

Schallimmissionsprognose für
zwei Windenergieanlagen
am Standort
Diehlo West
(Brandenburg)

Datum: 08.04.2022

Bericht Nr. 22-1-3004-000-NM

Auftraggeber:

juwi AG

Energie-Allee 1 | 55286 Wörrstadt

Auftragsnummer: 352002607

Bearbeiter:

Ramboll Deutschland GmbH

Elisabeth-Consbruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

Die vorliegende Schallimmissionsprognose für den Standort Diehlo West (Brandenburg) wurde der Ramboll Deutschland GmbH im Januar 2022 von der juwi AG in Auftrag gegeben. Rechtsgrundlage dieses Gutachtens ist das BImSchG [1] mit dem in §1 festgehaltenen Zweck „[...] Menschen [...] vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen [...]“. Die Ramboll Deutschland GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 [2] u. a. für die Erstellung von Schallimmissionsprognosen akkreditiert. Die firmenintern verwendeten Berechnungsverfahren gemäß den zuvor genannten Anforderungen sind in der Ramboll-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schall“ festgelegt und dokumentiert.

Die Ergebnisse basieren auf den Berechnungen nach Vorgaben der TA-Lärm [3], der DIN ISO 9613-2 [4] modifiziert durch das Interimsverfahren [5] gemäß den aktuellen Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [6] und unter Berücksichtigung spezifischer Landesvorgaben für Brandenburg sowie auf Basis der vom Auftraggeber und dem WEA-Hersteller zur Verfügung gestellten Standort- und Anlagendaten.

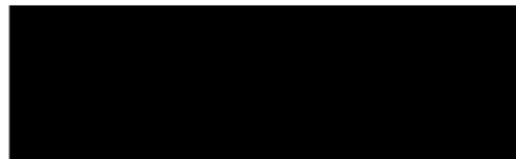
Alle Rechte an diesem Bericht sind der Ramboll Deutschland GmbH vorbehalten. Dieses Dokument darf, mit Ausnahme des Auftraggebers, der Genehmigungsbehörden und der finanzierenden Banken, weder in Teilen noch in vollem Umfang ohne vorherige schriftliche Zustimmung der Ramboll Deutschland GmbH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

	Nr.	Datum	Bearbeiter	Beschreibung
Original	000	08.04.2022		Planung von zwei WEA des Typs Vestas V150-6.0

Kassel, 08.04.2022



(Bearbeiter)



(Prüfer)

Inhalt:

1	Zusammenfassung	4
2	Standortdaten	6
	2.1 Aufgabenstellung	6
	2.2 Immissionsorte	7
	2.2.1 Einwirkungsbereich	7
	2.2.2 Immissionsorte und Immissionsrichtwerte	9
	2.3 Potenzielle Schallreflexionen und Abschirmungseffekte	12
	2.4 Vorbelastungen	13
	2.4.1 Gewerbliche Vorbelastungen	13
	2.4.2 Vorbelastungen durch Windenergieanlagen	14
3	Kenndaten Windenergieanlagen	15
	3.1 Allgemeine Angaben	15
	3.2 Emissionsdaten	15
	3.2.1 Vorbelastung	16
	3.2.2 Zusatzbelastung	16
4	Ergebnisse der Immissionsberechnungen	18
	4.1 Beurteilungspegel an den Immissionsorten	18
	4.2 Bewertung der Ergebnisse	19
	4.3 Tagbetrieb	19
5	Literaturverzeichnis	21
6	Anhang	22

1 Zusammenfassung

Für die Planung von zwei Windenergieanlagen am Standort Diehlo West wurde eine Schallimmissionsprognose entsprechend der TA-Lärm [3] nach der Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 [4] modifiziert nach dem Interimsverfahren [5] entsprechend den Hinweisen der LAI [6] unter Berücksichtigung spezifischer Landesvorgaben für Brandenburg für die zu berücksichtigende Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung an den dem Projekt benachbarten Immissionsorten durchgeführt.

Der Berechnung zugrunde gelegt wurden die Herstellerangaben (siehe Abschnitt 3.2.2) des geplanten Anlagentyps Vestas V150-6.0 mit einer Nabenhöhe (NH) von 169 m. Zur sicheren Einhaltung der Vorgaben der TA Lärm [3] sollen die geplanten WEA im Nachtzeitraum schallreduziert betrieben werden. Die Emissionsdaten der Vorbelastung wurden entsprechend der vorliegenden Quellen angesetzt (siehe Kapitel 2.4 bzw. 3.2.1).

Die Immissionen der einzelnen Schallquellen überlagern sich an den Immissionsorten (vgl. Kapitel 2.2) zu einem resultierenden Schalldruckpegel bzw. Beurteilungspegel $L_{r,o}$ der nach TA Lärm [3] zu bewerten ist. Die Beurteilung erfolgt anhand der Nacht-Immissionsrichtwerte.

Die resultierenden Beurteilungspegel $L_{r,o}$ im Nachtzeitraum nach der oberen Vertrauensbereich (OVB) an den nach TA Lärm [3] maßgeblichen Immissionsorten sind neben den nächtlichen Immissionsrichtwerten (IRW) in der folgenden Tabelle 1 aufgeführt.

Die Nacht-Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [3] werden unter Berücksichtigung des oberen Vertrauensbereichs an den Immissionsorten D-1, D-2, E-1, F-1, F-3 eingehalten. Von einer schädlichen Umwelteinwirkung bzw. einer erheblichen Belästigung i. S. d. BImSchG [1] ist demnach nicht auszugehen.

An dem Immissionsorten F-2 wird der nächtliche Immissionsrichtwert um 1 dB(A) überschritten. Nach dem Irrelevanzkriterium in Ziffer 3.2.1 Absatz 3 TA Lärm [3] ist eine Überschreitung um bis zu 1 dB aufgrund der bestehenden Vorbelastung nicht als erhebliche Umwelteinwirkung i. S. d. Schutzzwecks des BImSchG [1] anzusehen.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse

IO	Bezeichnung	IRW [dB(A)]	L_{r,o}* [dB(A)]	ΔL_r [dB]
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	40	39	-1
D-2	Diehlo, Dorfstraße 29	45	37	-8
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	40	37	-3
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	45	43	-2
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	40	41	1
F-3	Fünfeichen, Diehloer Straße 39	45	42	-3

*) Rundung gemäß Nr. 4.5.1 DIN 1333 [7], Details siehe Kapitel 4.1 und Ergebnisse im Anhang

2 Standortdaten

2.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Diehlo West westlich von Diehlo und Eisenhüttenstadt, nordöstlich von Kieselwitz sowie südöstlich von Fünfeichen zwei Windenergieanlagen (WEA) des Typs Vestas V150-6.0 mit 169 m Nabenhöhe zu errichten.

