SCHALLIMMISSIONS-ABSCHÄTZUNG

Erstellt für:

EFG ENERGY FARMING HOLDING GMBH

Ref. Nr.: UL-GER-AP20-13213706-21

WESTENDORF

Niedersachsen

Landkreis Osnabrück

04 Februar 2020

KLASSIFIZIERUNG
Kundenermessen

AUSGABE
01

UL International GmbH
Kasinoplatz 3 | 26122 Oldenburg | Deutschland
www.ul.com/renewables

36-LO-F0851 Issue 3.1

Dienstleistung	**Schallimmissionsabschätzung an Windenergieanlagen durch Berechnung/ Prognose**
Standort	Westendorf
Angebotsnr.	1101810468
Auftragsnr.	13213706
Standards/Richtlinien	Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes- Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)[1], 26. August 1998 DIN ISO 9613-2, „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“[6], Oktober 1999 Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen, Entwurf, Länderausschuss für Immissionsschutz[2], 30.Juni 2016
Auftraggeber	EFG Energy Farming Holding GmbH Bornweg 28 49152 Bad Essen
Kontakt	Herr Borgmeyer
Testlabor	UL International GmbH Kasinoplatz 3 26122 Oldenburg Germany
Bemerkungen	Die Ergebnisse des vorliegenden Berichts beziehen sich ausschließlich auf den untersuchten Prüfgegenstand.

Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Berichts ist nur mit einer schriftlichen Genehmigung der UL International GmbH erlaubt.

DOKUMENTVERANTWORTLICHE

BEARBEITER	
Sabine Schulz *Dipl.-Phys.* *Energy Services*	Kathrin Beier *B. Eng.* *Energy Services*

HINWEIS AN DRITTE

Dieser Bericht wurde von UL International GmbH, einem UL-Unternehmen ("UL") erstellt und basiert auf Informationen, die nicht unter der Kontrolle von UL stehen. Bei der Erstellung des Berichts geht UL davon aus, dass die von Dritten zur Verfügung gestellten Informationen vollständig und richtig sind. Obwohl davon ausgegangen wird, dass die hierin enthaltenen Informationen, Daten und Meinungen unter den Bedingungen und den hierin festgelegten Beschränkungen zuverlässig sind, garantiert UL nicht deren Richtigkeit. Die Verwendung dieses Berichts oder der darin enthaltenen Informationen durch eine andere Partei als den beabsichtigten Empfänger stellt einen Verzicht dieser dritten Partei auf jegliche Ansprüche gegenüber UL dar, einschließlich Haftungsansprüche für direkte und indirekte Schäden und insbesondere entgangenen Gewinn. Darüber hinaus stellt die Verwendung des Berichts oder der hierin enthaltenen Informationen durch andere Parteien als den beabsichtigten Empfänger eine Zusage dieser dritten Partei dar, UL von jeglichen Ansprüchen und jeglicher Haftung freizustellen, inbesondere von Haftung für Folgeschäden in Verbindung mit einer solchen Verwendung. Soweit gesetzlich zulässig, gelten diese Haftungsausschlüsse und -freistellungen unabhängig von Fahrlässigkeit, der verschuldensunabhängigen Haftung, des Verschuldens, der Verletzung der Gewährleistung oder einer Vertragsverletzung seitens UL. Die vorstehenden Freistellungen, Verzichtserklärungen oder Haftungseinschränkungen erstrecken sich auch auf verbundene Unternehmen und Unterauftragnehmer von UL sowie die Direktoren, leitenden Angestellten, Partner, Mitarbeiter und Vertreter aller freizustellenden oder zu entschädigenden Parteien.

Als Grundlage für die Abschätzungen dienten die Angaben des Auftraggebers sowie des WEA-Herstellers. Die Ergebnisse wurden nach bestem Wissen und Gewissen und nach allgemein anerkannten Regeln der Technik ermittelt. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass Daten, die nicht ausschließlich von UL verarbeitet werden, zwar - soweit möglich - überprüft und plausibilisiert wurden, dass aber prinzipiell keine Fehlerfreiheit garantiert werden kann.

DOKUMENTKLASSIFIZIERUNG

STRENG VERTRAULICH	Nur für den Empfänger
VERTRAULICH	Darf innerhalb der Organisation des Kunden verbreitet werden
UL INTERN	Keine Veröffentlichung ausserhalb von UL
KUNDENERMESSEN	Verteilung nach Kundenermessen
ÖFFENTLICH	Keine Restriktionen

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung / Aufgabenstellung 6

2. Berechnungsgrundlagen 7

2.1 Zugrunde liegende Richtlinien 7
2.2 Ausbreitungsberechnung 8
2.3 Qualität der Prognose 9

3. Topographische Eingangsdaten 11

3.1 Standortbeschreibung 11
3.2 Geographische Datenbasis 11

4. Schallquellen 12

4.1 Geplante Windenergieanlagen 12
4.2 Weitere Schallquellen 12

5. Einwirkungsbereich der geplanten Windenergieanlagen 14

6. Immissionsorte 16

7. Berechnungsergebnisse 18

7.1 Vorbelastung 18
7.2 Zusatzbelastung 19
7.3 Gesamtbelastung 20

8. Zusammenfassung 22

8.1 Anmerkungen 22
8.2 Allgemeine Anmerkungen 23

Anhang A Verwendete Schalldaten 24

Anhang A.1 Nordex N163-5.x 25

Anhang B Entfernungsmatrix 27

Anhang C Isophonenkarten 28

Anhang D Detaillierte Berechnungsergebnisse 30

Anhang E Qualität der Prognose 33

Anhang E.1 Zusatzbelastung 33

Anhang F Literatur und Quellenverweise 36

Anhang G Verwendete Software 37

Anhang H Häufig verwendete Abkürzungen 38

1. EINLEITUNG / AUFGABENSTELLUNG

Im Rahmen einer Windparkplanung der EFG Energy Farming Holding GmbH im Landkreis Osnabrück wurde UL mit der Erstellung einer Schallimmissionsabschätzung beauftragt. Gegenstand dieser Abschätzung ist die

- rechnerische Abschätzung der zu erwartenden Schallimmissionen für benachbarte Immissionsorte (IO),
- Darstellung der Qualität der Prognose, Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse in Berichtsform sowie in Form von Tabellen und Abbildungen.

Die ermittelten Beurteilungspegel werden Immissionsrichtwerten gemäß Angaben des Auftraggebers gegenübergestellt.

Für die Berechnungen wurden die Parkkonfiguration nach Angaben des Auftraggebers und die technischen Daten der geplanten WEA nach Angaben des Herstellers verwendet.

Folgende Hinweise sind zu berücksichtigen:

- Die Koordinaten der Immissionsorte wurden dem Kartenmaterial in Form von aktuellen ATKIS-Karten [14] entnommen jedoch nicht im Rahmen einer Standortbegehung hinsichtlich ihrer Lage und Nutzung überprüft. Es liegen somit keine verifizierten Informationen über die Gebäudehöhen vor, als Immissionsorthöhe wurde jeweils 5 m (entsprechend 1. OG) angenommen. Die vorliegenden Berechnungen sind daher als Vor-Abschätzung zu verstehen.
- Im Rahmen dieser Abschätzung wurde abgesehen von einer Biogasanlage in der Ortschaft Westendorf keine Vorbelastung berücksichtigt.

2. BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

2.1 Zugrunde liegende Richtlinien

Für die Beurteilung der Schallimmissionen ist die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) [1] zu berücksichtigen. Im Hinblick auf die Genehmigungspraxis von Windenergieanlagen spricht die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz ergänzend spezielle Empfehlungen aus. Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz beschloss in ihrer 134. Sitzung am 05. und 06. September 2017 den Bundesländern die Anwendung des neuen Entwurfes der Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen mit Stand 30.06.2016 [2] zu empfehlen.

Des Weiteren sind im Bundesland Niedersachsen die Vorgaben des Windenergie-Erlasses vom 24.02.2016 [3] zu beachten. Abweichend und in Ergänzung der Nummern 3.4.1.3 bis 3.4.1.6 der Anlage 1 dieses Erlasses sind gemäß Runderlass vom 21.1.2019 [4] die LAI-Hinweise [2] bei der Ausbreitungsberechnung und der Unsicherheitsbetrachtung der Schallprognosen und Abnahmemessungen bei der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung und Überwachung von Windenergieanlagen anzuwenden.

Die Berechnung der Schalldruckpegel an den Immissionsorten erfolgt gemäß [2] nach dem Interimsverfahren [7], das auf der *DIN ISO 9613-2* [6] basiert.

Folgende Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel außerhalb von Gebäuden werden in der TA Lärm genannt:

Tabelle 2.1: Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm

	IRW Tag	IRW Nacht
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35
Reine Wohngebiete	50	35
Allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	55	40
Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	60	45
Gewerbegebiete	65	50
Industriegebiete	70	70

Die Einordnung als Tages- bzw. Nachtzeit ist in [1] wie folgt definiert:

Tag: 6 - 22 Uhr, Nacht: 22 – 6 Uhr.

