorbelastung Windenergieanlagen

Am Standort Miltzow sind derzeit 11 Windenergieanlagen und im WP Mannhagen weitere 14 WEA in Betrieb, genehmigt oder geplant, welche alle als Vorbelastung berücksichtigt werden müssen. In Tabelle 8.1 sind die Windenergieanlagen mit Typ, Nabenhöhe, Position und Schallleistungspegel inklusive genehmigtem, bzw. beantragtem Schallleistungspegel für die Nacht angegeben [17-18].

Nr.	Typ	Bez.	LWA inkl. OVB [dB(A)] [Nacht]	LWA inkl. OVB [dB(A)] [Tag]	Naben- höhe [m]	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NN [m]
1	V80-2.0MW	Ma3	103.5	105.6	78	3381716	6003135	10
2	V80-2.0MW	Ma4	103.5	105.6	78	3381825	6002839	10
3	V80-2.0MW	Ma5	103.5	105.6	78	3381841	6003718	13
4	V80-2.0MW	Ma6	103.5	105.6	78	3382234	6003642	10
5	V80-2.0MW	Ma7	103.5	105.6	78	3382091	6003945	16
6	V80-2.0MW	Ma8	103.5	105.6	78	3382555	6003551	10
7	V90-2.0MW	Ma9	102.5	104.7	105	3381835	6004165	20
8	GE_1.5sl	Ma10	105.2	105.2	100	3381393	6003081	10
9	V112-3.0MW	Ma11	104.5	108.5	94	3381906	6003313	10
10	V112-3.0MW	Ma12	108.5	108.5	119	3382068	6003040	10
11	V112-3.0MW	Ma13	108.5	108.5	119	3382362	6003062	10
12	V112-3.3MW	MaR1	99.6	106.5	140	3381539	6003932	18
13	V112-3.3MW	MaR2	99.6	106.5	140	3381628	6003435	10
14	V126-3.3MW	MaW1	-*	107.4	137	3381299	6003623	14
15	V90-2.0MW	N1	104.7	104.7	105	3380256	6006880	22
16	V90-2.0MW	M13	102.5	104.7	105	3380570	6006010	23
17	V90-2.0MW	M14	102.5	104.7	105	3380480	6006690	24
18	V90-2.0MW	M15	104.7	104.7	105	3380381	6007196	22
19	V90-2.0MW	M16	104.7	104.7	105	3380876	6007030	25
20	V90-2.0MW	M17	102.5	104.7	105	3380692	6005580	22
21	V90-2.0MW	M18	102.5	104.7	105	3380456	6004584	21
22	V90-2.0MW	M19	103.2	103.2	105	3380322	6007487	20
23	V112-3.0MW	M9	105.8	105.8	119	3379812	6006127	22
24	V112-3.3MW	M11	102.3	106.7	119	3380337	6005115	26
25	V112-3.3MW	M12	-*	106.7	94	3381234	6005547	25

Tabelle 8.1: Position der Bestandsanlagen und deren Schallleistungspegel im Tag- Nachtbetrieb [17-18]  
\* nachts kein Betrieb

Die Angaben zu den Schallleistungspegeln der WEA entsprechen den durch die Genehmigungsbehörde übermittelten Werten [17-18].

Tabelle 8.2 führt die, auf Basis der genehmigten Summenschallleistungspegel, unter Anwendung des Referenzspektrums, ermittelten Oktavspektren der bestehenden WEA auf.

Zu Grunde gelegte Oktavspektren für die bestehenden WEA (inkl. OVB)									
WEA	Schalleis- tungspegel [dB(A)]	63 Hz [dB(A)]	125 Hz [dB(A)]	250 Hz [dB(A)]	500 Hz [dB(A)]	1000 Hz [dB(A)]	2000 Hz [dB(A)]	4000 Hz [dB(A)]	8000 Hz [dB(A)]
V80-2.0MW	103.5	83.2	91.6	95.8	98.0	97.5	95.5	91.5	83.5
V80-2.0MW	105.6	85.3	93.7	97.9	100.1	99.6	97.6	93.6	85.6
V90-2.0MW	102.5	82.2	90.6	94.8	97.0	96.5	94.5	90.5	82.5
V90-2.0MW	104.7	84.4	92.8	97.0	99.2	98.7	96.7	92.7	84.7
V90-2.0MW	103.2	82.9	91.3	95.5	97.7	97.2	95.2	91.2	83.2
GE_1.5sl	105.2	84.9	93.3	97.5	99.7	99.2	97.2	93.2	85.2
V112-3.0MW	104.5	84.2	92.6	96.8	99.0	98.5	96.5	92.5	84.5
V112-3.0MW	108.5	88.2	96.6	100.8	103.0	102.5	100.5	96.5	88.5
V112-3.0MW	105.8	85.5	93.9	98.1	100.3	99.8	97.8	93.8	85.8
V112-3.3MW Gridstreamer	99.6	79.3	87.7	91.9	94.1	93.6	91.6	87.6	79.6
V112-3.3MW Gridstreamer	106.5	86.2	94.6	98.8	101.0	100.5	98.5	94.5	86.5
V112-3.3MW Gridstreamer	102.3	82.0	90.4	94.6	96.8	96.3	94.3	90.3	82.3
V112-3.3MW Gridstreamer	106.7	86.4	94.8	99.0	101.2	100.7	98.7	94.7	86.7
V126-3.3MW	107.4	87.1	95.5	99.7	101.9	101.4	99.4	95.4	87.4

Tabelle 8.2: Zu Grunde gelegte Oktavspektren inkl. OVB für die bestehenden WEA

## 9 Rechenergebnisse und Beurteilungen

### 9.1 Zusatzbelastung

In der nachfolgenden Tabelle 9.1 sind die Ergebnisse der Ermittlung der Beurteilungspegel für die **Zusatzbelastung**, berechnet nach dem Interimsverfahren [10] inklusive möglicher Zuschläge für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit in Gebieten nach Nummer 6.1 Buchstaben e bis g der TA Lärm [1], dargestellt. Zur Anwendung kamen die in Tabelle 5.1 angegebenen Betriebsweisen mit dem in Tabelle 5.4 angegebenen Oktavspektrum zzgl. eines Zuschlages für die Unsicherheiten entsprechend den LAI-Hinweisen [11].

Nr.	Bezeichnung	Werktag		Sonntag		Nacht	
		IRW [dB(A)]	L <sub>r</sub> [dB(A)]	IRW [dB(A)]	L <sub>r</sub> [dB(A)]	IRW [dB(A)]	L <sub>r</sub> [dB(A)]
IO1	Landstr. 18, Engelswacht	60	44.5	60	44.5	45	.. <sup>5</sup>
IO2	Landstr. 19, Engelswacht	60	45.0	60	45.0	45	.. <sup>5</sup>
IO3	Landstr. 21, Engelswacht	60	45.5	60	45.5	45	.. <sup>5</sup>
IO4	Landstr. 2, Engelswacht	60	43.9	60	43.9	45	.. <sup>5</sup>
IO5	An den Weiden 1, Reinkenhagen	60/55	37.1 / 39.0	60/55	37.1 / 40.7	45/42 <sup>6</sup>	.. <sup>5</sup>
IO6	Engelswachter Str. 12, Reinkenhagen	60/55	37.1 / 39.0	60/55	37.1 / 40.7	45/42 <sup>6</sup>	.. <sup>5</sup>
IO7	Engelswachter Str. 5-8, Reinkenhagen	60/55	36.1 / 38.0	60/55	36.1 / 39.7	45/42 <sup>6</sup>	.. <sup>5</sup>
IO8	Sondenweg 10, Reinkenhagen	60/55	36.2 / 38.1	60/55	36.2 / 39.8	45/42 <sup>6</sup>	.. <sup>5</sup>

Tabelle 9.1: Analyseergebnisse Zusatzbelastung

Nach [1], Nr. 2.2 Absatz a befinden sich am Tag und in der Nacht alle Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereichs der Zusatzbelastung.

<sup>5</sup> Geplante WEA nachts aus, daher keine Werte für die Zusatzbelastung in der Nacht

<sup>6</sup> Für die Immissionsorte IO5 – IO8 in Reinkenhagen wurde in [13] ein Pegel von 42 dB(A) abweichend zur TA Lärm, Kap. 6 festgesetzt. Der Beurteilungspegel von 42 dB(A) ist nicht als „klassischer“ Immissionsrichtwert, sondern als maximaler Grenzwert zu verwenden.

## 9.2 Vorbelastung

In der nachfolgenden Tabelle 9.2 sind die Ergebnisse der Beurteilungspegel für die **Vorbelastung**, berechnet nach dem Interimsverfahren [10] inklusive möglicher Zuschläge für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit in Gebieten nach Nummer 6.1 Buchstaben e bis g der TA Lärm [1], dargestellt. Zur Anwendung kamen die in Tabelle 8.1 angegebenen max. Schallpegel mit den in Tabelle 8.2 angegebenen Oktavspektren inkl. eines Zuschlages für die Unsicherheit des Prognosemodells entsprechend den LAI-Hinweisen [11].

Nr.	Bezeichnung	Werktag		Sonntag		Nacht	
		IRW [dB(A)]	L <sub>r</sub> [dB(A)]	IRW [dB(A)]	L <sub>r</sub> [dB(A)]	IRW [dB(A)]	L <sub>r</sub> [dB(A)]
IO1	Landstr. 18, Engelswacht	60	44.2	60	44.2	45	43.8
IO2	Landstr. 19, Engelswacht	60	44.3	60	44.3	45	43.9
IO3	Landstr. 21, Engelswacht	60	44.7	60	44.7	45	44.3
IO4	Landstr. 2, Engelswacht	60	44.3	60	44.3	45	43.8
IO5	An den Weiden 1, Reinkenhagen	60/55	42.6 / 44.5	60/55	42.6 / 46.2	45/42 <sup>7</sup>	41.6
IO6	Engelswachter Str. 12, Reinkenhagen	60/55	42.9 / 44.8	60/55	42.9 / 46.5	45/42 <sup>7</sup>	41.8
IO7	Engelswachter Str. 5-8, Reinkenhagen	60/55	42.8 / 44.7	60/55	42.8 / 46.4	45/42 <sup>7</sup>	41.5
IO8	Sondenweg 10, Reinkenhagen	60/55	45.4 / 47.3	60/55	45.4 / 49.0	45/42 <sup>7</sup>	43.6

Tabelle 9.2: Analyseergebnisse – Vorbelastung

<sup>7</sup> Für die Immissionsorte IO5 – IO8 in Reinkenhagen wurde in [13] ein Pegel von 42 dB(A) abweichend zur TA Lärm, Kap. 6 festgesetzt. Der Beurteilungspegel von 42 dB(A) ist nicht als „klassischer“ Immissionsrichtwert, sondern als maximaler Grenzwert zu verwenden.

### 9.3 Gesamtbelastung

In der nachfolgenden Tabelle 9.3 sind die Ergebnisse der Ermittlung der Beurteilungspegel für die **Gesamtbelastung**, berechnet nach dem Interimsverfahren [10] inklusive möglicher Zuschläge für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit in Gebieten nach Nummer 6.1 Buchstaben e bis g der TA Lärm [1], dargestellt. Da kein Betrieb der geplanten WEA in der Nacht beabsichtigt ist, sind die Immissionspegel der Gesamtbelastung identisch mit den ermittelten Immissionspegeln der Vorbelastung nach Kapitel 8.