Tabelle 2: Kenndaten der geplanten WEA

WEA	WEA Hersteller / Typ	Naben- höhe	Ost	Nord	Betriebsmodus
		[m]	[UTM 33 ETRS89]		nachts
01	Vestas V150-6.0	169	469.231	5.775.743	PO6000
02	Vestas V150-6.0	169	469.685	5.776.316	SO0

Vor Ort befinden sich bereits 8 weitere WEA in einem fortgeschrittenen Planungsstadium. Diese werden als Vorbelastungen mit berücksichtigt und im folgenden Text als „Vorbelastung“ bzw. „Vorbelastungs-WEA“ bezeichnet.

Es soll der nächtliche Beurteilungspegel im oberen Vertrauensbereich $L_{r,o}$ der durch die geplanten Windenergieanlagen hervorgerufenen Schallimmissionen an der umliegenden schutzwürdigen Bebauung berechnet und mit den immissionsschutzrechtlichen Vorgaben der TA Lärm [3] für diese Gebäude (Immissionsrichtwerte nach Abschnitt 6.1) verglichen und bewertet werden.

Die Immissionsprognose wird entsprechend den aktuellen Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [6] nach dem vom NALS modifizierten Verfahren („Interimsverfahren“) [5] der DIN ISO 9613-2 [4] unter Berücksichtigung der Landesvorgaben (Brandenburg) durchgeführt. Dabei werden günstige Schallausbreitungsbedingungen angenommen (Mitwindbedingungen, 10°C Lufttemperatur, 70 % Luftfeuchte) (vgl. DIN ISO 9613-2, Kap. 7.2, Tab. 2). Weitere Angaben zu den Grundlagen der Berechnungen sind dem Anhang zu entnehmen. Das Höhenrelief wurde dem DGM 5 Brandenburg entnommen. Die Berechnung wurde mit der Software windPRO [8], Modul DECIBEL durchgeführt.

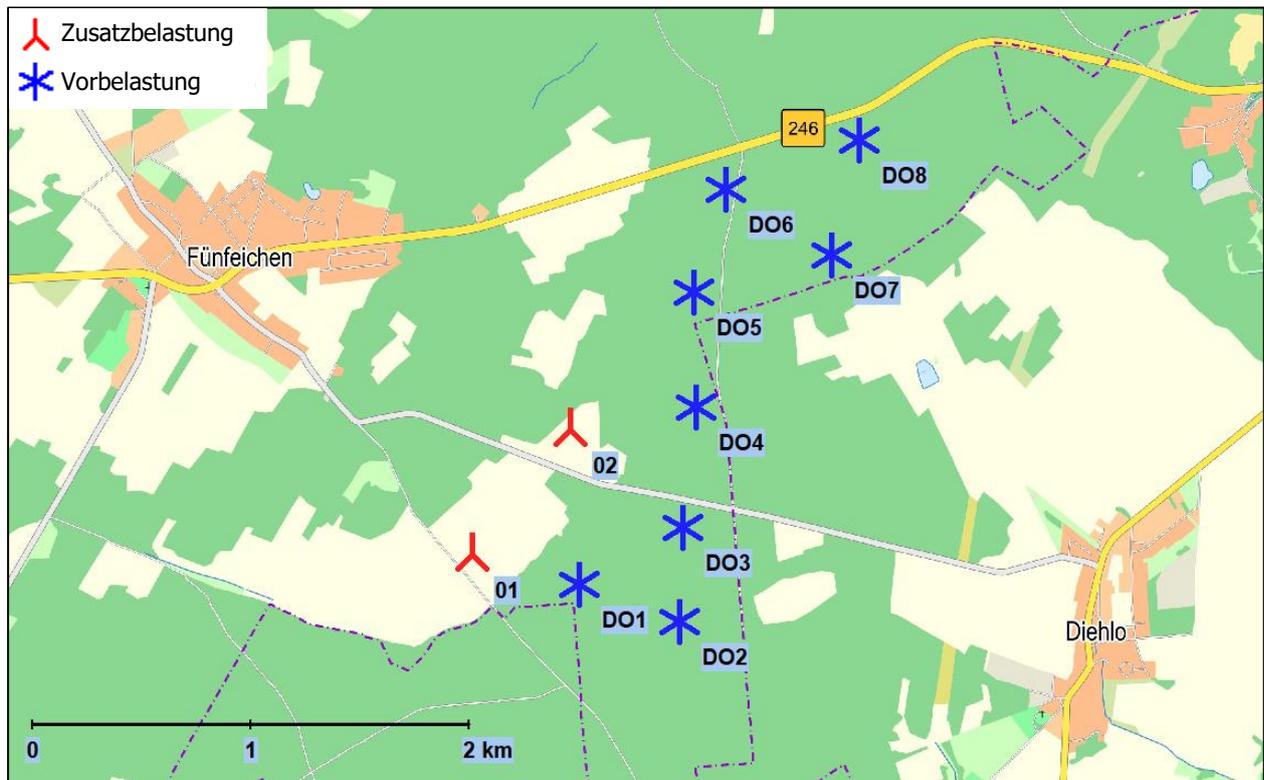


Abbildung 1: Übersichtskarte (© Geoglis [9])

2.2 Immissionsorte

2.2.1 Einwirkungsbereich

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Diehlo West wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden schutzbedürftigen maßgeblichen Immissionsorte (IO) auf Basis topographischer Karten, des ATKIS Basis-DLM [9] und anhand von Luftbildern ermittelt. Im Rahmen einer Standortbesichtigung am 02.03.2022 wurden diese überprüft und dokumentiert.

Die Auswahl der für die Schallimmissionsprognose relevanten Immissionsorte am Standort erfolgte auf der Basis des nach der Ziffer 2.2 a) TA-Lärm [3] definierten Einwirkungsbereichs der geplanten WEA für den Nachtbetrieb. Der Einwirkungsbereich der WEA ist demnach definiert als der Bereich, in dem der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung weniger als 10 dB unter dem Immissionsrichtwert (IRW) liegt. Dazu sind auf der folgenden Karte die Iso-Schalllinien (Isophonen) für 25 dB(A), 30 dB(A) und für 35 dB(A) eingezeichnet. In der vorliegenden Immissionsberechnung sind lediglich diejenigen Immissionsorte zu berücksichtigen, die innerhalb der 25-dB(A)-Isophone liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert am Immissionsort 35 dB(A) beträgt, die

innerhalb der 30-dB(A)-Isophone liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert am Immissionsort 40 dB(A) beträgt bzw. die innerhalb der 35-dB(A)-Isophone liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert 45 dB(A) beträgt.