2.2 Ausbreitungsberechnung

Die Berechnung der zu erwartenden Schalldruckpegel an den Immissionsorten erfolgt nach *DIN ISO 9613-2* [6] und Interimsverfahren [7].

Der zu erwartende A-bewertete energieäquivalente Dauerschalldruckpegel am Immissionsort unter Mitwindbedingungen $L_{AT}(DW)$ wird nach *DIN ISO 9613-2* [6] berechnet mit Hilfe der Gleichung:

$$L_{AT}(DW) = L_W + D_C - A_{div} - A_{atm} - A_{gr}$$

Über eine meteorologische Korrektur kann aus $L_{AT}(DW)$ der zu erwartende A-bewertete Langzeitmittelungspegel $L_{AT}(LT)$ berechnet werden:

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met}$$

Mit

$C_{met} = C_0\left[1 - 10(h_s + h_r)/d_p\right]$ wenn $d_p > 10(h_s + h_r)$

Dabei ist:

$\boldsymbol{L_{AT}(DW)}$	Äquivalenter A-bewerteter Dauerschalldruckpegel bei Mitwind
$\boldsymbol{L_{AT}(LT)}$	Langzeitmittelungspegel
$\boldsymbol{L_W}$	Schallleistungspegel
$\boldsymbol{D_C}$	Richtwirkungskorrektur
$\boldsymbol{A_{div}}$	Dämpfung durch geometrische Ausbreitung
$\boldsymbol{A_{atm}}$	Dämpfung durch Luftabsorption
$\boldsymbol{A_{gr}}$	Dämpfung durch Bodeneffekt
$\boldsymbol{C_{met}}$	meteorologische Korrektur
$\boldsymbol{C_0}$	Faktor in dB, der von den örtlichen Wetterstatistiken für Windgeschwindigkeit und Windrichtung sowie Temperaturgradienten abhängt.
$\boldsymbol{h_s}$	Quellenhöhe
$\boldsymbol{h_r}$	Empfängerhöhe
$\boldsymbol{d_p}$	Abstand zwischen Quelle und Immissionsort in Metern, projiziert auf die horizontale Bodenebene

Für die WEA als hochliegende Quelle wird gemäß [7] für den Bodeneffekt (A_{gr}) ein pauschaler Wert von -3 dB angewandt.

Weitere Schalldämpfungsfaktoren nach [6] durch Bewuchs, Industriegelände und Bebauungsflächen (A_{misc}) bzw. durch Abschirmung (A_{bar}) werden nicht mit einbezogen. Schallpegelerhöhungen infolge von Reflexionen werden aufgrund der großen Quellenhöhe nicht mit einbezogen, soweit nicht explizit darauf hingewiesen wird.

Die Luftabsorption (A_{atm}) wurde frequenzabhängig mit Absorptionskoeffizienten gemäß DIN ISO 9613-2 [6] (für 10°C Lufttemperatur und 70% relativer Luftfeuchte) berechnet.

Eine Richtwirkungskorrektur wird bei der Berechnung nicht berücksichtigt, da die Windenergieanlage als Punktschallquelle betrachtet wird, es gilt D_C=0dB.

C_0 wird mit 0 dB angesetzt, eine meteorologische Korrektur erfolgt nicht. Die Berechnung wird so durchgeführt als lägen für alle WEA immer schallausbreitungsgünstige Mitwindbedingungen vor.

Die Immissionen der Biogasanlage wurden gemäß dem alternativen Verfahren der DIN ISO 9613-2 abgeschätzt, d.h. die Berechnung des Bodeneffektes erfolgte gemäß Kapitel 7.3.2, die atmosphärische Dämpfung erfolgt unter Annahme des Dämfungskoeffizienten von 1.9 dB/km (500 Hz)

2.3 Qualität der Prognose

Die Qualität der Emissionsdaten wird durch die beiden Streuungsparameter σ_R (Vergleichsstandardabweichung) und σ_P (Produktionsstandardabweichung) beschrieben. Die Vergleichsstandardabweichung σ_R ist die Standardabweichung der Messergebnisse, die bei Anwendung desselben Messverfahrens bei Wiederholungsmessungen an derselben WEA unter gleichen Betriebsbedingungen jedoch durch unterschiedliches Messpersonal ermittelt werden. Für die Vergleichsstandardabweichung von Messungen, die gemäß [5] durchgeführt wurden, wird auf Basis eines Ringversuches [13] und gemäß den Vorgaben in [2] ein Wert von σ_R = 0.5 dB angesetzt.

Liegen zu einem Anlagentyp mehrere FGW-konforme Messberichte vor, lassen sich der mittlere Schallleistungspegel $\overline{L_W}$ und die Produktionsstandardabweichung σ_P gemäß [5] und [8] wie folgt berechnen:

$$\overline{L_W} = \sum_{i=1}^{n} \frac{L_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (L_i - \overline{L_W})^2}$$

Da die Streuung der Messergebnisse von der Produktionsstandardabweichung und der Vergleichsstandardabweichung abhängt, lässt sich die Produktionsstandardabweichung durch die folgende Ungleichung abschätzen:

$$\sqrt{s^2 - \sigma_R^2} \leq \sigma_P \leq s$$

Als worst-case Annahme wird $\sigma_P = s$ genähert.

Dabei ist:

$\overline{L_W}$	mittlerer Schallleistungspegel
L_i	Ergebnis der i-ten Vermessung
s	Streuung der Schallleistungspegel
n	Anzahl der vorliegenden Vermessungen

σ_R	Vergleichsstandardabweichung, in [2] wird σ_R = 0.5 dB für Messungen gemäß technischer Richtlinie [5] empfohlen
σ_P	Produktionsstandardabweichung; als Näherung gilt: $\sigma_P = s$
	Für Fälle, in denen keine drei Schallvermessungen eines Anlagentyps vorliegen, wird in [2] ein Wert von $\sigma_P = 1.2$ dB empfohlen

Die Unsicherheit des Prognosemodells wird gemäß [2] mit σ_{Prog} = 1.0 dB berücksichtigt.

Die Gesamtstandardabweichung lässt sich anhand folgender Formel aus den vorgenannten Standardabweichungen berechnen:

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

Die obere Vertrauensbereichsgrenze für eine statistische Sicherheit von 90 % wird gebildet, indem die Gesamtstandardabweichung mit der Standardnormalvariablen k =1.28 multipliziert und zum Erwartungswert der Berechnungen $L_{AT,j}$ hinzuaddiert wird:

$$L_{O,j} = L_{AT,j} + k \cdot \sigma_{ges}$$

Dabei ist:

$L_{AT,j}$	Erwartungswert des Teilimmissionspegel der WEA j, berechnet auf Basis der mittleren Schallleistungspegel $\overline{L_W}$ für den berücksichtigten Anlagentypen
$L_{O,j}$	obere Vertrauensbereichsgrenze (OVBG)
k	Standardnormalvariable,
	zur Abschätzung der OVBG für 90%ige Einhaltewahrscheinlichkeit ist k=1.28
σ_{ges}	Gesamtstandardabweichung

Zur Definition des maximal zulässigen Emissionswertes im Falle einer emissionsseitigen Abnahmemessung sind gemäß [2], Abschnitt 4, die Unsicherheiten der Emissionsdaten, nicht jedoch die Unsicherheit des Prognosemodells heranzuziehen.

Es gilt:

$$L_{e,max} = \overline{L_W} + 1.28 \cdot \sqrt{[({\sigma_R}^2 + {\sigma_P}^2)]}$$

3. TOPOGRAPHISCHE EINGANGSDATEN

3.1 Standortbeschreibung

Der Standort Westendorf wurde noch nicht durch einen UL-Mitarbeiter besucht.

Die Windparkfläche Westendorf befindet sich ca. 25 km südöstlich von Osnabrück und ca. 3 km südwestlich von Melle im Landkreis Osnabrück (Niedersachsen).

Der geplante Windpark befindet sich etwa 1 km östlich der Ortschaft Westendorf und ca. 1.5 km südwestlich des Ortsteils Gerden der Stadt Melle. Die nähere Umgebung der geplanten WEA ist geprägt durch landwirtschaftliche Flächen, Waldstücke und einzelne Höfe.

Zwei WEA vom Typ Südwind S-77, die sich derzeit am Standort befinden, sollen im Rahmen der aktuellen Planung zurückgebaut werden.

3.2 Geographische Datenbasis

Zur Digitalisierung der Höhenlinien und der Rauigkeiten wurden aktuelle topographische Karten im Maßstab 1:25.000 verwendet.

Bei der Erstellung der Höhenkarten wurde ein Radius von mindestens 10 km um den geplanten Standort berücksichtigt.