Nr.	Bezeichnung	Werktag		Sonntag		Nacht	
		IRW [dB(A)]	L <sub>r</sub> [dB(A)]	IRW [dB(A)]	L <sub>r</sub> [dB(A)]	IRW [dB(A)]	L <sub>r</sub> [dB(A)]
IO1	Landstr. 18, Engelswacht	60	47.3	60	47.3	45	43.8
IO2	Landstr. 19, Engelswacht	60	47.7	60	47.7	45	43.9
IO3	Landstr. 21, Engelswacht	60	48.2	60	48.2	45	44.3
IO4	Landstr. 2, Engelswacht	60	47.1	60	47.1	45	43.8
IO5	An den Weiden 1, Reinkenhagen	60/55	43.7 / 45.6	60/55	43.7 / 47.3	45/42 <sup>8</sup>	41.6
IO6	Engelswachter Str. 12, Reinkenhagen	60/55	43.9 / 45.8	60/55	43.9 / 47.5	45/42 <sup>8</sup>	41.8
IO7	Engelswachter Str. 5-8, Reinkenhagen	60/55	43.7 / 45.6	60/55	43.7 / 47.3	45/42 <sup>8</sup>	41.5
IO8	Sondenweg 10, Reinkenhagen	60/55	45.9 / 47.8	60/55	45.9 / 49.5	45/42 <sup>8</sup>	43.6

Tabelle 9.3: Analyseergebnisse Gesamtbelastung

<sup>8</sup> Für die Immissionsorte IO5 – IO8 in Reinkenhagen wurde in [11] ein Pegel von 42 dB(A) abweichend zur TA Lärm, Kap. 6 festgesetzt. Der Beurteilungspegel von 42 dB(A) ist nicht als „klassischer“ Immissionsrichtwert, sondern als maximaler Grenzwert zu verwenden.

## 10 Qualität der Prognose

Für eine Schallimmissionsprognose fordert die TA Lärm [1] eine Aussage über die Qualität der Prognose. Art und Umfang der Prognosequalität werden nicht näher spezifiziert.

Die der Schallimmissionsprognose nach DIN ISO 9613-2 [2] sowie dem Interimsverfahren inklusive der Hinweise des LAI [10, 11] zu Grunde zu legenden Emissionswerte sind, im Sinne der Statistik, Schätzwerte. Bei der Prognose ist daher auf die Sicherstellung der "Nicht-Überschreitung" der Immissionsrichtwerte im Sinne der Regelungen der TA Lärm abzustellen. Dieser Nachweis soll mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % geführt werden. Die Sicherstellung der "Nicht-Überschreitung" ist insbesondere dann anzunehmen, wenn die, unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Emissionsdaten und der Unsicherheit der Ausbreitungsrechnung bestimmte, obere Vertrauensbereichsgrenze des prognostizierten Beurteilungspegels den IRW unterschreitet.

Nach dem überarbeiteten Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Stand 30.06.2016, der Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) [11] sind bei WEA die als Vorbelastung zu berücksichtigen sind, die in ihrer Genehmigung festgelegten zulässigen Schallleistungspegel zu verwenden.

Die Schallimmissionsprognose nach den LAI Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen, Stand 30.06.2016 [11], und der Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ [10], ist mit der Unsicherheit der Emissionsdaten (Unsicherheit der Typvermessung  $\sigma_R$  und Unsicherheit der Serienstreuung  $\sigma_P$ ) sowie der Unsicherheit des Prognosemodells  $\sigma_{\text{Prog}}$  behaftet.

### Unsicherheit der Typvermessung $\sigma_R$ :

Bei einer normkonform nach FGW-Richtlinie durchgeführten Typvermessung kann von einer Unsicherheit  $\sigma_R = 0.5$  dB ausgegangen werden.

### Unsicherheit durch Serienstreuung $\sigma_P$ :

Bei der Übertragung des an einer WEA vermessenen Schallleistungspegels auf eine andere WEA des gleichen Typs ergibt sich eine Unsicherheit durch die Streuung der in Serie hergestellten WEA. Bei einer Mehrfachvermessung aus mindestens drei Messungen kann für  $\sigma_P$  die Standardabweichung  $s$  der Messwerte aus dem zusammenfassenden Bericht angesetzt werden.

Liegt eine Mehrfachvermessung des Anlagentyps in einer anderen als der beantragten Betriebsweise vor, kann die durch die Mehrfachvermessung dokumentierte Serienstreuung auch auf die beantragte Betriebsweise übertragen werden. In diesem Fall wird eine Abnahmemessung empfohlen. Liegt keine Mehrfachvermessung vor, ist für  $\sigma_P$  ein Ersatzwert von 1.2 dB zu wählen.

Beim Heranziehen einer Herstellerangabe zum Schallleistungspegel, bzw. zum Oktavspektrum, für die Immissionsprognose gilt es zu überprüfen, in wie fern der Hersteller die anzusetzenden Unsicherheiten für die Emissionsdaten ( $\sigma_R$  und  $\sigma_P$ ) für eine spätere Vermessung separat ausgewiesen hat. Liegen keine gesonderten Informationen vor, werden die Werte der LAI-Hinweise [11] für  $\sigma_R = 0.5$  dB und  $\sigma_P = 1.2$  dB angesetzt.

### Unsicherheit des Prognosemodells $\sigma_{\text{Prog}}$ :

Die Unsicherheit des Prognosemodells wird wie folgt berücksichtigt:

$$\sigma_{\text{Prog}} = 1 \text{ dB} \quad (17)$$

Die einzelnen Unsicherheiten können in der Standardabweichung für die Gesamtunsicherheit  $\sigma_{ges}$  wie folgt zusammengefasst werden:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Progn}^2} \quad (18)$$

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

$$\Delta L = 1.28 \sigma_{ges} \quad (19)$$

Tabelle 10.1 führt den Unsicherheitszuschlag auf, welcher im Rahmen der Prognose nach dem Interimsverfahren für die geplanten WEA anzusetzen ist. Entgegen der beschriebenen Verfahrensweise wird der obere Vertrauensbereich bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10 %, bzw. mit einer 90 % Einhaltungswahrscheinlichkeit (OVB =  $1.28 \sigma_{ges}$ ) auf jeden Oktavpegel des Oktavspektrums der WEA addiert.

Typ	Mode	LWA Mittel [dB(A)]	Quelle	$\sigma_R$ [dB(A)]	$\sigma_P$ [dB(A)]	$\sigma_{Progn}$ [dB(A)]	$\sigma_{ges}$ [dB(A)]	OVB [dB(A)]	LWA inkl. OVB [dB(A)]
Vestas V112-3.3/3.45MW	Power Mode	<b>104.7</b>	[21]	0.5	1.2	1.0	1.6	<b>2.1</b>	<b>106.8</b>

Tabelle 10.1: Unsicherheiten und verwendete Emissionswerte der geplanten Windenergieanlagen

Die, den Berechnungen für den Nachtbetrieb zu Grunde liegenden Oktavspektren der Bestandsanlagen können den Ausdrucken „Annahmen für Schallberechnung“ der Gesamtbelastung im Anhang 2 entnommen werden. Unter den dargestellten Bedingungen ist gemäß [6, 11] von einer ausreichenden Prognosesicherheit auszugehen. Die Angaben zu den Schallleistungspegeln bzw. Terzbändern des geplanten WEA-Typs in Tabelle 10.1 können den Auszügen der schalltechnischen Vermessungen [20] im Anhang 4 des Gutachtens entnommen werden.

**Anmerkung:**

In den Berechnungen wird von einem worst-case Fall ausgegangen, den es in Wirklichkeit nicht geben kann. Die Immissionen für jeden Immissionspunkt werden so berechnet, dass der Immissionspunkt von jeder Anlage aus gesehen in Mitwindrichtung steht. Dies würde bedeuten, dass der Wind gleichzeitig aus mehreren Richtungen kommen müsste.

Eine Schallpegelminderung durch  $C_{met}$ -die meteorologische Korrektur- findet ebenso keine Berücksichtigung wie die abschirmende Wirkung von Gebäuden und/oder die Dämpfung durch Bewuchs.

Die genannten Punkte können als zusätzliche Sicherheit bei der Beurteilung dienen.

## 11 Zusammenfassung

Für den Standort Miltzow wurde eine Immissionsprognose entsprechend den LAI-Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen, Stand 30.06.2016 [11], und der Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ [10], an den benachbarten Immissionsorten durchgeführt. Die Festlegung der Rahmenbedingungen erfolgte durch eine Standortbesichtigung. Es wurde die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung berücksichtigt. Die Ergebnisse der Immissionsprognose unter den genannten Voraussetzungen sind der Tabelle 11.1 zu entnehmen. Für die Beurteilungspegel sind nach den Rundungsregeln der DIN 1333 entsprechend ganzzahlige Werte anzugeben.

Nr.	Bezeichnung	IRW [dB(A)]	Immissions- pegel L <sub>r</sub> [dB(A)]	Gesamtbeurteilungs- pegel L <sub>r</sub> [dB(A)]	Reserve zum IRW [dB]
IO1	Landstr. 18, Engelswacht	45	43.8	44	1
IO2	Landstr. 19, Engelswacht	45	43.9	44	1
IO3	Landstr. 21, Engelswacht	45	44.3	44	1
IO4	Landstr. 2, Engelswacht	45	43.8	44	1
IO5	An den Weiden 1, Reinkenhagen	45/42 <sup>9</sup>	41.6	42	3 / 0
IO6	Engelswachter Str. 12, Reinkenhagen	45/42 <sup>9</sup>	41.8	42	3 / 0
IO7	Engelswachter Str. 5-8, Reinkenhagen	45/42 <sup>9</sup>	41.5	42	3 / 0
IO8	Sondenweg 10, Reinkenhagen	45/42 <sup>9</sup>	43.6	44	1 / -2

Tabelle 11.1: Ergebnisse der Immissionsprognose

An den Immissionsorten IO1 – IO7 wird unter den o.g. Voraussetzungen der Immissionsrichtwert eingehalten bzw. unterschritten. Der Immissionsort IO8 befindet sich nicht im Einwirkungsbereich der Zusatzbelastung.

Zusammenfassend sind von der geplanten Windenergieanlage keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche zu erwarten.

<sup>9</sup> Für die Immissionsorte IO5 – IO8 in Reinkenhagen wurde in [11] ein Pegel von 42 dB(A) abweichend zur TA Lärm, Kap. 6 festgesetzt. Der Beurteilungspegel von 42 dB(A) ist nicht als „klassischer“ Immissionsrichtwert, sondern als maximaler Grenzwert zu verwenden.