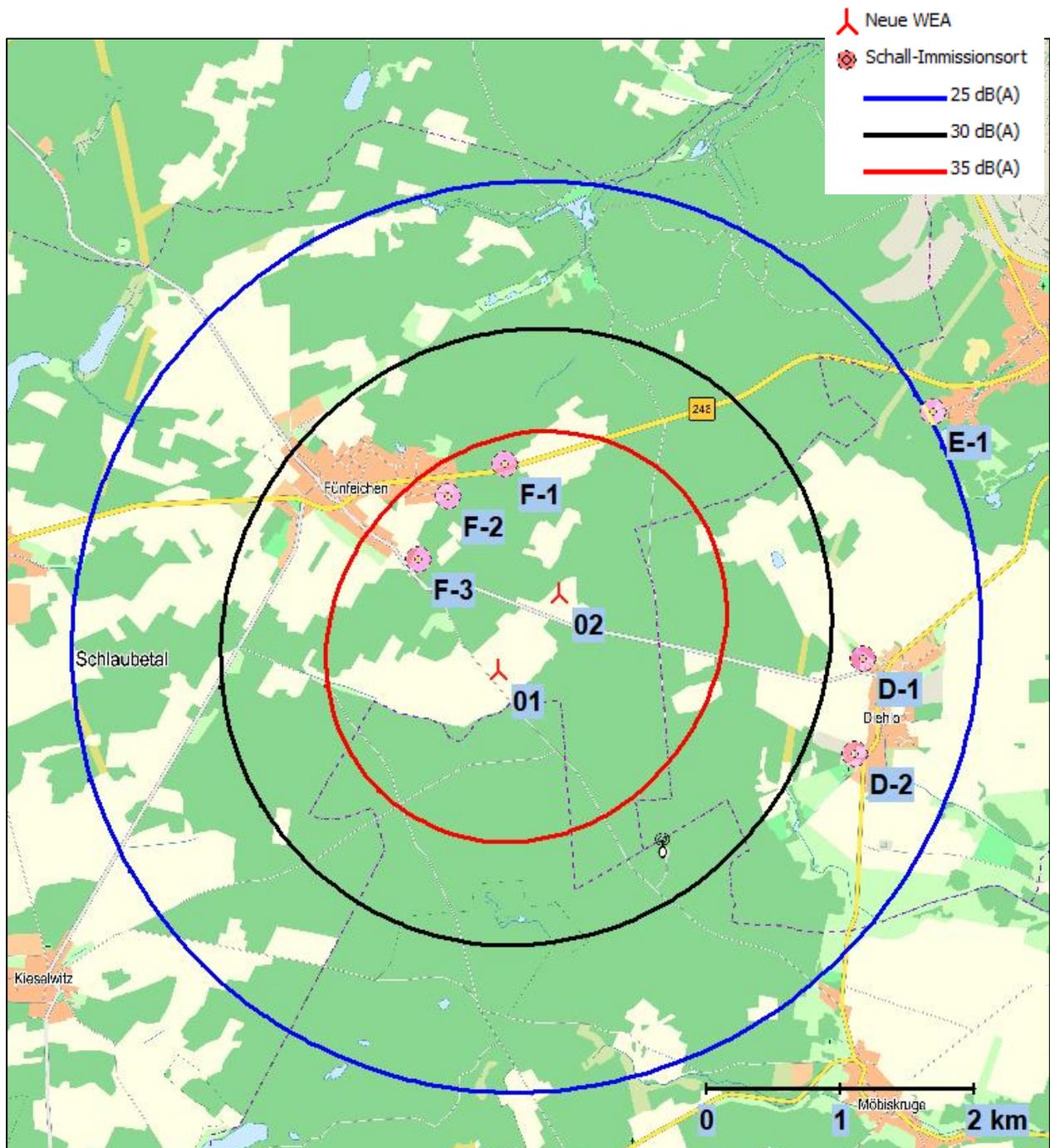


Abbildung 2: Isophonenkarte Zusatzbelastung (Nachtbetrieb) $L_{01} = 107,0$ dB(A), $L_{02} = 106,1$ dB(A) (© Geoglis [9])

2.2.2 Immissionsorte und Immissionsrichtwerte

Nach Abschnitt 2.3 TA Lärm [3] sind die Immissionsorte maßgeblich, an denen eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte am ehesten zu erwarten ist. In Tabelle 3 sind die maßgeblichen Immissionsorte mit ihren im Gutachten verwendeten Bezeichnungen und die dort jeweils relevanten Immissionsrichtwerte aufgeführt. Die genaue Lage der Immissionsorte lässt sich den folgenden Abbildungen sowie der Isophonenkarte im Anhang entnehmen. Die Koordinaten sowie die Abstände zwischen Immissionsorten und Windenergieanlagen (in Metern) werden auf den DECIBEL-Hauptergebnisausdrucken im Anhang angegeben. Für die Beurteilung der Schallimmissionen an den Immissionsorten wird der niedrigere Immissionsrichtwert für den Nachtzeitraum (22-6 Uhr) herangezogen.

Tabelle 3: Immissionsorte

IO	Bezeichnung	IRW 22-6 Uhr [dB(A)]	Gebiets- einstu- fung ¹	Grundlage der Einstufung ²
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	40	WA	Allgemeines Wohngebiet nach dem Vorhaben- und Erschließungsplan „Fünfeichener Weg“ der Stadt Eisenhüttenstadt
D-2	Diehlo, Dorfstraße 29	45	M	Mischgebiet gem. dem FNP der Stadt Eisenhüttenstadt
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	40	WA	W-Fläche gem. dem FNP der Stadt Eisenhüttenstadt
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	45	AB	FNP Gemeinde Fünfeichen
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	40	WA	Allgemeines Wohngebiet gem. dem BP „Ernst-Thälmann-Straße“ der Gemeinde Fünfeichen
F-3	Fünfeichen, Diehloer Straße 39	45	AB	FNP Gemeinde Fünfeichen

¹ AB = Außenbereich

M = Mischgebiet

WA = Allgemeines Wohngebiet

W = Wohnbaufläche

² BP = Bebauungsplan

FNP = Flächennutzungsplan



Abbildung 3: Lage der Immissionsorte D-1 in Diehlo (© Geoglis [9])



Abbildung 4: Lage der Immissionsorte D-2 in Diehlo (© Geoglis [9])