Die Koordinaten der Immissionsorte wurden dem Kartenmaterial in Form von aktuellen ATKIS-Karten [14] entnommen

Insgesamt ist die geographische Datenbasis zur Einschätzung des Standortes als gut zu bezeichnen.

In diesem Bericht werden alle Koordinaten in dem Koordinatensystem UTM ETRS89 Zone 32 dargestellt.

4. SCHALLQUELLEN

Im Rahmen der vorliegenden Abschätzung werden die Schallimmissionen der geplanten WEA als Zusatzbelastung berücksichtigt.

Es wurde davon ausgegangen, dass am Standort Westendorf keine weiteren relevanten Lärm-Vorbelastungen in Form von Gewerbe- oder Industriegebieten (mit Lärmemissionen zur Nachtzeit) oder weitere geplante Windparks zu berücksichtigen sind. Insbesondere liegen keine Informationen zu eventuellen nächtlichen Geräuschimmissionen des Gewerbegebietes Gerden vor (siehe dazu Abschnitte 4.2 und 8.1).

Die derzeit am Standort bestehenden WEA vom Typ Südwind S77 werden im Rahmen der Planung zurückgebaut und daher nicht als Vorbelastung berücksichtigt.

Die nachfolgenden Abschnitte zeigen die Schallleistungspegel und Unsicherheitsparameter der berücksichtigten WEA. Oktavbanddaten sind im Anhang A dargestellt.

4.1 Geplante Windenergieanlagen

Am Standort Westendorf ist eine Windenergieanlage des Typs Nordex N163-5.x mit einer Nabenhöhe von 164 m geplant. In Tabelle 4.1 sind Koordinaten und Abmessungen sowie die Summenpegel der jeweiligen geplanten WEA dargestellt. Des Weiteren enthält die Tabelle die für den berücksichtigten Modus jeweils angesetzte Produktserienstreuung, den daraus resultierenden immissionsseitigen Gesamtzuschlag für die einzelne WEA im Rahmen dieser Abschätzung sowie den emissionsseitigen Zuschlag zur Bildung des maximal zulässigen Emissionswertes im Falle einer emissionsseitigen Abnahmemessung.

In Anhang A werden die resultierenden oberen Vertrauensbereichsgrenzen oktavbandweise dargestellt.

Tabelle 4.1: Schalltechnische Daten der neu geplanten WEA

ID	Koordinaten (UTM ETRS89 Zone 32)		Höhe ü. NN	WEA – Typ	Naben-höhe	SLP Tag	SLP Nacht	σ_P Nacht	ΔL, Nacht	Zuschlag, Nacht, Emissionsseitig
	Rechtswert	Hochwert	[m]		[m]	dB(A)	dB(A)	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	457'945	5'781'063	83	NORDEX N-163	164	106.0	107.2	1.2	2.1	1.7

4.2 Weitere Schallquellen

Nordöstlich der geplanten WEA befindet sich in der Ortschaft Westendorf eine Biogasanlage.

Gemäß [15] kann von einer Einhaltung des Standes der Technik zur Lärmminderung dann gesprochen werden, wenn der Schallleistungspegel der Feststoffdosierung einer Gasgewinnungsanlage ≤ 90 dB(A) beträgt. Für Antriebsmotoren von Rührwerken entspricht ein Schalleistungspegel von ≤ 80 dB(A) dem Stand der Technik. Unter Berücksichtigung der Nutzung eines Standard-Containers zur Unterbringung des zugehörigen Blockheizkraftwerkes entsprechen Biogasanlagen von 190 kW bis 800 kW Leistung gemäß [15] dem Stand der Technik, wenn ihr Gesamtpegel im Bereich von 85 bis 95 dB(A) liegt.

Zur Abschätzung des Einflusses der Biogasanlage wurde am Standort des Containers in dem sich vermutlich das Kraftwerk befindet eine Punktschallquelle in 5 m Höhe mit 90 dB(A) modelliert. Dies kann auf Basis der Angaben in [15] als konservativer Ansatz angesehen werden.

Tabelle 4.2: Abgeschätzte schalltechnische Daten der Biogasanlage

ID	Koordinaten (UTM ETRS89 Zone 32)		Höhe ü. NN	Quellen--höhe	SLP Nacht	ΔL, Nacht
	Rechtswert	Hochwert	[m]	[m]	dB(A)	[dB]
Biogas_Westendorf	458'875	5'781'578	90	5	90.0	0.0

UL lagen keine Informationen bezüglich eventueller nächtlicher Geräuschimmissionen des Gewerbegebietes Gerden vor. Der nächtliche Immissionsrichtwert für Dorf- und Mischgebiete wird an den dem Gewerbegebiet nahegelegenen Immissionsorten IO 4 bis 6 um 7-8 dB unterschritten (siehe Abschnitt 7.2). Daher wäre auch bei Ausschöpfung des Richtwertes durch das Gewerbegebiete keine Überschreitung um mehr als 1 dB durch die Gesamtbelastung zu erwarten. Da sich jedoch noch weitere Wohnhäuser näher am Gewerbegebiet befinden sollte der Immissionsanteil den IRW an IO 4-6 unterschreiten. Gemäß TA Lärm [1] 3.2.1. Abschnitt 6 kann die Bestimmung der Vorbelastung im Hinblick auf Abschnitt 2 entfallen. Daher erfolgt keine genauere Betrachtung der Immissionen des Gewerbegebietes.

5. EINWIRKUNGSBEREICH DER GEPLANTEN WINDENERGIEANLAGEN

Gemäß TA Lärm [1] Abschnitt 2.2 a ist der Einwirkungsbereich einer Anlage definiert als diejenigen Flächen, in denen die von der Anlage ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB(A) unter dem für diese Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert liegt. Abbildung 5.1 zeigt die Immissionen der geplanten WEA ohne Berücksichtigung der Unsicherheiten in Form einer Isophonenkarte.

Der Einwirkungsbereich bezüglich des Nachtrichtwertes von 45 dB(A) für Dorf- und Mischgebiete, der auch auf Wohngebäude im Außenbereich angewendet werden kann, wird somit durch die 35 dB(A)-Isophone umrissen. Dieser Einwirkungsbereich wird durch die orange Linie dargestellt. Innerhalb dieses Einwirkungsbereiches befinden sich mehrere Wohngebäude. 22 dieser Gebäude werden im Folgenden als Immissionsorte (IO) berücksichtigt, dabei wurde jeweils der dem Windpark am nächsten gelegene Bestand der Bebauungen gewählt. Es ist daher davon auszugehen, dass sich für die weiter entfernt bestehenden Wohnbebauungen geringere Schalldruckpegel ergeben.

Der Einwirkungsbereich bezüglich des Nachtrichtwertes von 40 dB(A) für allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete wird durch die blaue 30 dB(A)-Isophone gekennzeichnet. Innerhalb dieses Gebietes befindet sich gemäß den UL vorliegenden Informationen kein entsprechendes Wohngebiet.

Auch für den Einwirkungsbereich bezüglich des Nachtrichtwertes von 35 dB(A) für reine Wohngebiete, Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten (25 dB(A), violett in der Karte dargestellt) sind UL keine Gebiete mit entsprechender Schutzwürdigkeit im dargestellten Bereich bekannt.

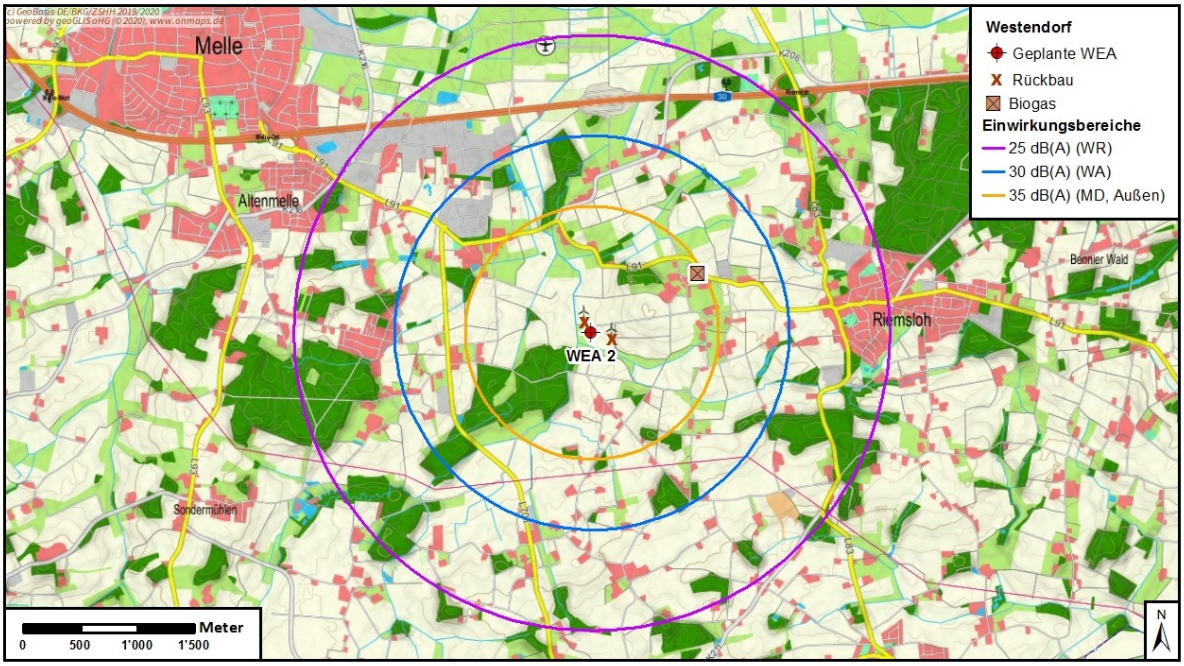


Abbildung 5.1: Einwirkungsbereiche der neu geplanten WEA bezüglich des Nachtrichtwertes für reine Wohngebiete (WR), allgemeine Wohngebiete (WA), sowie Dorf- und Mischgebiete (MD), ohne Berücksichtigung der Qualität der Prognose, unter Annahme, dass von den WEA keine immissionsrelevante Ton- oder Impulshaltigkeit ausgeht.