## 12 Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

A	Dämpfung
$A_{\text{atm}}$	Dämpfung durch die Luftabsorption
$A_{\text{bar}}$	Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz)
Abb.	Abbildung
$A_{\text{div}}$	Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung
$A_{\text{gr}}$	Bodendämpfung
$A_{\text{misc}}$	Dämpfung aufgrund verschiedener Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie)
Bez.	Bezeichnung
dB(A)	A-bewerteter Schalldruckpegel
$C_{\text{met}}$	Meteorologische Korrektur
$D_c$	Richtwirkungskorrektur
$d_p$	Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger
GK	Gauß – Krüger
$h_m$	mittlere Höhe (in Meter) des Schallausbreitungsweges über dem Boden
$h_r$	Höhe des Immissionspunktes über Grund (in WindPRO 5m)
$h_s$	Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)
i	Index für alle Geräuschquellen von 1-n
IRW	Lärm- Immissionsrichtwerte
kTN	Tonhaltigkeit
$K_{Ti}$	Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i
$K_{ji}$	Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle i
$L_{AT}$	Beurteilungspegel am Immissionspunkt
$L_{ATi}$	Schallimmissionspegel an dem Immissionspunkt einer Emissionsquelle i
$L_{WA}$	Schalleistungspegel der Punktschallquelle A-bewertet
NN	Normalnull
Nr.	Nummer
OVB	Oberer Vertrauensbereich
s	Standardabweichung
UTM	Universal Transverse Mercator
WEA	Windenergieanlage
$\alpha_{500}$	Absorptionskoeffizient der Luft (= 1.9 dB/km)
$\sigma_{\text{ges}}$	Gesamtstandardabweichung,
$\sigma_R$	Standardabweichung der Messergebnisse
$\sigma_P$	Produktionsstandardabweichung, Produktstreuung,
$\sigma_{\text{Progn}}$	Standardabweichung des Prognoseverfahrens

## 13 Literaturverzeichnis

- [1] *TA-Lärm; Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm vom 26.08.98; Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (Banz AT 08.06.2017 B5)*
- [2] *DIN ISO 9613-2; Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Okt. 99*
- [3] *BImSchG; Bundes-Immissionsschutzgesetz*
- [4] *FGW; Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW)*
- [5] *DIN EN 61400-11 Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren (IEC 61400-11:2012); Deutsche Fassung EN 61400-11:2013*
- [6] *LAI; Schallimmissionsschutz im Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen Empfehlungen des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ der Immissionsschutzbehörden und Messinstitute*
- [7] *DIN EN 50376; Angabe des Schallleistungspegels und der Tonhaltigkeitswerte bei Windenergieanlagen*
- [7.1] *Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen, Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015, Stand: Februar 2016;*
- [8] *MagicMaps; TOUR EXPLORER Kartenmaterial 1:25.000;*
- [9] *WindPRO; WindPRO Version 3.2.737 SP 3 EMD International A/S*
- [10] *www.din.de; Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1*
- [11] *LAI; Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Stand 30.06.2016*
- [12] *W. Probst, U. Donner; Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung*
- [13] *Verwaltungsstreitsache 1A 118/02 vom 03.08.2004*
- [14] *Landkreis Vorpommern-Rügen, Der Landrat; Windpark Mannhagen – Voranfrage zur Einstufung der Bebauung / Immissionen, Hier: Stellungnahme des Landkreises Vorpommern Rügen, Fachdienstleiter Planung Henry Schmuhl; 04.10.2012;*
- [15] *IEC 61400-14, Wind turbines – Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values, first edition; 2005-03*
- [16] *EEN GmbH, WG: Miltzow – Interimsverfahren; KoordinatenStand32018.doc per E-Mail am 06.04.2018*
- [17] *Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern; Janina Kleffling; 22.10.2013;*
- [18] *Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern; Ines Wendlandt; Durchführung eines Genehmigungsverfahrens nach dem BImSchG; Stralsund, 10. September 2015;*
- [19] *Vestas Wind Systems A/S; Allgemeine Spezifikation V112-3.3/3.45MW 50/60Hz; Dokument Nr.: 0038-6040 V10 07.07.2015;*

- [20] *GL Garrad Hassan Deutschland GmbH, GLGH-4286 14 12445 293-A-0004-A, Schallemissionsmessung an einer WEA des Typs Vestas V112-3.3MW im Betriebsmodus Mode 4, Schallemissionsgutachten gemäß FGW TR1, Rev. 18, 12.05.2015*
- [21] *GL Garrad Hassan Deutschland GmbH, GLGH-4286 15 13153 293-A-0003-A, Schallemissionsmessung an einer WEA des Typs Vestas V112-3.45MW im Betriebsmodus Mode 0, Schallemissionsgutachten gemäß FGW TR1, Rev. 18, 16.07.2015*
- [22] *WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH. Schalltechnisches Gutachten zu einer Windenergieanlage des Typs V80 „102 dB(A)“ bei Almdorf, Bericht WT 2669/03, April 2003*
- [23] *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 78 m über Grund, Bericht WT 2669/03, April 2003*
- [24] *WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH. Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V90-2.0 MW (Mode2) aus mehreren Einzelmessungen bei Nabenhöhe von 80 m, 95 m und 105 m über Grund, Bericht WT 5637/07, März 2007*
- [25] *WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH. Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V90-2.0 MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen bei Nabenhöhe von 80 m, 95 m und 105 m über Grund, Bericht WT 5633/07, März 2007*
- [26] *WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH. Schalltechnisches Gutachten zu einer Windenergieanlage des Typs V90-2MW VCS, Mode 0 bei Schönhagen, Bericht WT 4126/05, April 2005*
- [27] *GL Garrad Hassan Deutschland GmbH, Kurzbericht GLGH-4286 14 11555 258-A-0007-A, Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V112-3.3MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen bei Nabenhöhen von 94 m, 119 m und 140 m über Grund, 23.06.2014*
- [28] *GL Garrad Hassan Deutschland GmbH, Kurzbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0003-C, Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V112-3.0MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen bei Nabenhöhen von 94 m, 119 m und 140 m über Grund, 17.07.2013*
- [29] *GL Garrad Hassan Deutschland GmbH, Kurzbericht GLGH-4286 12 10112 258-A-0006-A, Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V112-3.0MW (Mode 2) aus mehreren Einzelmessungen bei Nabenhöhen von 94 m, 119 m und 140 m über Grund, 09.07.2013*
- [30] *GL Garrad Hassan Deutschland GmbH, GLGH-4286 14 131535 293-A-0010-A, Schallemissionsmessung an einer WEA des Typs Vestas V112-3.3MW im Betriebsmodus Mode 8, Schallemissionsgutachten gemäß FGW TR1, Rev. 18, 07.12.2015*
- [31] *WIND-consult GmbH, Prüfbericht 185SE810/02 vom 17.02.2012*
- [32] *Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt (LUNG); LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) vom 30.06.2016; vom 10.01.2018*

# Anhang 1 / Berechnungsausdruck Vorbelastung (WEA): Hauptergebnis

Projekt:  
**180413\_Miltzow\_LAI\_Antrag III - VII**

Lizenzierter Anwender:  
**I17-Wind GmbH & Co. KG**  
Am Westersielzug 11  
DE-25840 Friedrichstadt

Berechnet:  
André Gefke / andre.gefke@i17-wind.de  
04.03.2019 09:52/3.2.737

## DECIBEL - Hauptergebnis

### Berechnung: VB

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

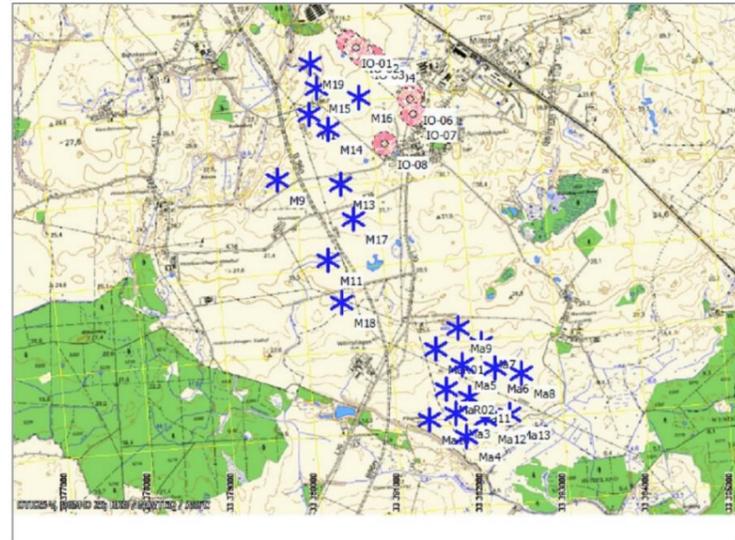
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2  
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0.0 dB

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

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

Alle Koordinatenangaben in:  
Germany UTM ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:100,000  
\* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

### WEA

X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
				Aktuell	Hersteller					Quelle	Name			
1	3,381,716	6,003,135	10.0 Ma3	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2,000	2,000	80.0	78.0	USER	Schallreduzierter Betrieb 103.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	103.5	Nein
2	3,381,825	6,002,839	10.0 Ma4	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2,000	2,000	80.0	78.0	USER	Schallreduzierter Betrieb 103.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	103.5	Nein
3	3,381,841	6,003,718	12.9 Ma5	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2,000	2,000	80.0	78.0	USER	Schallreduzierter Betrieb 103.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	103.5	Nein
4	3,382,091	6,003,945	15.7 Ma7	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2,000	2,000	80.0	78.0	USER	Schallreduzierter Betrieb 103.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	103.5	Nein
5	3,382,555	6,003,551	10.0 Ma8	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2,000	2,000	80.0	78.0	USER	Schallreduzierter Betrieb 103.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	103.5	Nein
6	3,381,835	6,004,165	20.0 Ma9	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	Mode 2 - 102.5 dB(A) // Oktav // Referenzspektrum	(95%)	102.5	Nein
7	3,381,393	6,003,081	10.0 Ma10	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1,500	1,500	77.0	100.0	USER	Genehmigungspegel 105.2 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	105.2	Nein
8	3,381,906	6,003,313	10.0 Ma11	Ja	VESTAS	V112-3,000	3,000	112.0	94.0	USER	Genehmigungspegel 104.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	104.5	Nein
9	3,382,068	6,003,040	10.0 Ma12	Ja	VESTAS	V112-3,075	3,075	112.0	119.0	USER	Genehmigungspegel Mode 0 / 108.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavdaten	(95%)	108.5	Nein
10	3,382,362	6,003,062	10.0 Ma13	Ja	VESTAS	V112-3,075	3,075	112.0	119.0	USER	Genehmigungspegel Mode 0 / 108.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavdaten	(95%)	108.5	Nein
11	3,381,539	6,003,932	17.9 MaR01	Ja	VESTAS	V112-3.3 Gridstreame-3,300	3,300	112.0	140.0	USER	Genehmigungspegel // 99.6 dB(A) // Oktav // Referenzspek.	(95%)	99.6	Nein
12	3,381,628	6,003,435	10.2 MaR02	Ja	VESTAS	V112-3.3 Gridstreame-3,300	3,300	112.0	140.0	USER	Genehmigungspegel // 99.6 dB(A) // Oktav // Referenzspek.	(95%)	99.6	Nein
13	3,380,256	6,006,880	21.7 N1	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	104.7 dB(A) // Oktav // Referenzspek.	(95%)	104.7	Nein
14	3,380,570	6,006,010	22.8 M13	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	Mode 2 - 102.5 dB(A) // Oktav // Referenzspektrum	(95%)	102.5	Nein
15	3,380,480	6,006,690	23.5 M14	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	Mode 2 - 102.5 dB(A) // Oktav // Referenzspektrum	(95%)	102.5	Nein
16	3,380,381	6,007,196	21.5 M15	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	104.7 dB(A) // Oktav // Referenzspek.	(95%)	104.7	Nein
17	3,380,876	6,007,030	24.8 M16	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	104.7 dB(A) // Oktav // Referenzspek.	(95%)	104.7	Nein
18	3,380,692	6,005,580	22.0 M17	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	Mode 2 - 102.5 dB(A) // Oktav // Referenzspektrum	(95%)	102.5	Nein
19	3,380,456	6,004,584	20.5 M18	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	Mode 2 - 102.5 dB(A) // Oktav // Referenzspektrum	(95%)	102.5	Nein
20	3,380,322	6,007,487	20.3 M19	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	103.2 dB(A) // Oktav // Referenzspek.	(95%)	103.2	Nein
21	3,379,812	6,006,127	21.8 M9	Ja	VESTAS	V112-3,000	3,000	112.0	119.0	USER	Genehmigungspegel 105.8 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavdaten	(95%)	105.8	Nein
22	3,380,337	6,005,115	25.5 M11	Ja	VESTAS	V112-3.3 Gridstreame-3,300	3,300	112.0	119.0	USER	Genehmigungspegel // 102.3 dB(A) // Oktav // Referenzspek.	(95%)	102.3	Nein