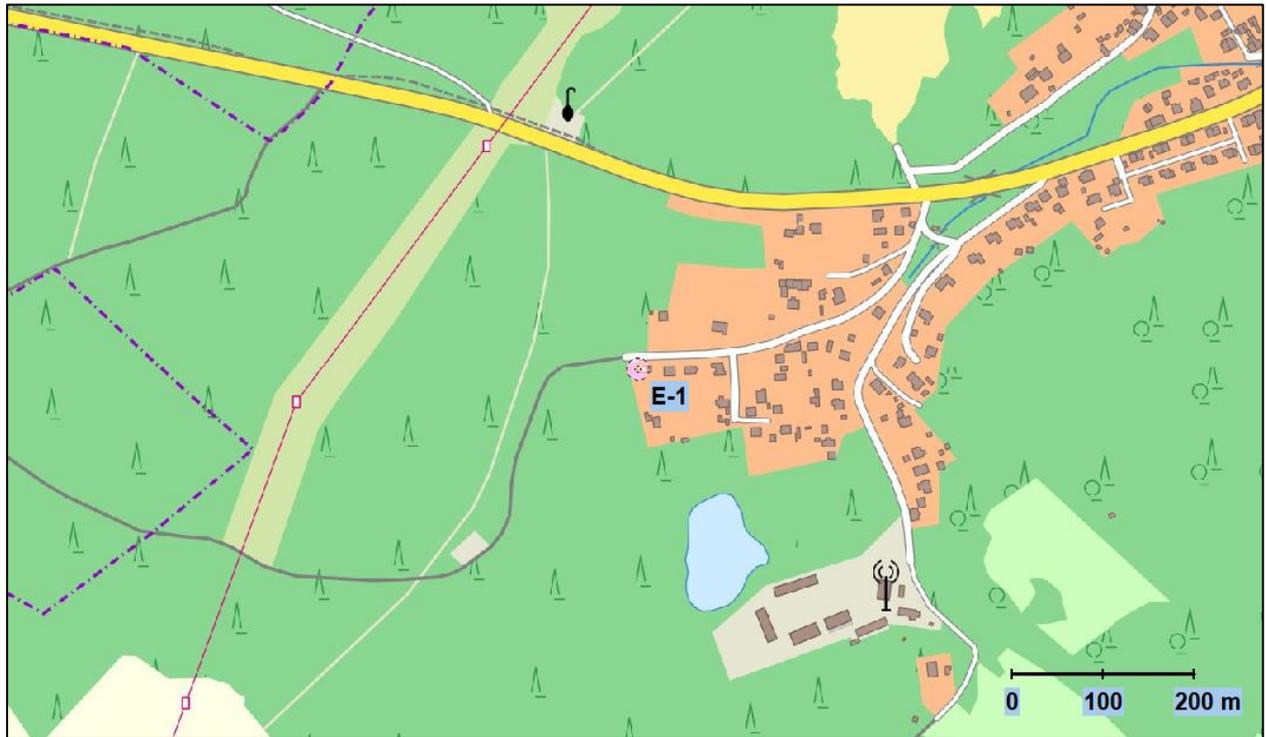


Abbildung 5: Lage der Immissionsorte E-1 in Eisenhüttenstadt (© Geoglis [9])

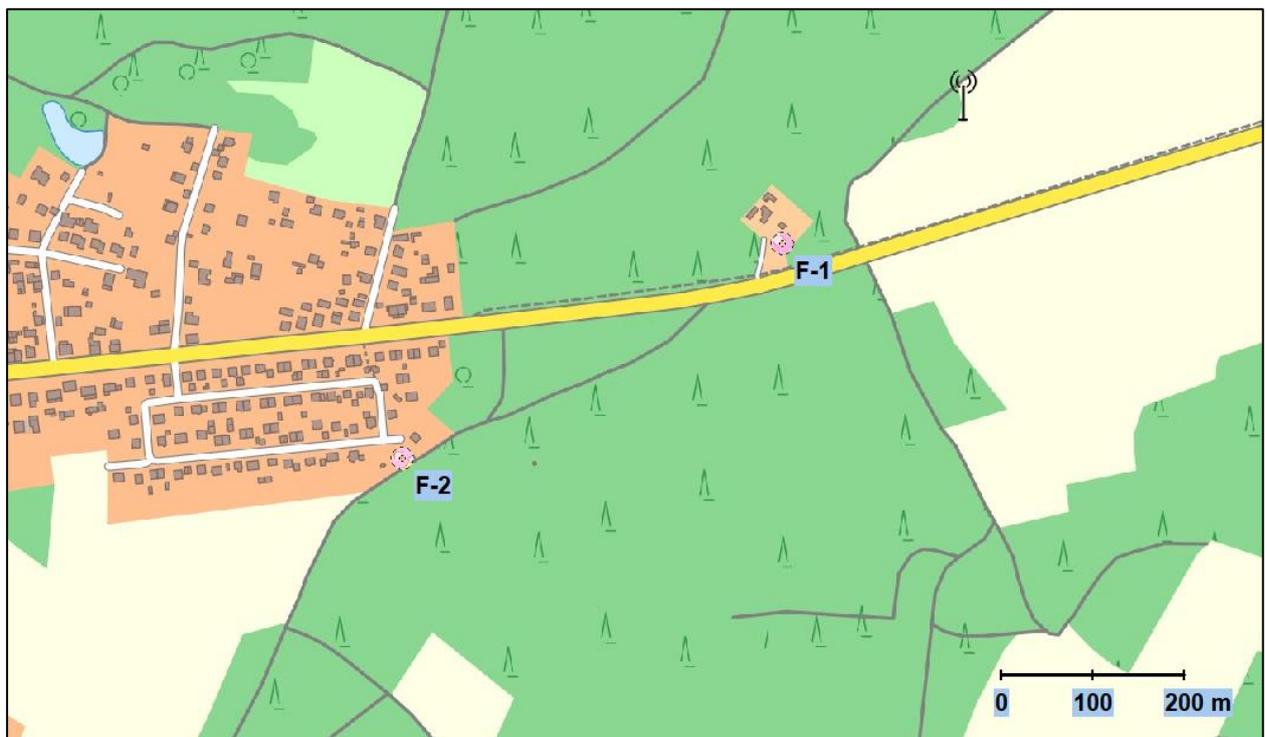


Abbildung 6: Lage der Immissionsorte F-1 und F-2 in Fünfhausen (© Geoglis [9])