6. IMMISSIONSORTE

Die Berechnung der Schalldruckpegel wurde für insgesamt 22 erfasste Immissionsorte (IO) in der Nachbarschaft der geplanten Windenergieanlagen durchgeführt.

Die Koordinaten und Angaben zu den zu berücksichtigenden Immissionsorten (IO) wurden den ATKIS-Karten [13] entnommen. Für die betreffenden Immissionsorte wurden die Berechnungen jeweils für die den geplanten Windenergieanlagen nächst gelegenen Ecken der Gebäude auf Kartengrundlage durchgeführt.

Für die Immissionsorte wurde in der Regel mit einer Höhe von 5 m, entsprechend dem 1. Obergeschoss gerechnet. Die folgende Abbildung zeigt die Lage der erfassten Immissionsorte sowie die Standorte der Windenergieanlagen.

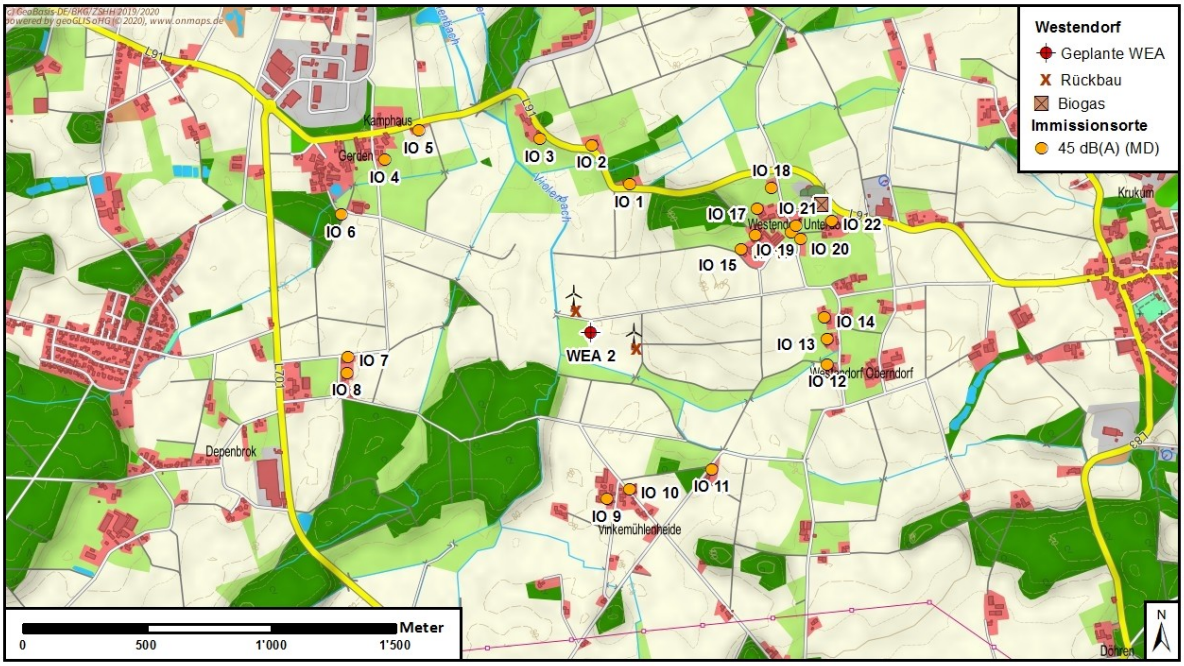


Abbildung 6.1: Lage der betrachteten Immissionsorte sowie der geplanten und der bereits bestehenden WEA-Standorte des Windparks Westendorf

Berücksichtigt wurden einzelne, der geplanten Windenergieanlage und der Biogasanlage nahegelegene Wohnhäuser in der Ortschaft Westendorf, Wohnhäuser am Rande des Stadtteils Gerden und der Ortschaft Vinkemühlenheide sowie einzelne Häuser im Außenbereich. Die Immissionsrichtwerte werden nach Angaben des Auftraggebers angesetzt.

Weitere Angaben über die gewählten Immissionsorte enthält die nachfolgende Tabelle 6.1. Die Berechnungsergebnisse sind für alle berücksichtigten Immissionsorte (IO) im Abschnitt 7 aufgeführt.

Tabelle 6.1: Übersicht der verwendeten Immissionsorte

Koordinaten (UTM ETRS89 Zone 32) Rechtswert	Hochwert	Bezeichnung / Beschreibung	Immissions-orthöhe [m]	IRW Nacht** [dB(A)]
458'099	5'781'661	IO1 Riemsloher Straße 99	5	45
457'947	5'781'819	IO2 Riemsloher Straße 95	5	45
457'739	5'781'844	IO3 Riemsloher Straße 106	5	45
457'113	5'781'760	IO4 Riemsloher Straße 96	5	45
457'248	5'781'879	IO5 Riemsloher Straße 102	5	45
456'938	5'781'540	IO6 Riemsloher Straße 74	5	45
456'963	5'780'966	IO7 Wittelohweg 7	5	45
456'958	5'780'901	IO8 Wittelohweg 9 A	5	45
458'010	5'780'392	IO9 Vinkemühlenheide 14	5	45
458'099	5'780'432	IO10 vinkemühlenheide 10	5	45
458'431	5'780'512	IO11 Insingdorfer Straße 42	5	45
458'897	5'780'935	IO12 Westendorfer Straße 22	5	45
458'895	5'781'037	IO13 Westendorfer Straße 20	5	45
458'887	5'781'124	IO14 Westendorfer Straße 16	5	45
458'550	5'781'401	IO15 Westendorfer Straße 12	5	45
458'606	5'781'455	IO16 Westendorfer Straße 10	5	45
458'616	5'781'562	IO17 Westendorfer Straße 6	5	45
458'670	5'781'646	IO18 Westendorfer Straße 2	5	45
458'751	5'781'466	IO19 Westendorfer straße 8	5	45
458'789	5'781'442	IO20 Westendorfer Straße 9	5	45
458'771	5'781'493	IO21 Westendorfer Straße 7	5	45
458'915	5'781'514	IO22 Riemsloher Straße 120	5	45

**gemäß Angaben des Auftraggebers

7. BERECHNUNGSERGEBNISSE

7.1 Vorbelastung

Die folgende Tabelle 7.1 zeigt die Immissionsanteile der Biogasanlage Westendorf an den berücksichtigten Immissionsorten.

Unter Berücksichtigung eines abgeschätzten Pegels von 90 dB(A) für die Biogasanlage liegen nur die IO 21 und 22 im Einwirkungsbereich der Biogasanlage.

Tabelle 7.1: Berechnete Schalldruckpegel an den Immissionsorten - Vorbelastung

Vorbelastung			
Bezeichnung	**L_{AT} [dB(A)]**	**Beurteilungs-pegel L_r* [dB(A)]**	**IRW Nacht** [dB(A)]**
IO1 Riemsloher Straße 99	18.2	18	45
IO2 Riemsloher Straße 95	16.0	16	45
IO3 Riemsloher Straße 106	13.9	14	45
IO4 Riemsloher Straße 96	9.0	9	45
IO5 Riemsloher Straße 102	9.9	10	45
IO6 Riemsloher Straße 74	8.0	8	45
IO7 Wittelohweg 7	7.5	8	45
IO8 Wittelohweg 9 A	7.3	7	45
IO9 Vinkemühlenheide 14	11.1	11	45
IO10 vinkemühlenheide 10	11.8	12	45
IO11 Insingdorfer Straße 42	13.8	14	45
IO12 Westendorfer Straße 22	19.8	20	45
IO13 Westendorfer Straße 20	21.5	22	45
IO14 Westendorfer Straße 16	23.2	23	45
IO15 Westendorfer Straße 12	25.7	26	45
IO16 Westendorfer Straße 10	27.9	28	45
IO17 Westendorfer Straße 6	29.2	29	45
IO18 Westendorfer Straße 2	31.0	31	45
IO19 Westendorfer straße 8	33.6	34	45
IO20 Westendorfer Straße 9	33.9	34	45
IO21 Westendorfer Straße 7	35.8	36	45
IO22 Riemsloher Straße 120	42.2	42	45

*unter der Voraussetzung, dass keine Immissionsrelevante Ton- oder Impulshaltigkeit vorliegt

**gemäß Angaben des Auftraggebers

7.2 Zusatzbelastung

Unter Berücksichtigung der neu geplanten WEA vom Typ Nordex N163-5.x mit 5700 kW wurden für die umliegenden Immissionsorte folgende Ergebnisse berechnet.