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Nr.	Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung		Beurteilungspegel	
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]		
A	IO-01	3,380,826	6,007,703	23.9	5.0	45.0	43.8		
B	IO-02	3,380,904	6,007,636	24.4	5.0	45.0	43.9		
C	IO-03	3,380,963	6,007,554	24.8	5.0	45.0	44.3		
D	IO-04	3,381,084	6,007,506	25.3	5.0	45.0	43.8		
E	IO-05	3,381,522	6,007,003	28.1	5.0	45.0	41.6		
F	IO-06	3,381,502	6,006,952	28.3	5.0	45.0	41.8		
G	IO-07	3,381,516	6,006,778	29.0	8.0	45.0	41.5		
H	IO-08	3,381,153	6,006,454	27.3	5.0	45.0	43.6		

#### Abstände (m)

WEA	A	B	C	D	E	F	G	H
1	4654	4574	4483	4416	3873	3823	3649	3366
2	4966	4885	4793	4725	4175	4126	3951	3677
3	4112	4029	3935	3863	3300	3252	3077	2821
4	4298	4210	4113	4032	3436	3390	3217	3013
5	3965	3877	3781	3701	3111	3064	2891	2679
6	4498	4406	4308	4220	3603	3560	3390	3224
7	3679	3594	3499	3424	2855	2807	2632	2388
8	4657	4581	4494	4436	3924	3873	3699	3382

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:  
**180413\_Miltzow\_LAI\_Antrag III - VII**

Lizenzierter Anwender:  
**I17-Wind GmbH & Co. KG**  
 Am Westersielzug 11  
 DE-25840 Friedrichstadt

-  
 André Gefke / andre.gefke@i17-wind.de  
 Berechnet:  
 04.03.2019 09:52/3.2.737

## DECIBEL - Hauptergebnis

**Berechnung:** VB

...(Fortsetzung von letzter Seite)

WEA	A	B	C	D	E	F	G	H
9	4521	4438	4345	4273	3710	3661	3487	3230
10	4826	4741	4647	4573	4000	3953	3779	3535
11	4889	4801	4705	4624	4030	3984	3811	3601
12	3838	3758	3668	3603	3071	3020	2846	2551
13	4343	4263	4172	4107	3570	3519	3345	3056
14	1001	996	977	1038	1272	1248	1264	993
15	1712	1660	1593	1582	1376	1325	1219	733
16	1070	1037	990	1015	1088	1055	1040	713
17	675	683	683	768	1157	1147	1210	1071
18	675	607	531	519	647	631	688	639
19	2127	2067	1993	1965	1647	1593	1454	988
20	3141	3085	3013	2989	2643	2589	2437	1996
21	548	601	644	762	1294	1296	1389	1326
22	1874	1863	1833	1876	1921	1881	1824	1380
23	2634	2584	2518	2505	2229	2175	2039	1568

# Anhang 2 / Berechnungsausdruck Gesamtbelastung (WEA): Hauptergebnis und detaillierte Ergebnisse

Projekt:  
**180413\_Miltzow\_LAI\_Antrag III - VII**

Lizenzierter Anwender:  
**I17-Wind GmbH & Co. KG**  
Am Westersielzug 11  
DE-25840 Friedrichstadt  
-  
André Gefke / andre.gefke@i17-wind.de  
Berechnet:  
04.03.2019 10:15/3.2.737

## DECIBEL - Hauptergebnis

**Berechnung:** GB - Antrag III - W6

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

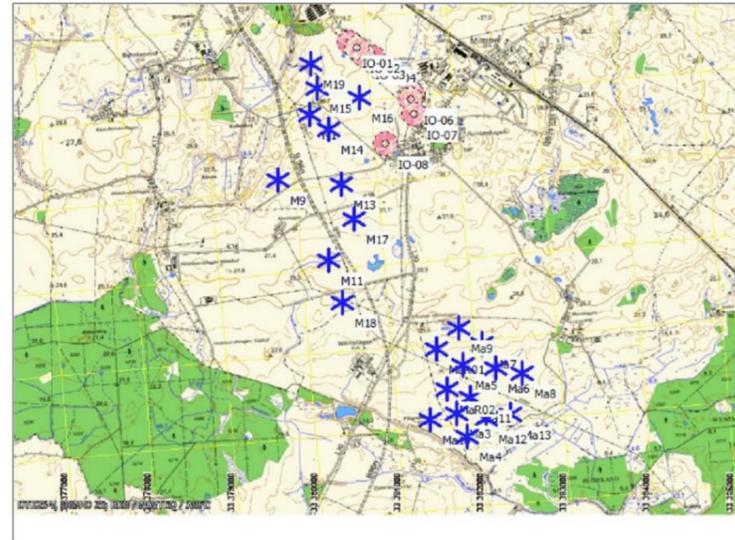
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2  
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0.0 dB

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

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

Alle Koordinatenangaben in:  
Germany UTM ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:100,000  
\* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

## WEA

X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
				Aktuell	Hersteller					Quelle	Name			
1	3,381,716	6,003,135	10.0 Ma3	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2,000	2,000	80.0	78.0	USER	Schallreduzierter Betrieb 103.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	103.5	Nein
2	3,381,825	6,002,839	10.0 Ma4	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2,000	2,000	80.0	78.0	USER	Schallreduzierter Betrieb 103.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	103.5	Nein
3	3,381,841	6,003,718	12.9 Ma5	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2,000	2,000	80.0	78.0	USER	Schallreduzierter Betrieb 103.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	103.5	Nein
4	3,382,234	6,003,642	10.0 Ma6	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2,000	2,000	80.0	78.0	USER	Schallreduzierter Betrieb 103.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	103.5	Nein
5	3,382,091	6,003,945	15.7 Ma7	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2,000	2,000	80.0	78.0	USER	Schallreduzierter Betrieb 103.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	103.5	Nein
6	3,382,555	6,003,551	10.0 Ma8	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2,000	2,000	80.0	78.0	USER	Schallreduzierter Betrieb 103.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	103.5	Nein
7	3,381,835	6,004,165	20.0 Ma9	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	Mode 2 - 102,5 dB(A) // Oktav / Referenzspektrum	(95%)	102.5	Nein
8	3,381,393	6,003,081	10.0 Ma10	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1,500	1,500	77.0	100.0	USER	Genehmigungsspegel 105.2 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	105.2	Nein
9	3,381,906	6,003,313	10.0 Ma11	Ja	VESTAS	V112-3,000	3,000	112.0	94.0	USER	Genehmigungsspegel 104.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband	(95%)	104.5	Nein
10	3,382,068	6,003,040	10.0 Ma12	Ja	VESTAS	V112-3,075	3,075	112.0	119.0	USER	Genehmigungsspegel Mode 0 / 108,5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavdaten	(95%)	108.5	Nein
11	3,382,362	6,003,062	10.0 Ma13	Ja	VESTAS	V112-3,075	3,075	112.0	119.0	USER	Genehmigungsspegel Mode 0 / 108,5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavdaten	(95%)	108.5	Nein
12	3,381,539	6,003,932	17.9 MaR01	Ja	VESTAS	V112-3.3 Gridstreame-3,300	3,300	112.0	140.0	USER	Genehmigungsspegel // 99,6 dB(A) // Oktav / Referenzspek.	(95%)	99.6	Nein
13	3,381,628	6,003,435	10.2 MaR02	Ja	VESTAS	V112-3.3 Gridstreame-3,300	3,300	112.0	140.0	USER	Genehmigungsspegel // 99,6 dB(A) // Oktav / Referenzspek.	(95%)	99.6	Nein
14	3,380,256	6,006,880	21.7 N1	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	104,7 dB(A) // Oktav // Referenzspek.	(95%)	104,7	Nein
15	3,380,570	6,006,010	22.8 M13	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	Mode 2 - 102,5 dB(A) // Oktav / Referenzspektrum	(95%)	102,5	Nein
16	3,380,480	6,006,690	23.5 M14	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	Mode 2 - 102,5 dB(A) // Oktav / Referenzspektrum	(95%)	102,5	Nein
17	3,380,381	6,007,196	21.5 M15	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	104,7 dB(A) // Oktav // Referenzspek.	(95%)	104,7	Nein
18	3,380,876	6,007,030	24.8 M16	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	104,7 dB(A) // Oktav // Referenzspek.	(95%)	104,7	Nein
19	3,380,692	6,005,580	22.0 M17	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	Mode 2 - 102,5 dB(A) // Oktav / Referenzspektrum	(95%)	102,5	Nein
20	3,380,456	6,004,584	20.5 M18	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	Mode 2 - 102,5 dB(A) // Oktav / Referenzspektrum	(95%)	102,5	Nein
21	3,380,322	6,007,487	20.3 M19	Ja	VESTAS	V90-2,000	2,000	90.0	105.0	USER	103,2 dB(A) // Oktav // Referenzspek.	(95%)	103,2	Nein
22	3,379,812	6,006,127	21.8 M9	Ja	VESTAS	V112-3,000	3,000	112.0	119.0	USER	Genehmigungsspegel 105,8 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum / Oktavdaten	(95%)	105,8	Nein
23	3,380,337	6,005,115	25.5 M11	Ja	VESTAS	V112-3.3 Gridstreame-3,300	3,300	112.0	119.0	USER	Genehmigungsspegel // 102,3 dB(A) // Oktav / Referenzspek.	(95%)	102,3	Nein

## Berechnungsergebnisse

### Beurteilungspegel

Nr.	Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung		Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]
						Schall [dB(A)]	Von WEA	
A	IO-01	3,380,826	6,007,703	23.9	5.0	45.0	43.8	
B	IO-02	3,380,904	6,007,636	24.4	5.0	45.0	43.9	
C	IO-03	3,380,963	6,007,554	24.8	5.0	45.0	44.3	
D	IO-04	3,381,084	6,007,506	25.3	5.0	45.0	43.8	
E	IO-05	3,381,522	6,007,003	28.1	5.0	45.0	41.6	
F	IO-06	3,381,502	6,006,952	28.3	5.0	45.0	41.8	
G	IO-07	3,381,516	6,006,778	29.0	8.0	45.0	41.5	
H	IO-08	3,381,153	6,006,454	27.3	5.0	45.0	43.6	

### Abstände (m)

WEA	A	B	C	D	E	F	G	H
1	4654	4574	4483	4416	3873	3823	3649	3366
2	4966	4885	4793	4725	4175	4126	3951	3677
3	4112	4029	3935	3863	3300	3252	3077	2821
4	4298	4210	4113	4032	3436	3390	3217	3013
5	3965	3877	3781	3701	3111	3064	2891	2679
6	4498	4406	4308	4220	3603	3560	3390	3224
7	3679	3594	3499	3424	2855	2807	2632	2388
8	4657	4581	4494	4436	3924	3873	3699	3382

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:  
**180413\_Miltzow\_LAI\_Antrag III - VII**

Lizenzierter Anwender:  
**I17-Wind GmbH & Co. KG**  
 Am Westersielzug 11  
 DE-25840 Friedrichstadt

-  
 André Gefke / andre.gefke@i17-wind.de  
 Berechnet:  
 04.03.2019 10:15/3.2.737

### DECIBEL - Hauptergebnis

**Berechnung:** GB - Antrag III - W6

...(Fortsetzung von letzter Seite)