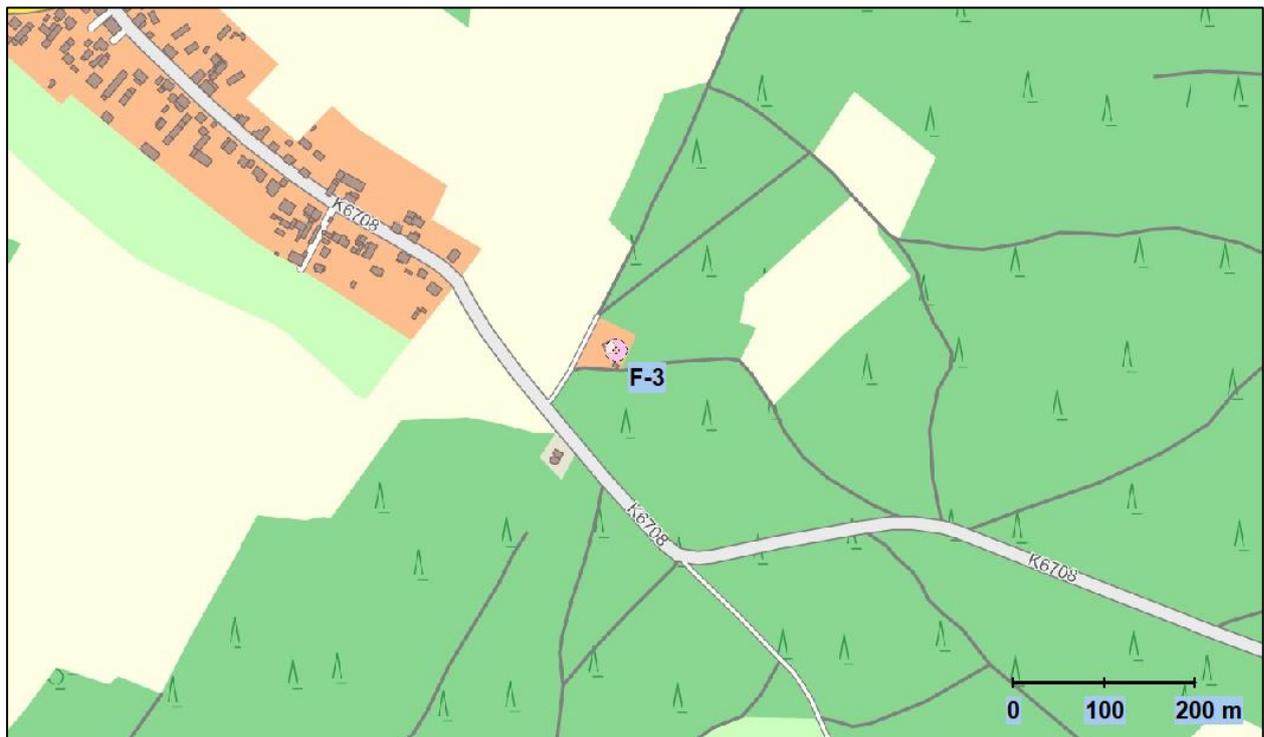


Abbildung 7: Lage der Immissionsorte F-3 in Fünfhausen (© Geoglis [9])

2.3 Potenzielle Schallreflexionen und Abschirmungseffekte

Merkliche Reflexionen ergeben sich überwiegend durch Reflexionen an eher niedrigen Nebengebäuden wie Schuppen, Garagen, Gewächshäusern im Erdgeschossbereich der Wohngebäude. Hier können aber auch Abschirmungen vorgelagerter Gebäude (-teile) wieder zu Pegelsenkungen führen, so dass im Regelfall die Berechnung bei freier Schallausbreitung (Addition aller Quellen ohne Abschirmungseffekte) für die meisten Immissionsorte, vor allem innerhalb von zusammenhängend bebauten Gebieten, höhere Pegel ergibt, als bei der Berücksichtigung der konkreten Bebauungsstruktur unter Beachtung von Abschirmungen und Reflexionen. Schallreflexionen, die den Beurteilungspegel relevant erhöhen, treten in der Regel bei Gebäude-WEA-Konstellationen auf, bei denen sich Fenster nahe an Gebäudewinkeln befinden, also bei L-förmigen direkt über Eck stehenden Gebäuden oder U-förmigen Gebäudekonstellationen und die WEA mehrheitlich in Richtung der reflektierenden über Eck stehenden Gebäudestrukturen stehen.

Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass sich der Schalldruckpegel an einem Aufpunkt durch eine vollständige Reflexion an einer Gebäudefläche maximal verdoppeln kann (+3 dB(A)) [10]. Ausgehend von einem üblichen Reflexionsverlust von 1 dB(A) an Gebäudewänden sind daher Reflexionen, wenn überhaupt, nur an Aufpunkten relevant, an denen ein Beurteilungspegel

von weniger als 2,5 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert berechnet wurde.

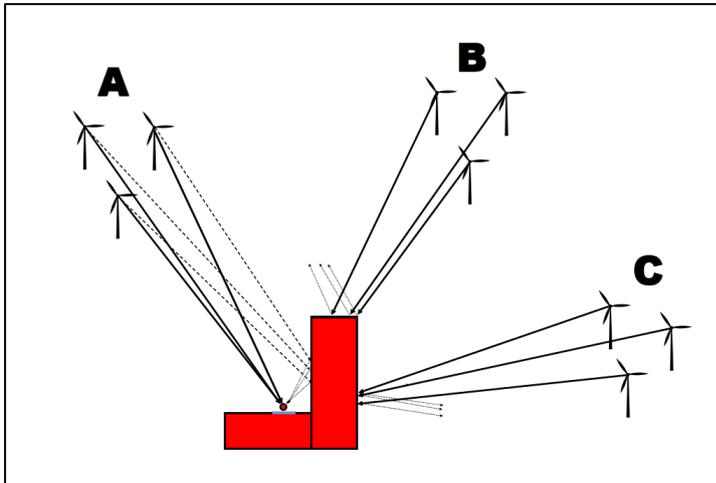


Abbildung 8: Lagekonstellation (Beispiel) – Reflexion von A, Abschirmung von B und C

Die unter Berücksichtigung von Reflexions- und Abschirmungseffekten für eine relevante Pegelerhöhung notwendige Lagekonstellation von Gebäuden und WEA liegt bei den untersuchten Immissionsorten an denen der Beurteilungspegel weniger als 2 dB unter dem Richtwert liegt, oder benachbarten Gebäuden nicht vor. Eine detaillierte Betrachtung ist daher nicht notwendig. Insbesondere fehlen freie, über Eck stehende Gebäude und mehrheitlich aus einer Richtung kommende Immissionen durch Vorbelastungen. Zudem sind abschirmende Baustrukturen, v.a. in den Ortslagen, vorhanden.

2.4 Vorbelastungen

2.4.1 Gewerbliche Vorbelastungen

Im Vorfeld der Ortsbesichtigung wurde das Planungsgebiet anhand von Kartenmaterial auf potenzielle gewerbliche Vorbelastungsquellen untersucht. Während der Ortsbesichtigung am 02.03.2022 wurde das Gebiet auf relevante Geräuschemissionen geprüft. Zudem wurde an den maßgeblichen Immissionsorten auf Geräusche einer potenziellen Vorbelastung geachtet.

Zu den üblichen Vorbelastungsquellen zählen im ländlichen Raum insbesondere nahe an Wohnsiedlungen gelegene Biogasanlagen oder Tierzuchtanlagen im Außenbereich, sowie Gewerbe- und Industriegebiete.

Es wurden keine solche immissionsrelevanten gewerblichen Vorbelastungen im Planungsraum ermittelt.