Der IRW für den Tageszeitraum wird an allen IO um 17 dB oder mehr unterschritten, somit liegt bei Betrieb der geplanten WEA im Betriebsmodus 0 keiner der betrachteten IO innerhalb des Einwirkungsbereiches bezüglich des Tagesrichtwertes von 60 dB(A) für Dorf- und Mischgebiete.

Von einer Betrachtung der Gesamtbelastung für den Tagbetrieb aller bestehenden und geplanten WEA wird daher im Folgenden abgesehen.

Tabelle 7.2: Berechnete Schalldruckpegel an den Immissionsorten - Zusatzbelastung

Zusatzbelastung Tag				
Bezeichnung	**L_{AT} [dB(A)]**	**OVBG 90% [dB(A)]**	**Beurteilungs-pegel L_r* [dB(A)]**	**IRW Tag** [dB(A)]**
IO1 Riemsloher Straße 99	41.0	43.1	43	60
IO2 Riemsloher Straße 95	39.0	41.1	41	60
IO3 Riemsloher Straße 106	38.3	40.4	40	60
IO4 Riemsloher Straße 96	35.2	37.3	37	60
IO5 Riemsloher Straße 102	35.4	37.5	37	60
IO6 Riemsloher Straße 74	35.0	37.1	37	60
IO7 Wittelohweg 7	36.3	38.4	38	60
IO8 Wittelohweg 9 A	36.1	38.2	38	60
IO9 Vinkemühlenheide 14	40.2	42.3	42	60
IO10 vinkemühlenheide 10	40.5	42.6	43	60
IO11 Insingdorfer Straße 42	39.3	41.4	41	60
IO12 Westendorfer Straße 22	36.5	38.6	39	60
IO13 Westendorfer Straße 20	36.7	38.8	39	60
IO14 Westendorfer Straße 16	36.7	38.8	39	60
IO15 Westendorfer Straße 12	39.9	42.0	42	60
IO16 Westendorfer Straße 10	38.9	41.0	41	60
IO17 Westendorfer Straße 6	38.0	40.1	40	60
IO18 Westendorfer Straße 2	36.9	39.0	39	60
IO19 Westendorfer straße 8	37.2	39.3	39	60
IO20 Westendorfer Straße 9	37.0	39.1	39	60
IO21 Westendorfer Straße 7	36.9	39.0	39	60
IO22 Riemsloher Straße 120	35.4	37.5	38	60

*unter der Voraussetzung, dass keine Immissionsrelevante Ton- oder Impulshaltigkeit vorliegt

**gemäß Angaben des Auftraggebers

7.3 Gesamtbelastung

Unter Berücksichtigung der neu geplanten WEA und der Biogasanlage wurden für die umliegenden Immissionsorte folgende Ergebnisse berechnet.

In Tabelle 7.3 sind die auftretenden Schallimmissionen der Gesamtbelastung, die obere Vertrauensbereichsgrenze (siehe Abschnitt 2.3) sowie die Beurteilungspegel dargestellt.

Tabelle 7.3: Berechnete Schalldruckpegel an den Immissionsorten – Gesamtbelastung

Gesamtbelastung, WEA			
Bezeichnung	**OVBG 90% (WEA) + L_{AT} (Biogas) [dB(A)]**	**Beurteilungs-pegel L_r* [dB(A)]**	**IRW Nacht** [dB(A)]**
IO1 Riemsloher Straße 99	43.1	43	45
IO2 Riemsloher Straße 95	41.1	41	45
IO3 Riemsloher Straße 106	40.4	40	45
IO4 Riemsloher Straße 96	37.3	37	45
IO5 Riemsloher Straße 102	37.5	37	45
IO6 Riemsloher Straße 74	37.1	37	45
IO7 Wittelohweg 7	38.4	38	45
IO8 Wittelohweg 9 A	38.2	38	45
IO9 Vinkemühlenheide 14	42.3	42	45
IO10 vinkemühlenheide 10	42.6	43	45
IO11 Insingdorfer Straße 42	41.4	41	45
IO12 Westendorfer Straße 22	38.7	39	45
IO13 Westendorfer Straße 20	38.8	39	45
IO14 Westendorfer Straße 16	38.9	39	45
IO15 Westendorfer Straße 12	42.1	42	45
IO16 Westendorfer Straße 10	41.2	41	45
IO17 Westendorfer Straße 6	40.4	40	45
IO18 Westendorfer Straße 2	39.6	40	45
IO19 Westendorfer straße 8	40.4	40	45
IO20 Westendorfer Straße 9	40.2	40	45
IO21 Westendorfer Straße 7	40.7	41	45
IO22 Riemsloher Straße 120	43.5	43	45

*unter der Voraussetzung, dass keine Immissionsrelevante Ton- oder Impulshaltigkeit vorliegt

**gemäß Angaben des Auftraggebers

An allen betrachteten Immissionsorten werden die Immissionsrichtwerte rechnerisch um mindestens 2 dB unterschritten.

Tabelle 7.4 zeigt die Beurteilungspegel für Vorbelastung, Zusatzbelastung und Gesamtbelastung im Vergleich.

Tabelle 7.4: Berechnete Schalldruckpegel an den Immissionsorten – Gesamtbetrachtung

Bezeichnung	VB (Biogas) [dB(A)]	OVBG ZB [dB(A)]	OVBG GB [dB(A)]	IRW Nacht** [dB(A)]
Riemsloher Straße 99	18.2	43.1	43.1	45
Riemsloher Straße 95	16.0	41.1	41.1	45
Riemsloher Straße 106	13.9	40.4	40.4	45
Riemsloher Straße 96	9.0	37.3	37.3	45
Riemsloher Straße 102	9.9	37.5	37.5	45
Riemsloher Straße 74	8.0	37.1	37.1	45
Wittelohweg 7	7.5	38.4	38.4	45
Wittelohweg 9 A	7.3	38.2	38.2	45
Vinkemühlenheide 14	11.1	42.3	42.3	45
vinkemühlenheide 10	11.8	42.6	42.6	45
Insingdorfer Straße 42	13.8	41.4	41.4	45
Westendorfer Straße 22	19.8	38.6	38.7	45
Westendorfer Straße 20	21.5	38.8	38.8	45
Westendorfer Straße 16	23.2	38.8	38.9	45
Westendorfer Straße 12	25.7	42.0	42.1	45
Westendorfer Straße 10	27.9	41.0	41.2	45
Westendorfer Straße 6	29.2	40.1	40.4	45
IO18 Westendorfer Straße 2	31.0	39.0	39.6	45
IO19 Westendorfer straße 8	33.6	39.3	40.4	45
IO20 Westendorfer Straße 9	33.9	39.1	40.2	45
IO21 Westendorfer Straße 7	35.8	39.0	40.7	45
IO22 Riemsloher Straße 120	42.2	37.5	43.5	45

8. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde eine Schallimmissionsabschätzung für die Umgebung des geplanten Windparks Westendorf im Landkreis Osnabrück (Niedersachsen) erstellt. Es eine neu geplante Windenergieanlage als Zusatzbelastung berücksichtigt.

Für die Einhaltung der Immissionsrichtwerte sind generell die Beurteilungspegel maßgeblich. Letztere beziehen Zuschläge für ton- bzw. impulshaltige Geräusche ein. Gemäß Herstellerangaben sind für die geplante Anlage keine immissionsrelevanten Ton- oder Impulshaltigkeitszuschläge zu addieren.

An allen betrachteten Immissionsorten werden die Immissionsrichtwerte rechnerisch um mindestens 2 dB unterschritten.

Bei der Wahl der Immissionsorte wurde jeweils der dem Windpark am nächsten gelegen Bestand der Bebauungen gewählt. Es ist daher davon auszugehen, dass sich für die weiter entfernten benachbarten Wohnbebauungen geringere Schalldruckpegel ergeben.

Es wurde davon ausgegangen, dass am Standort Westendorf keine weiteren relevanten Lärm-Vorbelastungen in Form von Gewerbe- oder Industriegebieten (mit Lärmemissionen zur Nachtzeit) oder weitere geplanten Windparks zu berücksichtigen sind.