WEA	A	B	C	D	E	F	G	H
9	4521	4438	4345	4273	3710	3661	3487	3230
10	4826	4741	4647	4573	4000	3953	3779	3535
11	4889	4801	4705	4624	4030	3984	3811	3601
12	3838	3758	3668	3603	3071	3020	2846	2551
13	4343	4263	4172	4107	3570	3519	3345	3056
14	1001	996	977	1038	1272	1248	1264	993
15	1712	1660	1593	1582	1376	1325	1219	733
16	1070	1037	990	1015	1088	1055	1040	713
17	675	683	683	768	1157	1147	1210	1071
18	675	607	531	519	647	631	688	639
19	2127	2067	1993	1965	1647	1593	1454	988
20	3141	3085	3013	2989	2643	2589	2437	1996
21	548	601	644	762	1294	1296	1389	1326
22	1874	1863	1833	1876	1921	1881	1824	1380
23	2634	2584	2518	2505	2229	2175	2039	1568

Projekt:  
**180413\_Miltzow\_LAI\_Antrag III - VII**

Lizenziertes Anwender:  
**I17-Wind GmbH & Co. KG**  
Am Westersielzug 11  
DE-25840 Friedrichstadt

André Gefke / andre.gefke@i17-wind.de  
Berechnet:  
04.03.2019 10:15/3.2.737

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** GB - Antrag III - W6 **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s  
**Annahmen**

Berechneter L(DW) = LWA<sub>ref</sub> + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet  
(Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Domega)

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

### Berechnungsergebnisse

#### Schall-Immissionsort: A IO-01

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung							A [dB]	
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]		Amisc [dB]
1	4,654	4,654	<b>13.91</b>	103.5	3.00	84.36	8.27	0.00	0.00	0.00	92.63
2	4,966	4,966	<b>13.01</b>	103.5	3.00	84.92	8.60	0.00	0.00	0.00	93.52
3	4,112	4,113	<b>15.59</b>	103.5	3.00	83.28	7.66	0.00	0.00	0.00	90.94
4	4,298	4,299	<b>14.99</b>	103.5	3.00	83.67	7.88	0.00	0.00	0.00	91.54
5	3,965	3,966	<b>16.08</b>	103.5	3.00	82.97	7.49	0.00	0.00	0.00	90.46
6	4,498	4,498	<b>14.38</b>	103.5	3.00	84.06	8.10	0.00	0.00	0.00	92.16
7	3,679	3,680	<b>16.07</b>	102.5	3.00	82.32	7.14	0.00	0.00	0.00	89.46
8	4,657	4,657	<b>15.60</b>	105.2	3.00	84.36	8.27	0.00	0.00	0.00	92.64
9	4,521	4,522	<b>15.31</b>	104.5	3.00	84.11	8.13	0.00	0.00	0.00	92.23
10	4,826	4,827	<b>18.41</b>	108.5	3.00	84.67	8.46	0.00	0.00	0.00	93.13
11	4,889	4,890	<b>18.23</b>	108.5	3.00	84.79	8.52	0.00	0.00	0.00	93.31
12	3,838	3,840	<b>12.61</b>	99.6	3.00	82.69	7.34	0.00	0.00	0.00	90.02
13	4,343	4,344	<b>10.95</b>	99.6	3.00	83.76	7.93	0.00	0.00	0.00	91.69
14	1,001	1,006	<b>33.70</b>	104.7	3.00	71.05	2.98	0.00	0.00	0.00	74.03
15	1,712	1,715	<b>25.53</b>	102.5	3.00	75.69	4.32	0.00	0.00	0.00	80.00
16	1,070	1,075	<b>30.78</b>	102.5	3.00	71.63	3.12	0.00	0.00	0.00	74.75
17	675	682	<b>37.81</b>	104.7	3.00	67.67	2.26	0.00	0.00	0.00	69.93
18	675	682	<b>37.80</b>	104.7	3.00	67.68	2.26	0.00	0.00	0.00	69.94
19	2,127	2,129	<b>22.98</b>	102.5	3.00	77.57	4.99	0.00	0.00	0.00	82.56
20	3,141	3,142	<b>18.14</b>	102.5	3.00	80.95	6.46	0.00	0.00	0.00	87.40
21	548	557	<b>38.37</b>	103.2	3.00	65.91	1.95	0.00	0.00	0.00	67.86
22	1,874	1,877	<b>27.78</b>	105.8	3.00	76.47	4.59	0.00	0.00	0.00	81.06
23	2,634	2,636	<b>20.16</b>	102.3	3.00	79.42	5.76	0.00	0.00	0.00	85.18
Summe			43.85								

#### Schall-Immissionsort: B IO-02

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung							A [dB]	
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]		Amisc [dB]
1	4,574	4,574	<b>14.15</b>	103.5	3.00	84.21	8.18	0.00	0.00	0.00	92.39
2	4,885	4,885	<b>13.24</b>	103.5	3.00	84.78	8.52	0.00	0.00	0.00	93.30
3	4,029	4,029	<b>15.87</b>	103.5	3.00	83.10	7.56	0.00	0.00	0.00	90.67
4	4,210	4,210	<b>15.28</b>	103.5	3.00	83.49	7.77	0.00	0.00	0.00	91.26
5	3,877	3,878	<b>16.38</b>	103.5	3.00	82.77	7.38	0.00	0.00	0.00	90.16
6	4,406	4,406	<b>14.66</b>	103.5	3.00	83.88	8.00	0.00	0.00	0.00	91.88
7	3,594	3,595	<b>16.38</b>	102.5	3.00	82.11	7.04	0.00	0.00	0.00	89.15
8	4,581	4,582	<b>15.82</b>	105.2	3.00	84.22	8.19	0.00	0.00	0.00	92.41
9	4,438	4,438	<b>15.56</b>	104.5	3.00	83.94	8.03	0.00	0.00	0.00	91.98
10	4,741	4,742	<b>18.65</b>	108.5	3.00	84.52	8.37	0.00	0.00	0.00	92.89
11	4,801	4,802	<b>18.48</b>	108.5	3.00	84.63	8.43	0.00	0.00	0.00	93.06
12	3,758	3,760	<b>12.89</b>	99.6	3.00	82.50	7.24	0.00	0.00	0.00	89.75
13	4,263	4,265	<b>11.20</b>	99.6	3.00	83.60	7.84	0.00	0.00	0.00	91.43
14	996	1,000	<b>33.76</b>	104.7	3.00	71.00	2.97	0.00	0.00	0.00	73.97

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:  
**180413\_Miltzow\_LAI\_Antrag III - VII**

Lizenzierter Anwender:  
**I17-Wind GmbH & Co. KG**  
Am Westersielzug 11  
DE-25840 Friedrichstadt

André Gefke / andre.gefke@i17-wind.de  
Berechnet:  
04.03.2019 10:15/3.2.737

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** GB - Antrag III - W6 **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s

...(Fortsetzung von letzter Seite)

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
15	1,660	1,663	<b>25.89</b>	102.5	3.00	75.42	4.23	0.00	0.00	0.00	79.64
16	1,037	1,041	<b>31.13</b>	102.5	3.00	71.35	3.05	0.00	0.00	0.00	74.41
17	683	690	<b>37.68</b>	104.7	3.00	67.78	2.28	0.00	0.00	0.00	70.06
18	607	615	<b>38.87</b>	104.7	3.00	66.78	2.09	0.00	0.00	0.00	68.87
19	2,067	2,069	<b>23.32</b>	102.5	3.00	77.32	4.90	0.00	0.00	0.00	82.22
20	3,085	3,086	<b>18.37</b>	102.5	3.00	80.79	6.38	0.00	0.00	0.00	87.17
21	601	608	<b>37.47</b>	103.2	3.00	66.68	2.08	0.00	0.00	0.00	68.76
22	1,863	1,866	<b>27.85</b>	105.8	3.00	76.42	4.57	0.00	0.00	0.00	80.99
23	2,584	2,587	<b>20.40</b>	102.3	3.00	79.25	5.68	0.00	0.00	0.00	84.94
Summe		43.93									

### Schall-Immissionsort: C IO-03

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	4,483	4,483	<b>14.42</b>	103.5	3.00	84.03	8.08	0.00	0.00	0.00	92.11
2	4,793	4,794	<b>13.50</b>	103.5	3.00	84.61	8.42	0.00	0.00	0.00	93.03
3	3,935	3,936	<b>16.18</b>	103.5	3.00	82.90	7.45	0.00	0.00	0.00	90.35
4	4,113	4,114	<b>15.59</b>	103.5	3.00	83.28	7.66	0.00	0.00	0.00	90.95
5	3,781	3,782	<b>16.71</b>	103.5	3.00	82.55	7.27	0.00	0.00	0.00	89.82
6	4,308	4,308	<b>14.96</b>	103.5	3.00	83.69	7.89	0.00	0.00	0.00	91.57
7	3,499	3,501	<b>16.73</b>	102.5	3.00	81.88	6.92	0.00	0.00	0.00	88.80
8	4,494	4,494	<b>16.09</b>	105.2	3.00	84.05	8.10	0.00	0.00	0.00	92.15
9	4,345	4,345	<b>15.85</b>	104.5	3.00	83.76	7.93	0.00	0.00	0.00	91.69
10	4,647	4,648	<b>18.93</b>	108.5	3.00	84.35	8.26	0.00	0.00	0.00	92.61
11	4,705	4,706	<b>18.76</b>	108.5	3.00	84.45	8.33	0.00	0.00	0.00	92.78
12	3,668	3,670	<b>13.21</b>	99.6	3.00	82.29	7.13	0.00	0.00	0.00	89.42
13	4,172	4,174	<b>11.49</b>	99.6	3.00	83.41	7.73	0.00	0.00	0.00	91.14
14	977	982	<b>33.97</b>	104.7	3.00	70.84	2.93	0.00	0.00	0.00	73.77
15	1,593	1,596	<b>26.37</b>	102.5	3.00	75.06	4.11	0.00	0.00	0.00	79.17
16	990	995	<b>31.62</b>	102.5	3.00	70.95	2.96	0.00	0.00	0.00	73.91
17	683	690	<b>37.68</b>	104.7	3.00	67.78	2.28	0.00	0.00	0.00	70.06
18	531	541	<b>40.17</b>	104.7	3.00	65.66	1.91	0.00	0.00	0.00	67.56
19	1,993	1,995	<b>23.76</b>	102.5	3.00	77.00	4.78	0.00	0.00	0.00	81.78
20	3,013	3,014	<b>18.67</b>	102.5	3.00	80.58	6.28	0.00	0.00	0.00	86.87
21	644	652	<b>36.77</b>	103.2	3.00	67.28	2.18	0.00	0.00	0.00	69.46
22	1,833	1,837	<b>28.03</b>	105.8	3.00	76.28	4.52	0.00	0.00	0.00	80.80
23	2,518	2,521	<b>20.72</b>	102.3	3.00	79.03	5.59	0.00	0.00	0.00	84.62
Summe		44.31									