2.4.2 Vorbelastungen durch Windenergieanlagen

Nach Angaben des Auftraggebers besteht eine zu berücksichtigende Vorbelastung durch geplante Windenergieanlagen östlich des Standorts. Detaillierte Angaben zu den Kenndaten der Anlagen befinden sich in Kapitel 3.2.1 sowie im Anhang. Die Anlagen wurden anhand ihrer technischen Daten sowie ihren Schalleistungspegeln in die Berechnungssoftware implementiert und der Beurteilungspegel der Vorbelastung an den maßgeblichen Immissionsorten berechnet.

3 Kenndaten Windenergieanlagen

3.1 Allgemeine Angaben

Am Standort Diehlo West sind zwei Windenergieanlagen des Typs Vestas V150-6.0 geplant. Weiterhin befinden sich 8 WEA in der Umgebung in einem fortgeschrittenen Planungsstadium, die als Vorbelastung zu berücksichtigen sind.

Tabelle 4: Kenndaten Zusatz- und relevante Vorbelastungs-WEA (nachts)

WEA	Hersteller	Typ	P _{Nenn} [kW]	NH [m]	L _o [dB(A)]	Art
01	VESTAS	V150-5.6/6.0	6.000	169,0	107,0	ZB
02	VESTAS	V150-5.6/6.0	6.000	169,0	106,1	ZB
DO1	VESTAS	V150-5.6/6.0	6.000	169,0	107,0	VB
DO2	VESTAS	V150-5.6/6.0	6.000	169,0	107,0	VB
DO3	VESTAS	V150-5.6/6.0	6.000	169,0	107,0	VB
DO4	VESTAS	V150-5.6/6.0	6.000	169,0	107,0	VB
DO5	VESTAS	V150-5.6/6.0	6.000	169,0	107,0	VB
DO6	VESTAS	V150-5.6/6.0	6.000	169,0	107,0	VB
DO7	VESTAS	V150-5.6/6.0	6.000	169,0	107,0	VB
DO8	VESTAS	V150-5.6/6.0	6.000	169,0	107,0	VB

NH: Nabenhöhe, P_{Nenn}: Nennleistung, L_o: Schalleistungspegel oberer Vertrauensbereich, ZB: Zusatzbelastung, VB: Vorbelastung.

3.2 Emissionsdaten

Für die Immissionsprognose wurden in der Berechnung die Schalleistungspegel bzw. Oktavspektren der WEA ggfs. unter Berücksichtigung der oberen Vertrauensbereichsgrenze angesetzt. Die Angaben zu den Oktavspektren L_{WA,OkT} beziehen sich auf den lautesten Gesamtschalleistungspegel des WEA-Typs im jeweiligen Betriebsmodus.

Der Zuschlag im Sinne des oberen Vertrauensbereichs für jedes einzelne Oktavband ΔL_o wurde nach den Hinweisen der LAI [6] wahrscheinlichkeitsmathematisch aus den Unsicherheiten für die Serienstreuung σ_P , die Typvermessung σ_R und die Prognoseunsicherheit σ_{Prog} ermittelt oder aus vorliegenden Genehmigungswerten übernommen. Sie können für jede WEA den folgenden Unterkapiteln entnommen werden. Weitere Hinweise finden sich im Anhang „theoretische Grundlagen“.

3.2.1 Vorbelastung

Für die geplanten Anlagen (Vorbelastung) wurden die Oktavspektren aus den Herstellerangaben des Anlagentyps entnommen. Die Auszüge aus der Herstellerangabe sind als Kopie in der Anlage dieses Gutachtens beigefügt.

Tabelle 5: WEA-Schallwerte Vorbelastung

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung		Betriebsmodus			NH	
		DO1 bis DO8		Vestas V150-6.0		PO6000			alle
Quelle Oktavspektrum	Berichtsnummer				Datum			Typ	
	0079-9481.V07				19.03.2021			Herstellerangabe	
Unsicherheiten	σ_R [dB(A)]		σ_P [dB(A)]		σ_{Prog} [dB(A)]		ΔL_O [dB(A)]		
	0,5		1,2		1,0		2,1		
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$\sum L_{gesamt}$
$L_{WA Okt}$ [dB(A)]	85,5	93,3	98,2	100,1	99,0	94,8	87,7	77,6	104,9
$L_O Okt$ [dB(A)]	87,6	95,4	100,3	102,2	101,1	96,9	89,8	79,7	107,0

3.2.2 Zusatzbelastung

Für die geplanten Anlagen (Zusatzbelastung) des Typs Vestas V150-6.0 in den Modi PO6000 und SO0 mit schallmindernden Flügelementen („STE“) wurde das Oktavspektrum aus der Herstellerangabe verwendet (siehe Anhang) und mit entsprechenden Zuschlägen für den oberen Vertrauensbereich (ΔL_O , siehe oben) versehen. Auszüge aus der Herstellerangabe sind in der Anlage dieses Gutachtens beigefügt. Eine Ton- oder Impulshaltigkeit liegt laut den o.g. Angaben nicht vor.

Tabelle 6: WEA-Schallwerte Zusatzbelastung Tagbetrieb WEA 01 & 02, Nachtbetrieb WEA 01

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung		Betriebsmodus			NH	
		01 & 02		Vestas V150-6.0		PO6000			alle
Quelle Oktavspektrum	Berichtsnummer				Datum			Typ	
	0079-9481.V07				19.03.2021			Herstellerangabe	
Unsicherheiten	σ_R [dB(A)]		σ_P [dB(A)]		σ_{Prog} [dB(A)]		ΔL_O [dB(A)]		
	0,5		1,2		1,0		2,1		
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$\sum L_{gesamt}$
$L_{WA Okt}$ [dB(A)]	85,5	93,3	98,2	100,1	99,0	94,8	87,7	77,6	104,9
$L_{e,max Okt}$ [dB(A)]	87,2	95,0	99,9	101,8	100,7	96,5	89,4	79,3	106,6
$L_O Okt$ [dB(A)]	87,6	95,4	100,3	102,2	101,1	96,9	89,8	79,7	107,0

Tabelle 7: WEA-Schallwerte Zusatzbelastung Nachtbetrieb WEA 02

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung		Betriebsmodus			NH	
	02		Vestas V150-6.0		SO0			alle	
Quelle Oktavspektrum	Berichtsnummer				Datum			Typ	
	0079-9481.V07				19.03.2021			Herstellerangabe	
Unsicherheiten	σ_R [dB(A)]		σ_P [dB(A)]		σ_{Prog} [dB(A)]		ΔL_o [dB(A)]		
	0,5		1,2		1,0		2,1		
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$\sum L_{gesamt}$
$L_{WA, Okt}$ [dB(A)]	85,0	92,7	97,4	99,1	98,0	93,9	86,9	76,8	104,0
$L_{e,max, Okt}$ [dB(A)]	86,7	94,4	99,1	100,8	99,7	95,6	88,6	78,5	105,7
$L_{O, Okt}$ [dB(A)]	87,1	94,8	99,5	101,2	100,1	96,0	89,0	78,9	106,1

Die Emissionsdaten der geplanten WEA $L_{WA, Okt}$, $L_{e,max, Okt}$ und $L_{O, Okt}$ sowie die in diesem Zusammenhang angesetzten Unsicherheitsparameter sind nach LAI-Hinweisen [6] genehmigungsrechtlich festzulegen. Die Emissionsdaten als $L_{e,max, Okt}$ stellen dabei das rechtlich zulässige Maß an Emissionen der WEA dar, welches bei Abnahmemessungen einzuhalten ist. Die damit einhergehenden Immissionswerte an den relevanten Immissionsorten können dem Anhang entnommen werden (Berechnung „Zusatzbelastung mit $L_{e,max, Okt}$ “).