8.1 Anmerkungen

- Für den Anlagentyp Nordex N163-5.x mit einer Nennleistung von 5700 kW im Betriebsmodus 0 lag UL zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes kein Messbericht vor. In diesem Zusammenhang weist UL darauf hin, dass der vom Hersteller für diesen Modus angegebene Schallleistungspegel durch schalltechnische Vermessungen der WEA am Standort oder durch Vorlage mindestens dreier Messberichte an WEA desselben Typs im entsprechenden Modus verifiziert werden sollte. Die Messungen sollen gemäß Technischer Richtlinie [9] durchgeführt werden, um die Messunsicherheit zu minimieren.
- UL lagen keine Informationen bezüglich eventueller nächtlicher Geräuschimmissionen des Gewerbegebietes Gerden vor. Der nächtliche Immissionsrichtwert für Dorf- und Mischgebiete wird an den dem Gewerbegebiet nahegelegenen Immissionsorten IO 4 bis 6 um 7-8 dB unterschritten. Daher wäre auch bei Ausschöpfung des Richtwertes durch das Gewerbegebiete keine Überschreitung um mehr als 1 dB durch die Gesamtbelastung zu erwarten. Gemäß TA Lärm [1] 3.2.1. Abschnitt 6 kann die Bestimmung der Vorbelastung im Hinblick auf Abschnitt 2 entfallen.
- Die durchgeführten Berechnungen beziehen sich auf den Betrieb der WEA zur Nachtzeit
  Für den Tageszeitraum gelten an den betrachteten Immissionsorten 15 dB(A) höhere Immissionsrichtewerte (siehe Abschnitt 2.1).
  Gemäß TA Lärm [1] ist der Einwirkungsbereich einer Anlage unter anderem definiert als diejenigen Flächen, in denen die von der Anlage ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB(A) unter dem für diese Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert liegt. Somit liegt keiner der betrachteten Immissionsorte innerhalb des Einwirkungsbereiches bezüglich des jeweils angenommenen Tagesrichtwertes. Daher wird auf eine weitere Betrachtung der Immissionssituation während des Tageszeitraumes verzichtet.
- Die Einstufung der Schutzwürdigkeit der Immissionsorte wird nicht durch UL vorgenommen. Sofern keine verbindlichen Vorgaben durch die zuständigen Behörden vorliegen, werden die

ermittelten Beurteilungspegel den Immissionsrichtwerten gemäß Angaben des Auftraggebers gegenübergestellt.

- Die Teilimmissionspegel der einzelnen WEA an den jeweiligen Immissionsorten werden vom Programm WindPro mit zwei Nachkommastellen ausgegeben und danach von UL weiterverarbeitet. Zwischenergebnisse werden gerundet dargestellt, jedoch in folgenden Berechnungen mit der vollen Genauigkeit der verwendeten Programme berücksichtigt.
- Die hier vorliegenden Ergebnisse wurden auf Basis der in den Abschnitten 4 und 5 beschriebenen Eingangsdaten ermittelt. Änderungen der Anlagenkonfiguration (Anlagentyp, Position, Nabenhöhe, Vorliegen neuerer Erkenntnisse über Schallleistungspegel der berücksichtigten Anlagentypen etc.) oder Änderungen der Gebietseinstufungen der Immissionspunkte erfordern eine Neuberechnung.

8.2 Allgemeine Anmerkungen

Als Grundlage für die Abschätzungen dienten die Angaben des Auftraggebers, der WEA-Hersteller sowie ggfs. vorliegende Messberichte. Die Ergebnisse wurden nach bestem Wissen und Gewissen und nach allgemein anerkannten Regeln der Technik ermittelt. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass Daten, die nicht ausschließlich von UL verarbeitet werden, zwar - soweit möglich - überprüft und plausibilisiert wurden, dass aber prinzipiell keine Fehlerfreiheit garantiert werden kann.

ANHANG A VERWENDETE SCHALLDATEN

Der Arbeitskreis „Geräusche von Windenergieanlagen“ empfiehlt, Schallausbreitungsberechnungen von Windenergieprojekten auf der Grundlage von Anlagenvermessungen nach [5], „Technische Richtlinien für Windenergieanlagen; Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte“, durchzuführen, da auf diesem Wege standardisierte Emissionsdaten für den gesamten relevanten Betriebsbereich von 6 bis 10 m/s Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe berücksichtigt werden können. Des Weiteren zeichnet sich dieses Messverfahren durch eine hohe Reproduzierbarkeit der Messergebnisse sowie durch eine minimierte Messunsicherheit aus.

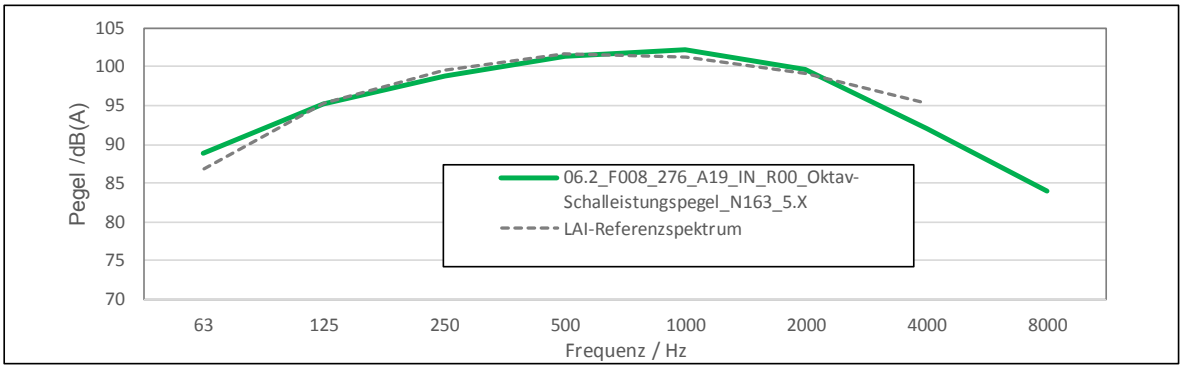
Die nachfolgenden Übersichten zeigen die Oktavbandspektren aus den UL vorliegenden Messungen und ihre jeweiligen Auswirkungen auf die resultierende Luftdämpfung. Liegen mehrere Spektren zu einem Anlagentyp vor, wird jeweils das Spektrum verwendet, das bezüglich der atmosphärischen Dämpfung zu den konservativsten Ergebnissen führt, skaliert auf den anzusetzenden Schallleistungspegel.

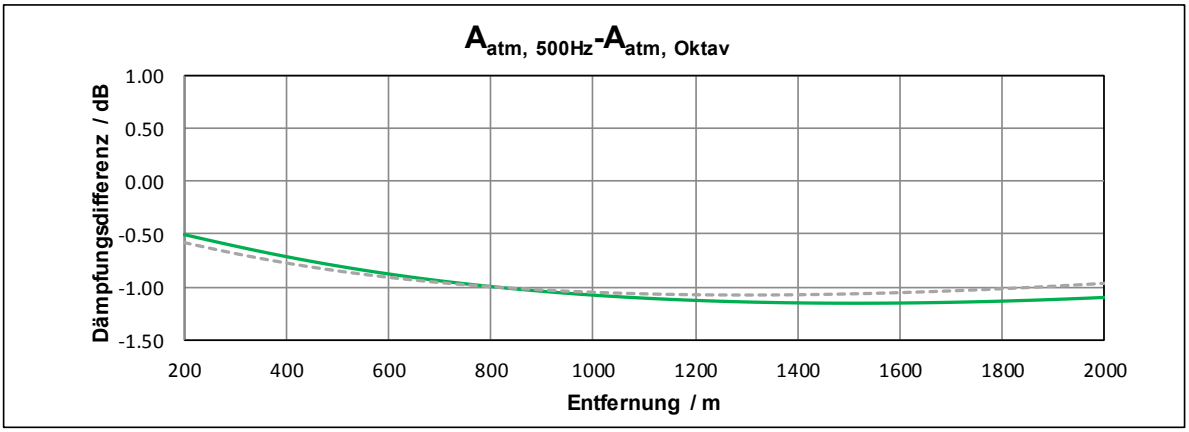
Anhang A.1 Nordex N163-5.x

Das Oktavbandspektrum der Nordex N-163-5.x mit 5700 kW Nennleistung wurde dem 06.2_F008_276_A19_IN_R00_Oktav-Schalleistungspegel_N163_5.X entnommen.

Dabei wurde davon ausgegangen, dass die geplante WEA mit gezahnten Blatthinterkanten (STE, serrated trailing edges) ausgestattet werden wird.