### Schall-Immissionsort: D IO-04

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	4,416	4,417	<b>14.63</b>	103.5	3.00	83.90	8.01	0.00	0.00	0.00	91.91
2	4,725	4,726	<b>13.70</b>	103.5	3.00	84.49	8.35	0.00	0.00	0.00	92.84
3	3,863	3,863	<b>16.43</b>	103.5	3.00	82.74	7.37	0.00	0.00	0.00	90.11
4	4,032	4,032	<b>15.86</b>	103.5	3.00	83.11	7.57	0.00	0.00	0.00	90.68
5	3,701	3,701	<b>17.00</b>	103.5	3.00	82.37	7.17	0.00	0.00	0.00	89.54
6	4,220	4,220	<b>15.24</b>	103.5	3.00	83.51	7.79	0.00	0.00	0.00	91.29
7	3,424	3,426	<b>17.02</b>	102.5	3.00	81.69	6.82	0.00	0.00	0.00	88.52
8	4,436	4,437	<b>16.26</b>	105.2	3.00	83.94	8.03	0.00	0.00	0.00	91.97
9	4,273	4,273	<b>16.07</b>	104.5	3.00	83.62	7.85	0.00	0.00	0.00	91.46
10	4,573	4,574	<b>19.15</b>	108.5	3.00	84.21	8.18	0.00	0.00	0.00	92.39
11	4,624	4,625	<b>18.99</b>	108.5	3.00	84.30	8.24	0.00	0.00	0.00	92.54
12	3,603	3,605	<b>13.45</b>	99.6	3.00	82.14	7.05	0.00	0.00	0.00	89.19
13	4,107	4,109	<b>11.70</b>	99.6	3.00	83.27	7.66	0.00	0.00	0.00	90.93
14	1,038	1,042	<b>33.32</b>	104.7	3.00	71.36	3.06	0.00	0.00	0.00	74.42
15	1,582	1,585	<b>26.45</b>	102.5	3.00	75.00	4.09	0.00	0.00	0.00	79.09
16	1,015	1,020	<b>31.35</b>	102.5	3.00	71.17	3.01	0.00	0.00	0.00	74.18
17	768	774	<b>36.48</b>	104.7	3.00	68.78	2.47	0.00	0.00	0.00	71.25
18	519	529	<b>40.39</b>	104.7	3.00	65.47	1.88	0.00	0.00	0.00	67.34

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:  
**180413\_Miltzow\_LAI\_Antrag III - VII**

Lizenzierter Anwender:  
**I17-Wind GmbH & Co. KG**  
Am Westersielzug 11  
DE-25840 Friedrichstadt

André Gefke / andre.gefke@i17-wind.de  
Berechnet:  
04.03.2019 10:15/3.2.737

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** GB - Antrag III - W6 **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s

...(Fortsetzung von letzter Seite)

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
19	1,965	1,968	<b>23.92</b>	102.5	3.00	76.88	4.74	0.00	0.00	0.00	81.62
20	2,989	2,990	<b>18.77</b>	102.5	3.00	80.51	6.25	0.00	0.00	0.00	86.76
21	762	768	<b>35.07</b>	103.2	3.00	68.71	2.46	0.00	0.00	0.00	71.17
22	1,876	1,879	<b>27.76</b>	105.8	3.00	76.48	4.59	0.00	0.00	0.00	81.07
23	2,505	2,508	<b>20.78</b>	102.3	3.00	78.99	5.57	0.00	0.00	0.00	84.55
Summe		43.83									

### Schall-Immissionsort: E IO-05

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	3,873	3,873	<b>16.40</b>	103.5	3.00	82.76	7.38	0.00	0.00	0.00	90.14
2	4,175	4,175	<b>15.39</b>	103.5	3.00	83.41	7.73	0.00	0.00	0.00	91.15
3	3,300	3,301	<b>18.50</b>	103.5	3.00	81.37	6.66	0.00	0.00	0.00	88.04
4	3,436	3,436	<b>17.98</b>	103.5	3.00	81.72	6.84	0.00	0.00	0.00	88.56
5	3,111	3,111	<b>19.26</b>	103.5	3.00	80.86	6.41	0.00	0.00	0.00	87.27
6	3,603	3,604	<b>17.35</b>	103.5	3.00	82.13	7.05	0.00	0.00	0.00	89.18
7	2,855	2,857	<b>19.35</b>	102.5	3.00	80.12	6.07	0.00	0.00	0.00	86.18
8	3,924	3,925	<b>17.92</b>	105.2	3.00	82.88	7.44	0.00	0.00	0.00	90.32
9	3,710	3,711	<b>17.97</b>	104.5	3.00	82.39	7.18	0.00	0.00	0.00	89.57
10	4,000	4,002	<b>20.96</b>	108.5	3.00	83.04	7.53	0.00	0.00	0.00	90.58
11	4,030	4,031	<b>20.86</b>	108.5	3.00	83.11	7.57	0.00	0.00	0.00	90.67
12	3,071	3,074	<b>15.52</b>	99.6	3.00	80.75	6.36	0.00	0.00	0.00	87.12
13	3,570	3,572	<b>13.57</b>	99.6	3.00	82.06	7.01	0.00	0.00	0.00	89.07
14	1,272	1,275	<b>31.10</b>	104.7	3.00	73.11	3.52	0.00	0.00	0.00	76.63
15	1,376	1,379	<b>28.03</b>	102.5	3.00	73.79	3.72	0.00	0.00	0.00	77.51
16	1,088	1,092	<b>30.61</b>	102.5	3.00	71.77	3.16	0.00	0.00	0.00	74.92
17	1,157	1,161	<b>32.14</b>	104.7	3.00	72.30	3.30	0.00	0.00	0.00	75.59
18	647	654	<b>38.24</b>	104.7	3.00	67.31	2.19	0.00	0.00	0.00	69.50
19	1,647	1,650	<b>25.98</b>	102.5	3.00	75.35	4.20	0.00	0.00	0.00	79.55
20	2,643	2,645	<b>20.32</b>	102.5	3.00	79.45	5.77	0.00	0.00	0.00	85.22
21	1,294	1,297	<b>29.41</b>	103.2	3.00	73.26	3.56	0.00	0.00	0.00	76.82
22	1,921	1,924	<b>27.48</b>	105.8	3.00	76.69	4.67	0.00	0.00	0.00	81.35
23	2,229	2,232	<b>22.21</b>	102.3	3.00	77.97	5.15	0.00	0.00	0.00	83.13
Summe		41.57									

### Schall-Immissionsort: F IO-06

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	3,823	3,823	<b>16.57</b>	103.5	3.00	82.65	7.32	0.00	0.00	0.00	89.97
2	4,126	4,126	<b>15.55</b>	103.5	3.00	83.31	7.68	0.00	0.00	0.00	90.99
3	3,252	3,252	<b>18.69</b>	103.5	3.00	81.24	6.60	0.00	0.00	0.00	87.84
4	3,390	3,390	<b>18.15</b>	103.5	3.00	81.61	6.78	0.00	0.00	0.00	88.38
5	3,064	3,065	<b>19.46</b>	103.5	3.00	80.73	6.35	0.00	0.00	0.00	87.08
6	3,560	3,561	<b>17.51</b>	103.5	3.00	82.03	7.00	0.00	0.00	0.00	89.03
7	2,807	2,808	<b>19.57</b>	102.5	3.00	79.97	6.00	0.00	0.00	0.00	85.97
8	3,873	3,873	<b>18.10</b>	105.2	3.00	82.76	7.38	0.00	0.00	0.00	90.14
9	3,661	3,662	<b>18.14</b>	104.5	3.00	82.27	7.12	0.00	0.00	0.00	89.40
10	3,953	3,954	<b>21.12</b>	108.5	3.00	82.94	7.47	0.00	0.00	0.00	90.42
11	3,984	3,985	<b>21.02</b>	108.5	3.00	83.01	7.51	0.00	0.00	0.00	90.52
12	3,020	3,023	<b>15.73</b>	99.6	3.00	80.61	6.29	0.00	0.00	0.00	86.90
13	3,519	3,521	<b>13.76</b>	99.6	3.00	81.93	6.95	0.00	0.00	0.00	88.88
14	1,248	1,252	<b>31.31</b>	104.7	3.00	72.95	3.47	0.00	0.00	0.00	76.42
15	1,325	1,329	<b>28.45</b>	102.5	3.00	73.47	3.62	0.00	0.00	0.00	77.09
16	1,055	1,059	<b>30.94</b>	102.5	3.00	71.50	3.09	0.00	0.00	0.00	74.59
17	1,147	1,151	<b>32.24</b>	104.7	3.00	72.22	3.28	0.00	0.00	0.00	75.50
18	631	638	<b>38.49</b>	104.7	3.00	67.10	2.15	0.00	0.00	0.00	69.25
19	1,593	1,596	<b>26.37</b>	102.5	3.00	75.06	4.11	0.00	0.00	0.00	79.17
20	2,589	2,590	<b>20.58</b>	102.5	3.00	79.27	5.69	0.00	0.00	0.00	84.96
21	1,296	1,299	<b>29.40</b>	103.2	3.00	73.27	3.57	0.00	0.00	0.00	76.84
22	1,881	1,884	<b>27.74</b>	105.8	3.00	76.50	4.60	0.00	0.00	0.00	81.10
23	2,175	2,178	<b>22.50</b>	102.3	3.00	77.76	5.07	0.00	0.00	0.00	82.83
Summe		41.79									

windPRO 3.2.737 | EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

04.03.2019 10:24 / 5



Projekt:  
**180413\_Miltzow\_LAI\_Antrag III - VII**

Lizenzierter Anwender:  
**I17-Wind GmbH & Co. KG**  
Am Westersielzug 11  
DE-25840 Friedrichstadt

André Gefke / andre.gefke@i17-wind.de  
Berechnet:  
04.03.2019 10:15/3.2.737

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** GB - Antrag III - W6 **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s

**Schall-Immissionsort: G IO-07**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung								
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	3,649	3,649	<b>17.19</b>	103.5	3.00	82.24	7.10	0.00	0.00	0.00	89.35
2	3,951	3,951	<b>16.13</b>	103.5	3.00	82.94	7.47	0.00	0.00	0.00	90.41
3	3,077	3,078	<b>19.40</b>	103.5	3.00	80.76	6.37	0.00	0.00	0.00	87.13
4	3,217	3,218	<b>18.83</b>	103.5	3.00	81.15	6.55	0.00	0.00	0.00	87.71
5	2,891	2,891	<b>20.20</b>	103.5	3.00	80.22	6.12	0.00	0.00	0.00	86.34
6	3,390	3,391	<b>18.15</b>	103.5	3.00	81.61	6.78	0.00	0.00	0.00	88.38
7	2,632	2,634	<b>20.37</b>	102.5	3.00	79.41	5.75	0.00	0.00	0.00	85.16
8	3,699	3,700	<b>18.70</b>	105.2	3.00	82.36	7.17	0.00	0.00	0.00	89.53
9	3,487	3,488	<b>18.78</b>	104.5	3.00	81.85	6.90	0.00	0.00	0.00	88.75
10	3,779	3,780	<b>21.72</b>	108.5	3.00	82.55	7.27	0.00	0.00	0.00	89.81
11	3,811	3,812	<b>21.61</b>	108.5	3.00	82.62	7.30	0.00	0.00	0.00	89.93
12	2,846	2,849	<b>16.49</b>	99.6	3.00	80.09	6.06	0.00	0.00	0.00	86.15
13	3,345	3,347	<b>14.42</b>	99.6	3.00	81.49	6.72	0.00	0.00	0.00	88.22
14	1,264	1,267	<b>31.17</b>	104.7	3.00	73.06	3.50	0.00	0.00	0.00	76.56
15	1,219	1,222	<b>29.38</b>	102.5	3.00	72.74	3.42	0.00	0.00	0.00	76.16
16	1,040	1,044	<b>31.10</b>	102.5	3.00	71.37	3.06	0.00	0.00	0.00	74.43
17	1,210	1,213	<b>31.66</b>	104.7	3.00	72.68	3.40	0.00	0.00	0.00	76.08
18	688	694	<b>37.62</b>	104.7	3.00	67.83	2.29	0.00	0.00	0.00	70.11
19	1,454	1,457	<b>27.41</b>	102.5	3.00	74.27	3.86	0.00	0.00	0.00	78.13
20	2,437	2,438	<b>21.33</b>	102.5	3.00	78.74	5.47	0.00	0.00	0.00	84.21
21	1,389	1,391	<b>28.63</b>	103.2	3.00	73.87	3.74	0.00	0.00	0.00	77.61
22	1,824	1,827	<b>28.10</b>	105.8	3.00	76.24	4.50	0.00	0.00	0.00	80.74
23	2,039	2,041	<b>23.28</b>	102.3	3.00	77.20	4.85	0.00	0.00	0.00	82.05