Weiterführende Informationen befinden sich in Kapitel 3 („Genehmigungsfestsetzungen und rechtskonformer Betrieb“) im Anhang „Theoretische Grundlagen“. Falls der Prognose eine Vermessung zugrunde liegt, können die mit den Emissionswerten verbundenen Betriebsparameter (Drehzahl, Leistung, Modus, Gesamtschallleistungspegel) in der Genehmigung zusätzlich mit aufgeführt werden, entscheidend sind jedoch die festgelegten o.g. Oktavdaten (siehe auch [11], S. 243).

4 Ergebnisse der Immissionsberechnungen

4.1 Beurteilungspegel an den Immissionsorten

Die basierend auf den in den vorigen Kapiteln genannten Kenn- und Eingangsdaten ermittelten Beurteilungspegel nach dem oberen Vertrauensbereich $L_{r,o}$ sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Tabelle 8: Immissionspegel ($L_{r,o}$) der Vor-, Zusatz und Gesamtbelastung

IO	Bezeichnung	IRW_{nacht} [dB(A)]	$L_{r,o}$ VB (WEA) [dB(A)]	$L_{r,o}$ ZB [dB(A)]	$L_{r,o}$ GB [dB(A)]
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	40	38,4	28,7	38,8
D-2	Diehlo, Dorfstraße 29	45	36,9	28,2	37,5
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	40	37,0	24,8	37,3
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	45	41,8	36,7	43,0
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	40	39,6	36,9	41,5
F-3	Fünfeichen, Diehloer Straße 39	45	39,0	38,5	41,8

Tabelle 9: Beurteilungspegel ($L_{r,o}$) Gesamtbelastung

IO	Bezeichnung	IRW_{nacht} [dB(A)]	$L_{r,o}^3$ [dB(A)]	ΔL_r [dB]
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	40	39	-1
D-2	Diehlo, Dorfstraße 29	45	37	-8
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	40	37	-3
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	45	43	-2
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	40	41	1
F-3	Fünfeichen, Diehloer Straße 39	45	42	-3

Im Anhang liegen für die oben genannten Beurteilungspegel Ausdrücke der Berechnungssoftware windPRO vor (Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse). Weiterhin ist im Anhang eine Iso-Phonenkarte für den Beurteilungspegel der Gesamtbelastung wiedergegeben.

³ Es wurden die Rundungsregeln gemäß Nr. 4.5.1 DIN 1333 [7] angewendet. In Einzelfällen gibt es Abweichung in der Darstellung bei auf eine und auf keine Nachkommastellen gerundeten Werten (z. Bsp. 41,49 → 41,5 → 41). Siehe dazu auch die die Detaillierten Ergebnisse im Anhang.

4.2 Bewertung der Ergebnisse

Die Nacht-Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [3] werden unter Berücksichtigung des oberen Vertrauensbereichs an den Immissionsorten D-2, E-2, F-1, F-3 eingehalten. Von einer schädlichen Umwelteinwirkung bzw. einer erheblichen Belästigung i. S. d. BImSchG [1] ist demnach nicht auszugehen.

An dem Immissionsort F-2 wird der nächtliche Immissionsrichtwert um 1 dB(A) überschritten. Nach dem Irrelevanzkriterium in Ziffer 3.2.1 Absatz 3 TA Lärm [3] ist eine Überschreitung um bis zu 1 dB aufgrund der bestehenden Vorbelastung nicht als erhebliche Umwelteinwirkung i. S. d. Schutzzwecks des BImSchG [1] anzusehen.

Die detaillierten, auf Grundlage der in Kapitel 2 und 3 beschriebenen Daten erzielten Ergebnisse für den Standort Diehlo West sind in Kapitel 4 wiedergegeben. Änderungen an den Positionen der Anlagen, dem Anlagentyp, den im Schallvermessungsbericht des Anlagentyps genannten Anlagenspezifikationen oder sonstigen relevanten Einflussfaktoren für die Schallberechnung erfordern ein neues Gutachten.

Die vorliegende Schallimmissionsprognose wurde konservativ angesetzt, so dass die berechneten Ergebnisse auf der „Sicheren Seite“ liegen. Weitere Informationen zu den theoretischen Grundlagen sind der „Anlage zur Schallimmissionsprognose der Ramboll Deutschland GmbH“ zu entnehmen.

4.3 Tagbetrieb

Im **Tagbetrieb** können die WEA mit dem maximalen Schallleistungspegel betrieben werden, da während des Tagzeitraums (6-22 Uhr) die Immissionsrichtwerte der in diesem Gutachten relevanten Immissionsorte entsprechend Ziffer 6.1 TA-Lärm [3] 15 dB(A) über den Immissionsrichtwerten für den Nachtzeitraum (22-6 Uhr) liegen. So werden auch bei einem höheren Emissionspegel für die WEA im Tagbetrieb die Immissionsrichtwerte weit unterschritten.

Darüber hinaus ist ein Ruhezeitzuschlag von 6 dB(A) für Wohngebiete für bestimmte Stunden zu berücksichtigen (siehe TA Lärm [3]). Dieser beträgt – bei Annahme eines gleichmäßig lauten Betriebs (lautester Betriebszustand der WEA) – im Mittel werktags 1,9 dB(A) und sonn- und feiertags 3,6 dB(A). Dieser wird für die jeweiligen Immissionsorte in Wohngebieten (IO D-1, E-1, F-2) als Worst-Case für die Zeiten „sonn- und feiertags“ auf den berechneten Beurteilungspegel

der Zusatzbelastung (siehe Berechnung Zusatzbelastung im Tagbetrieb im Anhang) aufgeschlagen.

Der Immissionspegel an den relevanten Immissionsorten liegt um mehr als 10 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert, womit diese nach Ziffer 2.2 a) TA Lärm [3] nicht mehr im Einwirkungsbereich der geplanten WEA liegen. Eine entsprechende Berechnung befindet sich im Anhang.