Nordex N163-5.x Mode 0	
Frequenz	verwendetes Spektrum
	06.2_F008_276_A19_IN_R00_Oktav-Schalleistungspegel_N163_5.X
63	88.9
125	95.1
250	98.8
500	101.4
1000	102.1
2000	99.6
4000	92.0
8000	84.0
Summe	**107.2**
Herstellerangabe	**107.2**
Produktionsstandardabweichung s= σ_P	**1.2**





Zur Definition des maximal zulässigen Emissionswertes $L_{e,max}$ im Falle einer emissionsseitigen Abnahmemessung sind gemäß [2], Abschnitt 4, die Unsicherheiten der Emissionsdaten, nicht jedoch die Unsicherheit des Prognosemodells heranzuziehen.

Oktavbandweise Betrachtung der immissionsseitigen und emissionsseitigen oberen Vertrauensbereichsgrenzen

verwendete Schalldaten Nordex N163-5.x Mode 0			
verwendete Produktserienstreuung σ_P [dB]		1.2	
resultierende Zuschläge		emissionsseitiger Zuschlag [dB]	imissionsseitiger Zuschlag ΔL [dB]
		1.7	2.1
resultierende Spektren			
Frequenz	L_W	$L_{e,max}$	$L_W + \Delta L$
[Hz]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
63	88.9	90.6	91.0
125	95.1	96.8	97.2
250	98.8	100.5	100.9
500	101.4	103.1	103.5
1000	102.1	103.8	104.2
2000	99.6	101.3	101.7
4000	92.0	93.7	94.1
8000	84.0	85.7	86.1
Summe	**107.2**	**108.9**	**109.3**

ANHANG B ENTFERNUNGSMATRIX

	WEA 2
IO1	618
IO2	756
IO3	808
IO4	1085
IO5	1073
IO6	1114
IO7	987
IO8	1000
IO9	674
IO10	650
IO11	735
IO12	961
IO13	950
IO14	944
IO15	693
IO16	768
IO17	836
IO18	930
IO19	901
IO20	925
IO21	931
IO22	1070

Tabelle 5: Entfernungsmatrix der geplanten WEA

ANHANG C ISOPHONENKARTEN

Die Folgenden Abbildungen zeigen die Vor- und Zusatzbelastung ohne Berücksichtigung der Unsicherheiten in Form von Isophonenkarten.

Da Vor- und Zusatzbelastung mit unterschiedlichen Berechnungsmodellen zur Abschätzung des Bodeneffektes (alternatives Verfahren / Interimsverfahren) ermittelt wurden entfällt eine Darstellung der Gesamtbelastung.

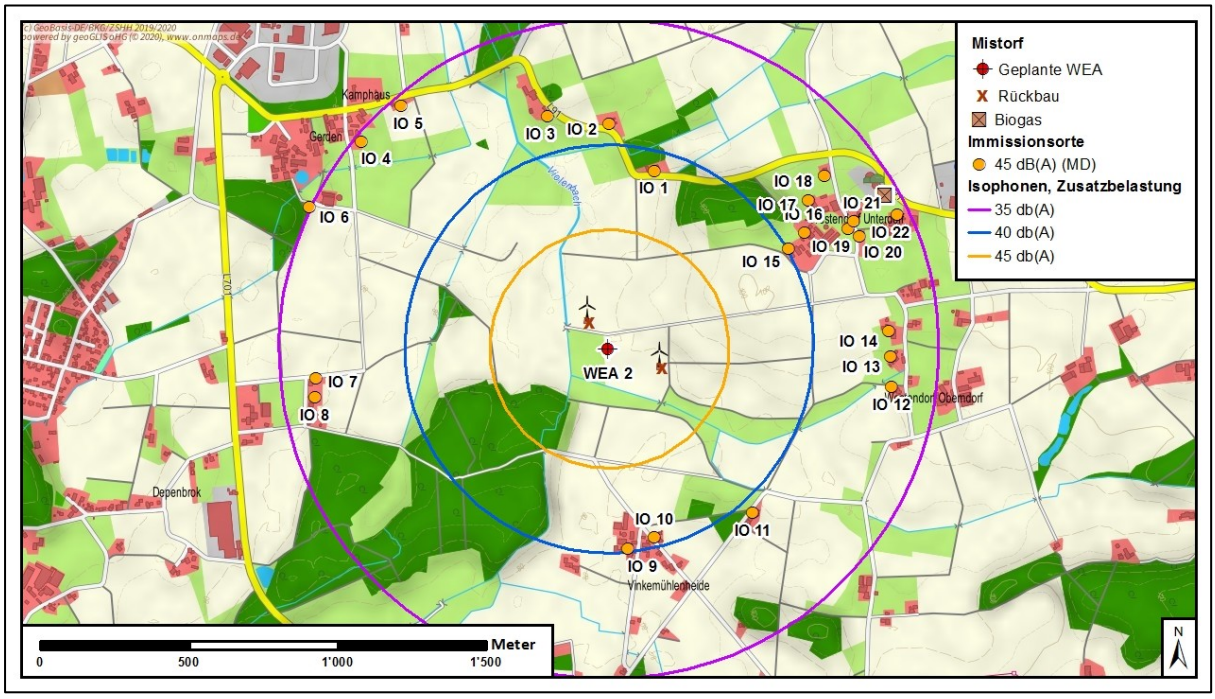


Abbildung 2: Isophonenkarte der Zusatzbelastung ohne Berücksichtigung von Unsicherheiten

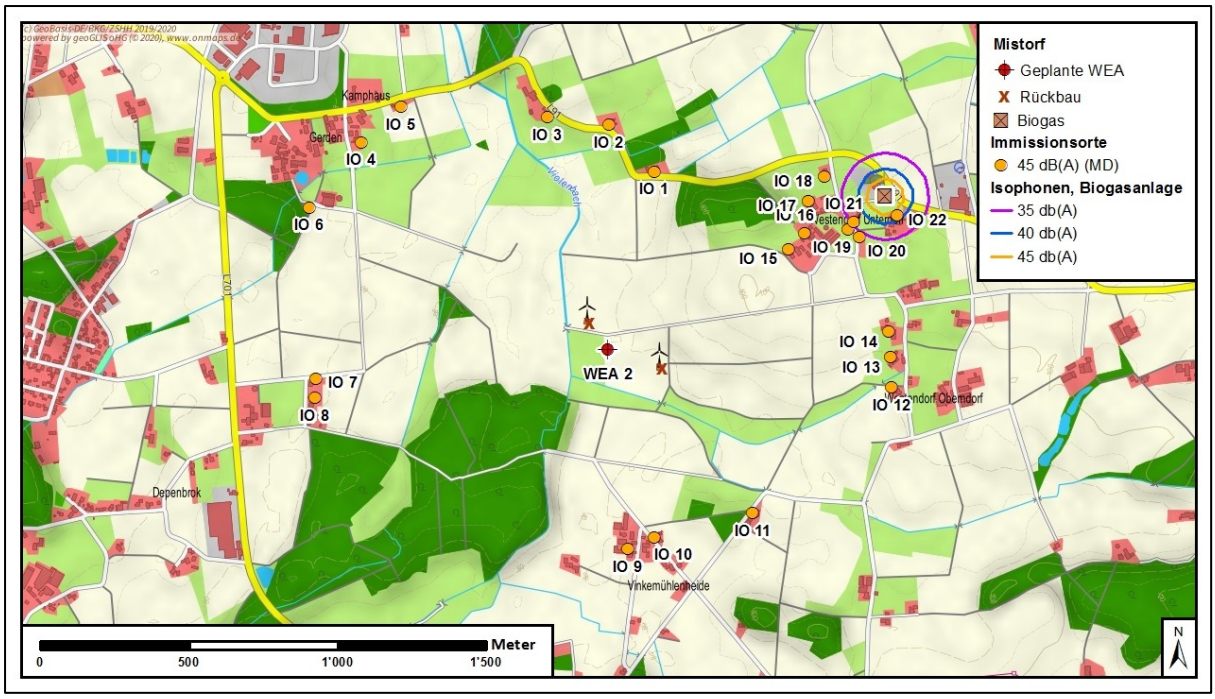


Abbildung 3: Isophonenkarte der Vorbelastung durch die Biogasanlage ohne Berücksichtigung von Unsicherheiten

ANHANG D DETAILLIERTE BERECHNUNGSERGEBNISSE

IO1 Riemsloher Straße 99 / Höhe über NN 83 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	618	638	**41.0**	67.1	2.1	-3.0

IO2 Riemsloher Straße 95 / Höhe über NN 83 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	756	773	**39.0**	68.8	2.4	-3.0

IO3 Riemsloher Straße 106 / Höhe über NN 83 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	808	823	**38.3**	69.3	2.6	-3.0

IO4 Riemsloher Straße 96 / Höhe über NN 83 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	1085	1097	**35.2**	71.8	3.2	-3.0

IO5 Riemsloher Straße 102 / Höhe über NN 83 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	1073	1085	**35.4**	71.7	3.2	-3.0