Summe 41.47

**Schall-Immissionsort: H IO-08**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung								
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	3,366	3,367	<b>18.24</b>	103.5	3.00	81.54	6.75	0.00	0.00	0.00	88.29
2	3,677	3,677	<b>17.09</b>	103.5	3.00	82.31	7.14	0.00	0.00	0.00	89.45
3	2,821	2,822	<b>20.51</b>	103.5	3.00	80.01	6.02	0.00	0.00	0.00	86.03
4	3,013	3,013	<b>19.67</b>	103.5	3.00	80.58	6.28	0.00	0.00	0.00	86.86
5	2,679	2,679	<b>21.16</b>	103.5	3.00	79.56	5.82	0.00	0.00	0.00	85.38
6	3,224	3,224	<b>18.80</b>	103.5	3.00	81.17	6.56	0.00	0.00	0.00	87.73
7	2,388	2,390	<b>21.57</b>	102.5	3.00	78.57	5.39	0.00	0.00	0.00	83.96
8	3,382	3,382	<b>19.88</b>	105.2	3.00	81.58	6.77	0.00	0.00	0.00	88.35
9	3,230	3,231	<b>19.78</b>	104.5	3.00	81.19	6.57	0.00	0.00	0.00	87.76
10	3,535	3,536	<b>22.60</b>	108.5	3.00	81.97	6.96	0.00	0.00	0.00	88.93
11	3,601	3,602	<b>22.36</b>	108.5	3.00	82.13	7.05	0.00	0.00	0.00	89.18
12	2,551	2,554	<b>17.85</b>	99.6	3.00	79.15	5.64	0.00	0.00	0.00	84.78
13	3,056	3,058	<b>15.58</b>	99.6	3.00	80.71	6.34	0.00	0.00	0.00	87.05
14	993	998	<b>33.79</b>	104.7	3.00	70.98	2.96	0.00	0.00	0.00	73.94
15	733	739	<b>34.77</b>	102.5	3.00	68.37	2.39	0.00	0.00	0.00	70.77
16	713	720	<b>35.05</b>	102.5	3.00	68.14	2.35	0.00	0.00	0.00	70.49
17	1,071	1,075	<b>32.98</b>	104.7	3.00	71.63	3.12	0.00	0.00	0.00	74.75
18	639	647	<b>38.35</b>	104.7	3.00	67.21	2.17	0.00	0.00	0.00	69.38
19	988	993	<b>31.65</b>	102.5	3.00	70.94	2.95	0.00	0.00	0.00	73.89
20	1,996	1,998	<b>23.74</b>	102.5	3.00	77.01	4.78	0.00	0.00	0.00	81.80
21	1,326	1,329	<b>29.14</b>	103.2	3.00	73.47	3.62	0.00	0.00	0.00	77.09
22	1,380	1,385	<b>31.28</b>	105.8	3.00	73.83	3.73	0.00	0.00	0.00	77.55
23	1,568	1,572	<b>26.34</b>	102.3	3.00	74.93	4.07	0.00	0.00	0.00	79.00

Summe 43.62

Projekt:  
**180413\_Miltzow\_LAI\_Antrag III - VII**

Lizenzierter Anwender:  
**I17-Wind GmbH & Co. KG**  
Am Westersielzug 11  
DE-25840 Friedrichstadt  
-  
André Gefke / andre.gefke@i17-wind.de  
Berachnet:  
04.03.2019 10:15/3.2.737

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

**Berechnung:** GB - Antrag III - W6

**Schallberechnungs-Modell:**  
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

**Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):**

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)

**Einzelöne:**

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

Modell: 0,0 dB(A)

**Aufpunkthöhe ü.Gr.:**

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

**Unsicherheitszuschlag:**

0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität

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

0,0 dB(A)

**Oktavbanddaten verwendet, soweit verfügbar**

Frequenzunabhängige Luftdämpfung: 0,0 dB/km

Frequenzabhängige Luftdämpfung

63	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000
[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]
0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117.0

**WEA:** VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O!

**Schall:** Schallreduzierter Betrieb 103.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
	04.05.2013	USER	10.07.2018 16:06

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	78.0	95% der Nennleistung	103.5	Nein	83.2	91.6	95.8	98.0	97.5	95.5	91.5	83.5

**WEA:** VESTAS V90 2000 90.0 !O!

**Schall:** Mode 2 - 102,5 dB(A) // Oktav / Referenzspektrum

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
	18.12.2012	USER	08.06.2018 14:45

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	102.5	Nein	82.2	90.6	94.8	97.0	96.5	94.5	90.5	82.5

**WEA:** GE WIND ENERGY GE 1.5sl 1500 77.0 !O!

**Schall:** Genehmigungspegel 105.2 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
StALUVP	15.01.2018	USER	15.01.2018 13:01

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	100.0	95% der Nennleistung	105.2	Nein	84.9	93.3	97.5	99.7	99.2	97.2	93.2	85.2

Projekt:  
**180413\_Miltzow\_LAI\_Antrag III - VII**

Lizenzierter Anwender:  
**I17-Wind GmbH & Co. KG**  
Am Westersielzug 11  
DE-25840 Friedrichstadt  
-  
André Gefke / andre.gefke@i17-wind.de  
Berechnet:  
04.03.2019 10:15/3.2.737

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

**Berechnung:** GB - Antrag III - W6

**WEA:** VESTAS V112 3000 112.0 IO!

**Schall:** Genehmigungspegel 104.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavband

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
StALUVP (Janina Kleffling) 15.01.2018 USER 08.06.2018 14:47

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton Nein	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	94.0	95% der Nennleistung	104.5	Nein	84.2	92.6	96.8	99.0	98.5	96.5	92.5	84.5

**WEA:** VESTAS V112 3075 112.0 IO!

**Schall:** Genehmigungspegel Mode 0 / 108.5 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum // Oktavdaten

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
StALUVP 15.01.2018 USER 15.01.2018 13:08

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton Nein	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	119.0	95% der Nennleistung	108.5	Nein	88.2	96.6	100.8	103.0	102.5	100.5	96.5	88.5

**WEA:** VESTAS V112-3.3 Gridstream 3300 112.0 IO!

**Schall:** Genehmigungspegel // 99.6 dB(A) // Oktav / Referenzspek.

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
10.07.2018 USER 23.08.2018 09:44

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton Nein	Oktavbänder							
				63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	99.6	Nein	79.3	87.7	91.9	94.1	93.6	91.6	87.6	79.6

**WEA:** VESTAS V90 2000 90.0 IO!

**Schall:** 104.7 dB(A) // Oktav // Referenzspek.

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
DEWI 13.04.2018 USER 08.06.2018 14:46  
DEWI AM 03 07 09 - 04

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton Nein	Oktavbänder							
				63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	104.7	Nein	84.4	92.8	97.0	99.2	98.7	96.7	92.7	84.7

**WEA:** VESTAS V90 2000 90.0 IO!

**Schall:** 103.2 dB(A) // Oktav // Referenzspek.

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
04.03.2019 USER 04.03.2019 09:14

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton Nein	Oktavbänder							
				63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	103.2	Nein	82.9	91.3	95.5	97.7	97.2	95.2	91.2	83.2

**WEA:** VESTAS V112 3000 112.0 IO!

**Schall:** Genehmigungspegel 105.8 dB(A) inkl. OVB // Referenzspektrum / Oktavdaten

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
StALUVP 30.10.2013 USER 15.01.2018 13:37

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton Nein	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	119.0	95% der Nennleistung	105.8	Nein	85.5	93.9	98.1	100.3	99.8	97.8	93.8	85.8

Projekt:  
**180413\_Miltzow\_LAI\_Antrag III - VII**

Lizenzierter Anwender:  
**I17-Wind GmbH & Co. KG**  
 Am Westersielzug 11  
 DE-25840 Friedrichstadt  
 -  
 André Gefke / andre.gefke@i17-wind.de  
 Berechnet:  
 04.03.2019 10:15/3.2.737

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

**Berechnung:** GB - Antrag III - W6  
**WEA:** VESTAS V112-3.3 Gridstreame 3300 112.0 IO!  
**Schall:** Genehmigungspegel // 102.3 dB(A) // Oktav / Referenzspek.

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
 10.07.2018 USER 23.08.2018 09:40

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton Nein	Oktavbänder							
				63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	102.3		82.0	90.4	94.6	96.8	96.3	94.3	90.3	82.3

**Schall-Immissionsort:** IO-01-A  
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Dorf- und Mischgebiete  
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells  
**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells verwenden

**Schallrichtwert:** 45.0 dB(A)  
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** IO-02-B  
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Dorf- und Mischgebiete  
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells  
**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells verwenden

**Schallrichtwert:** 45.0 dB(A)  
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** IO-03-C  
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Dorf- und Mischgebiete  
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells  
**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells verwenden

**Schallrichtwert:** 45.0 dB(A)  
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** IO-04-D  
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Dorf- und Mischgebiete  
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells  
**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells verwenden

**Schallrichtwert:** 45.0 dB(A)  
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** IO-05-E  
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Dorf- und Mischgebiete  
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells  
**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells verwenden

**Schallrichtwert:** 45.0 dB(A)  
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** IO-06-F  
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Dorf- und Mischgebiete  
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells  
**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells verwenden

**Schallrichtwert:** 45.0 dB(A)  
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** IO-07-G  
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Dorf- und Mischgebiete  
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** 8.0 m  
**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells verwenden

**Schallrichtwert:** 45.0 dB(A)  
**Keine Abstandsanforderung**

Projekt:  
**180413\_Miltzow\_LAI\_Antrag III - VII**

Lizenzierter Anwender:  
**I17-Wind GmbH & Co. KG**  
Am Westersielzug 11  
DE-25840 Friedrichstadt  
-  
André Gefke / andre.gefke@i17-wind.de  
Berechnet:  
04.03.2019 10:15/3.2.737