IO6 Riemsloher Straße 74 / Höhe über NN 88 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	1114	1125	**35.0**	72.0	3.2	-3.0

IO7 Wittelohweg 7 / Höhe über NN 87 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	987	999	**36.3**	71.0	3.0	-3.0

IO8 Wittelohweg 9 A / Höhe über NN 87 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	1000	1012	**36.1**	71.1	3.0	-3.0

IO9 Vinkemühlenheide 14 / Höhe über NN 83 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	674	693	**40.2**	67.8	2.2	-3.0

IO10 vinkemühlenheide 10 / Höhe über NN 83 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	650	669	**40.5**	67.5	2.2	-3.0

IO11 Insingdorfer Straße 42 / Höhe über NN 83 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	735	752	**39.3**	68.5	2.4	-3.0

IO12 Westendorfer Straße 22 / Höhe über NN 90 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	961	972	**36.5**	70.8	2.9	-3.0

IO13 Westendorfer Straße 20 / Höhe über NN 90 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	950	962	**36.7**	70.7	2.9	-3.0

IO14 Westendorfer Straße 16 / Höhe über NN 92 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	944	956	**36.7**	70.6	2.9	-3.0

IO15 Westendorfer Straße 12 / Höhe über NN 95 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	693	708	**39.9**	68.0	2.3	-3.0

IO16 Westendorfer Straße 10 / Höhe über NN 92 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	768	783	**38.9**	68.9	2.5	-3.0

IO17 Westendorfer Straße 6 / Höhe über NN 87 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	836	850	**38.0**	69.6	2.6	-3.0

IO18 Westendorfer Straße 2 / Höhe über NN 84 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	930	944	**36.9**	70.5	2.8	-3.0

IO19 Westendorfer straße 8 / Höhe über NN 92 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	901	913	**37.2**	70.2	2.8	-3.0

IO20 Westendorfer Straße 9 / Höhe über NN 93 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	925	937	**37.0**	70.4	2.8	-3.0

IO21 Westendorfer Straße 7 / Höhe über NN 91 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	931	943	**36.9**	70.5	2.8	-3.0

IO22 Riemsloher Straße 120 / Höhe über NN 93 m / Aufpunkthoehe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schall-weg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
	[m]	[m]	[dB(A)]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA 2	164.0	83	107.2	1070	1080	**35.4**	71.7	3.1	-3.0

ANHANG E QUALITÄT DER PROGNOSE

Anhang E.1 Zusatzbelastung

IO1 Riemsloher Straße 99					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	41.0	618	2.1	43.1
berechneter Pegel GB		**41.0**		**OVBG 90%**	**43.1**

IO2 Riemsloher Straße 95					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	39.0	756	2.1	41.1
berechneter Pegel GB		**39.0**		**OVBG 90%**	**41.1**

IO3 Riemsloher Straße 106					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	38.3	808	2.1	40.4
berechneter Pegel GB		**38.3**		**OVBG 90%**	**40.4**

IO4 Riemsloher Straße 96					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	35.2	1085	2.1	37.3
berechneter Pegel GB		**35.2**		**OVBG 90%**	**37.3**

IO5 Riemsloher Straße 102					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	35.4	1073	2.1	37.5
berechneter Pegel GB		**35.4**		**OVBG 90%**	**37.5**

IO6 Riemsloher Straße 74					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	35.0	1114	2.1	37.1
berechneter Pegel GB		**35.0**		**OVBG 90%**	**37.1**

IO7 Wittelohweg 7					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	36.3	987	2.1	38.4
berechneter Pegel GB		**36.3**		**OVBG 90%**	**38.4**

IO8 Wittelohweg 9 A					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	36.1	1000	2.1	38.2
berechneter Pegel GB		**36.1**		**OVBG 90%**	**38.2**

IO9 Vinkemühlenheide 14					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	40.2	674	2.1	42.3
berechneter Pegel GB		**40.2**		**OVBG 90%**	**42.3**

IO10 vinkemühlenheide 10					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	40.5	650	2.1	42.6
berechneter Pegel GB		**40.5**		**OVBG 90%**	**42.6**

IO11 Insingdorfer Straße 42					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	39.3	735	2.1	41.4
berechneter Pegel GB		**39.3**		**OVBG 90%**	**41.4**

IO12 Westendorfer Straße 22					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	36.5	961	2.1	38.6
berechneter Pegel GB		**36.5**		**OVBG 90%**	**38.6**

IO13 Westendorfer Straße 20					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	36.7	950	2.1	38.8
berechneter Pegel GB		**36.7**		**OVBG 90%**	**38.8**

IO14 Westendorfer Straße 16					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	36.7	944	2.1	38.8
berechneter Pegel GB		**36.7**		**OVBG 90%**	**38.8**

IO15 Westendorfer Straße 12					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	39.9	693	2.1	42.0
berechneter Pegel GB		**39.9**		**OVBG 90%**	**42.0**

IO16 Westendorfer Straße 10					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	38.9	768	2.1	41.0
berechneter Pegel GB		**38.9**		**OVBG 90%**	**41.0**

IO17 Westendorfer Straße 6					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	38.0	836	2.1	40.1
berechneter Pegel GB		**38.0**		**OVBG 90%**	**40.1**

IO18 Westendorfer Straße 2					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	36.9	930	2.1	39.0
berechneter Pegel GB		**36.9**		**OVBG 90%**	**39.0**

IO19 Westendorfer straße 8					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	37.2	901	2.1	39.3
berechneter Pegel GB		**37.2**		**OVBG 90%**	**39.3**

IO20 Westendorfer Straße 9					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	37.0	925	2.1	39.1
berechneter Pegel GB		**37.0**		**OVBG 90%**	**39.1**

IO21 Westendorfer Straße 7					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	36.9	931	2.1	39.0
berechneter Pegel GB		**36.9**		**OVBG 90%**	**39.0**

IO22 Riemsloher Straße 120					
	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
Bez.	[dB]	[dB]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA 2	107.2	35.4	1070	2.1	37.5
berechneter Pegel GB		**35.4**		**OVBG 90%**	**37.5**

ANHANG F LITERATUR UND QUELLENVERWEISE

[1] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes- Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm), 26. August 1998

[2] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen, Entwurf, Länderausschuss für Immissionsschutz,30.06.2016

[3] Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land (Windenergieerlass), Gemeinsamer Runderlass d. MU, d. ML, d. MS, d. MW u. d. MI vom 24.2.2016

[4] Einführung der "Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)" der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz vom 21.1.2019

[5] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen; Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW), Kiel, 01.02.2008.

[6] DIN ISO 9613-2, „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“, Oktober 1999.

[7] Dokumentation zur Schallausbreitung - Interimsverfahren zur Prognose der Geräusch-immissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1

[8] IEC 61400-14 TS ed. 1 “Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines 2005-3”

[9] Piorr, D.: Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschimmissionswerten mittels Prognose, ZfL 48 (2001), S. 172-175

[10] Probst, W.; Donner, U.: „Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose“, Zeitschrift für Lärmbekämpfung 49 (2002) Nr.3

[11] DIN SPEC 45660-1, „Leitfaden zum Umgang mit der Unsicherheit in der Akustik und Schwingungstechnik- Teil 1: Unsicherheit akustischer Kenngrößen“, Mai 2014

[12] Engelen, J., Piorr, D.: Messtechnische Untersuchung der Schallausbreitung hoher Windenergie-anlagen, Lärmbekämpfung Bd.10 (2015) Nr. 6

[13] Piorr, D., Hillen, R. und Jansen, M. (2001): Akustische Ringversuche zur Geräuschemissions-messung an Windenergieanlagen. In: Fortschritte der Akustik –DAGA 2001, Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA), Oldenburg

[14] onmaps.de Kartendienst der geoGLIS oHG (©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH < 2019> ©Deutsche Post Direkt <2019>)

[15] Stand der Technik zur Lärmminderung bei Biogas- und BHKW-Anlagen Hermann Lewke, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V, http://www.umwelt.sachsen.de /umwelt/download/laerm_licht_mobilfunk/20131127_Lewke_Laermminderung_Biogas_und_BHKW.pdf

ANHANG G VERWENDETE SOFTWARE

Neben verschiedenen eigenen Berechnungs- und Bearbeitungsvorlagen wurde insbesondere die folgende Software zur Berechnung und Datenbearbeitung verwendet.

[A] WindPRO, version 3.2, EMD International A/S, Denmark

[B] ArcGIS, version 10, Environment Systems Research International (ESRI)

ANHANG H HÄUFIG VERWENDETE ABKÜRZUNGEN

WEA	Windenergieanlage
OVBG	obere Vertrauensbereichsgrenze
SLP	Schallleistungspegel
IO	Immissionsort
IRW	Immissionsrichtwert
LAI	Länderausschuss Immissionsschutz
FGW	Fördergesellschaft Windenergie
UTM	Universelle Transversale Mercator-Projektion
ETRS89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989