### **DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung**

**Berechnung:** GB - Antrag III - W6

**Schall-Immissionsort:** IO-08-H

**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Dorf- und Mischgebiete

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

**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells verwenden

**Schallrichtwert:** 45.0 dB(A)

**Keine Abstandsanforderung**

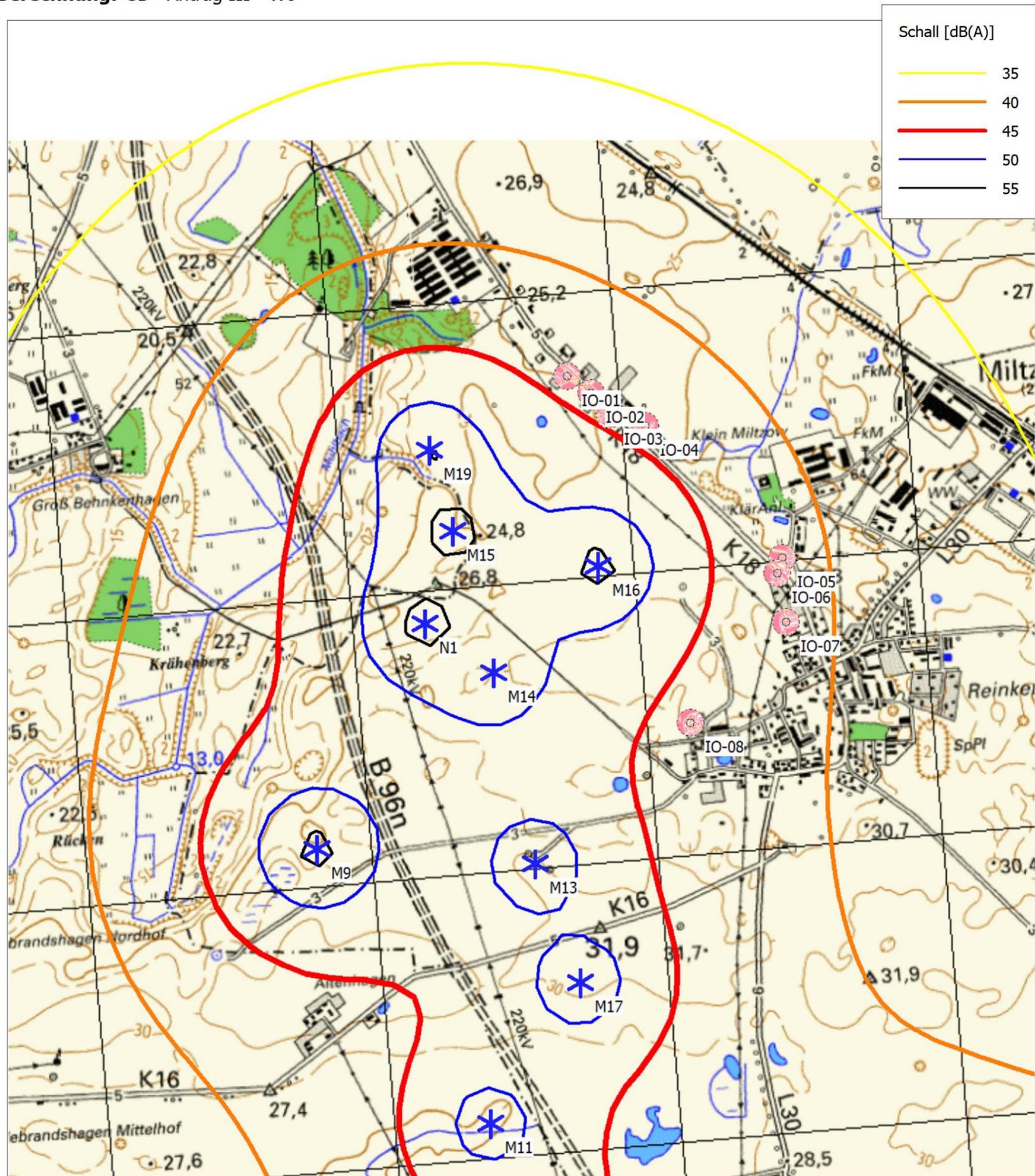
# Anhang 3 / Isophonenkarte: Gesamtbelastung (WEA)

Projekt:  
**180413\_Miltzow\_LAI\_Antrag III - VII**

Lizenzierter Anwender:  
**I17-Wind GmbH & Co. KG**  
Am Westersielzug 11  
DE-25840 Friedrichstadt  
-  
André Gefke / andre.gefke@i17-wind.de  
Berechnet:  
04.03.2019 10:15/3.2.737

## DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: GB - Antrag III - W6



0 250 500 750 1000m  
Karte: Miltzow MM , Maßstab 1:20,000, Mitte: Germany UTM ETRS89 Zone: 33 Ost: 3,380,769 Nord: 6,007,093

\* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren). Windgeschwindigkeit: Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

Anhang 4 / Auszüge aus dem Schallemissionsgutachten gemäß FGW TR 1, Rev. 18 – Schallemissionsmessung an einer V112-3.45MW Mode 0 [21]

RESTRICTED



DNV·GL

SCHALLEMISSIONSMESSUNG AN EINER WEA DES TYPUS  
V112-3.45MW 50HZ IM BETRIEBSMODUS MODE 0

## Schallemissionsgutachten gemäß FGW TR 1, Rev. 18

Vestas Wind Systems A/S

Berichtsnummer: GLGH-4286 15 13153 293-A-0003-A  
Berichtsdatum: 2015-07-16



VESTAS PROPRIETARY RIGHTS: 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 Inc. and all associated parties are expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized work, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

#### 4 ABWEICHUNGEN

Die folgenden Daten wurden aus der Anlagensteuerung ausgekoppelt: Wirkleistung, Drehzahl, Pitchwinkel und Gondelanemometerwindgeschwindigkeit, wobei lediglich die Auskopplung der Wirkleistung eine Abweichung zur Richtlinie darstellt.

#### 5 ZUSAMMENFASSUNG UND BEWERTUNG

Im Auftrag der Vestas Wind Systems A/S, wurde von der GL Garrad Hassan Deutschland GmbH die Geräuschabstrahlung der WEA des Typs V112-3.45MW 50Hz mit einer Nabenhöhe von  $H = 119$  m in der Nähe von Braderup nach /1/ untersucht. Grundlage für die Messungen und schalltechnische Beurteilung der WEA hinsichtlich des Schalleistungspegels ist die /1/. Grundlage für die Bestimmung der Tonhaltigkeit im Nahfeld der WEA ist die /2/ bzw. für die Bewertung von Impulshaltigkeiten die /3/. Die Auswertung basiert auf der berechneten Windgeschwindigkeit. Eine gültige und für den verwendeten WG-Bereich vollständige Leistungskurve liegt nicht vor, daher wurde vom WEA-Hersteller eine berechnete Leistungskurve zur Verfügung gestellt (s. Anhang).

Die Messungen ergeben für die V112-3.45MW 50Hz die in Tabelle 5-1 dargestellten Schalleistungspegel und Zuschläge für das Nahfeld. Eine Übertragbarkeit auf das Fernfeld ist nicht unmittelbar möglich.

**Tabelle 5-1: Zusammenfassung der Messergebnisse**

WG $V_{95\%}$ [m/s]	6	7	8	9	10	WG <sub>95%</sub> <sup>1)</sup>
Theoretische elektrische Wirkleistung aus der Leistungskurve P [kW]	1832	2745	3323	3443	3450	3278
Gemessene Rotordrehzahl n [min <sup>-1</sup> ]	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2
Schalleistungspegel $L_{WA,k}$ [dB]	103,8	104,7	104,1	103,4	102,9	104,3
Kombinierte Gesamtmessunsicherheit $U_c$ [dB]	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	-
Impulshaltigkeitszuschlag $K_{IH}$ [dB]	0	0	0	0	0	-
Tonhaltigkeitszuschlag $K_{TH}$ [dB]	1 <sup>2)</sup>	0	0	0	0	-

<sup>1)</sup> Hinweis: die der 95 %-igen Auslegungsnennleistung entsprechende Windgeschwindigkeit beträgt 7,85 m/s.

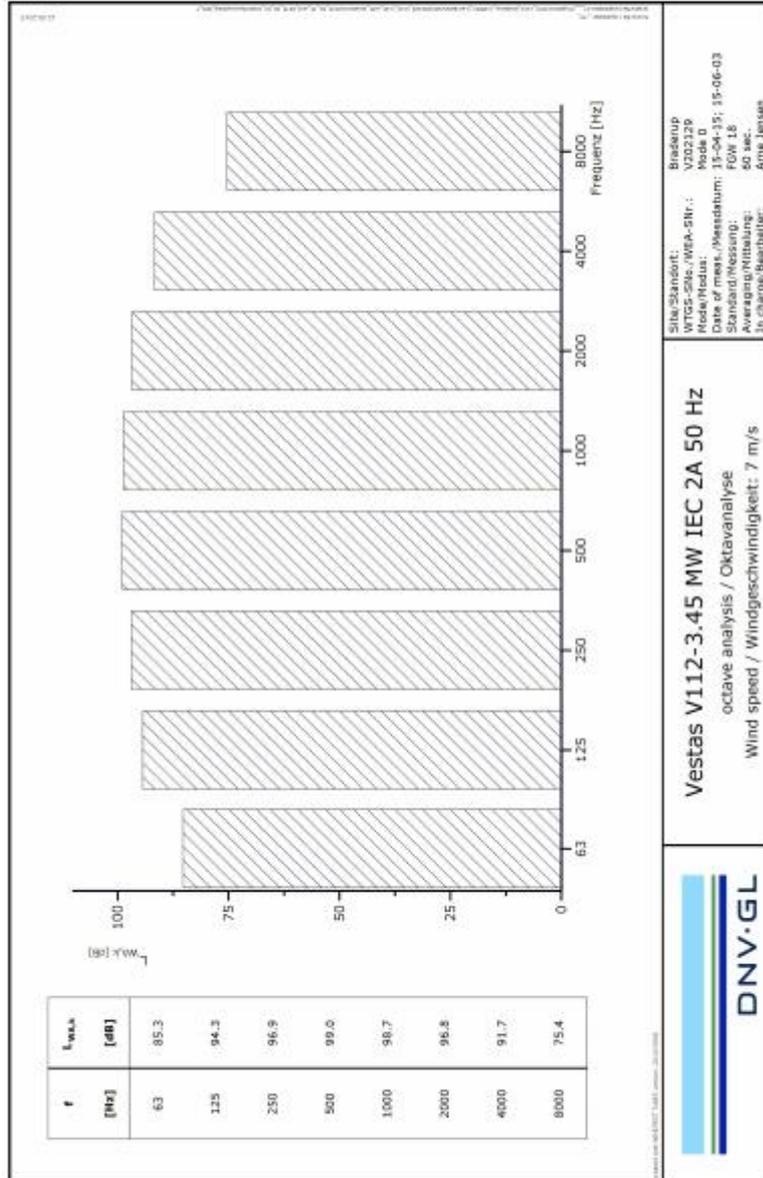
<sup>2)</sup> Hinweis: diese leichte Auffälligkeit konnte lediglich im Nahfeld der WEA nachgewiesen werden

Einzelereignisse, die den momentanen Wert des Schalleistungspegels um mehr als 10 dB überschreiten, wurden nicht festgestellt. Eine ausgeprägte Richtcharakteristik des Anlagengeräusches liegt bei dieser WEA nicht vor. Impulshaltigkeiten konnten an der zu beurteilenden WEA nicht festgestellt werden.

Im vorliegenden Fall wurde durch den Gutachter subjektiv im Nahfeld der WEA eine geringe tonale Auffälligkeiten bei ca. 120 Hz festgestellt, welche jedoch in immissionsrelevanten Entfernungen nicht nachgewiesen werden konnte.

Es wird versichert, dass das Gutachten unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurde.

8.28 A-bewertetes Oktav-Schalleistungsspektrum für  $L_{WA,max}$



Anhang 5 / Fotodokumentation der Immissionsorte

IO1: Landstr. 18, Engelswacht



IO2: Landstr. 19, Engelswacht



IO3: Landstr. 21, Engelswacht



IO4: Landstr. 1, Engelswacht



IO5: An den Weiden 1, Reinkenhagen



IO6: Engelswachter Str. 12, Reinkenhagen



IO7: Engelswacher Str. 5-8, Reinkenhagen



IO8: Sondenweg 10, Reinkenhagen