5 Literaturverzeichnis

- [1] BImSchG, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG)*, Ausfertigungsdatum: 15.03.1974; Neugefasst durch Bek. v. 17.5.2013; zuletzt geändert durch Art. 1 d. G. v. 24.09.2021.
- [2] Norm, „DIN EN ISO/IEC 17025:2005-08, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien,“ 2005.
- [3] TA Lärm, *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)*, Vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503); Inkrafttreten der letzten Änderung: 9. Juni 2017.
- [4] Norm, *DIN ISO 9613-2:1999-10, Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren.*
- [5] NALS im DIN und VDI, *Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen*, Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien", 2015.
- [6] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz - LAI , *Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)*, Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016.
- [7] Norm, *DIN 1333:1992-02, Zahlenangaben.*
- [8] EMD International A/S, *windPRO 3.4 (jeweils aktuellste Version).*
- [9] geoGLIS oHG, *onmaps GEOBasis-DE / BKG / NRW*, 2021.
- [10] Hoffmann/von_Lüpke, *0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel - Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung des Lärms,*, Erich Schmidt Verlag, 1993.
- [11] Monika Agatz, *Windenergie Handbuch - 18. Ausgabe*, Gelsenkirchen, Dezember 2021.

6 Anhang

Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen

- Isophonenkarte Gesamtbelastung,
- Berechnungsausdrucke Vorbelastung: Hauptergebnis,
- Berechnungsausdrucke Zusatzbelastung: Hauptergebnis,
- Berechnungsausdrucke Gesamtbelastung: Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse und Annahmen zur Schallberechnung,
- Berechnungsausdrucke Zusatzbelastung mit $L_{e,max,Okt}$: Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse, Annahmen zur Schallberechnung,
- Berechnungsausdrucke Zusatzbelastung Tagbetrieb: Hauptergebnis und Annahmen zur Schallberechnung.

Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen

- Herstellerangabe zum Schalleistungspegel mit zugehörigem Oktavspektrum des WEA-Typs Vestas V150-6.0,

Teil III: Akkreditierung und Theoretische Grundlagen

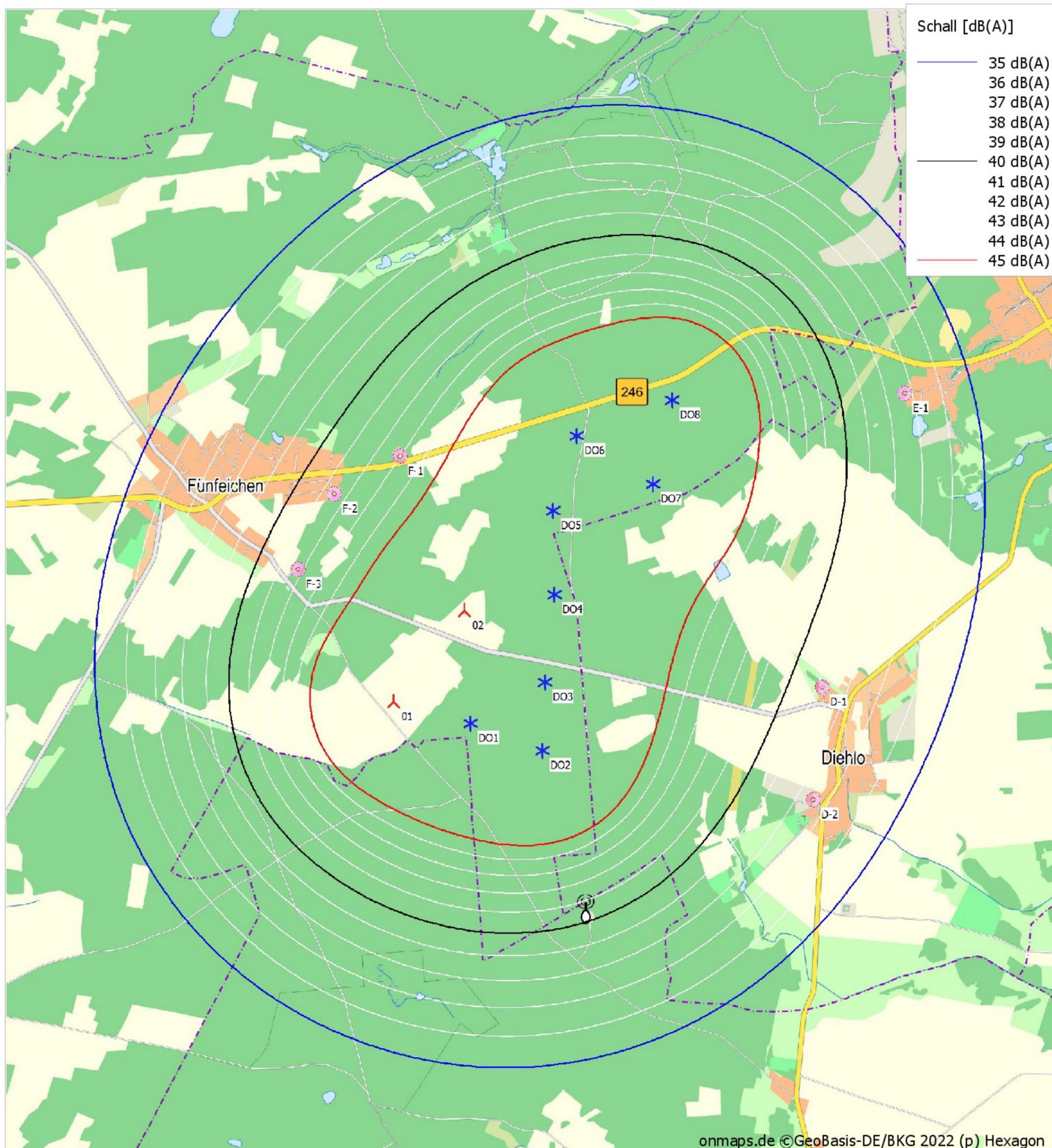
- Akkreditierungsurkunde,
- Theoretische Grundlagen.

Anhang Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen



DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: Gesamtbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m + Parallelplanung - nachts - 220223 - BNDU



0 250 500 750 1000m

Karte: WMS onmaps , Maßstab 1:25.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 470.121 Nord: 5.776.535

▲ Neue WEA * Existierende WEA ■ Schall-Immissionsort

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

Projekt:
22-1-3004-000
juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Beschreibung:
 Windpark Diehlo West, Stadt Eisenhüttenstadt, Landkreis Oder-Spree,
 Bundesland Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DF-34131 Kassel

Berechnet:
 26.02.2022 15:37/3.5.576

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung - Parallelplanung - 220223 - BNDU

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

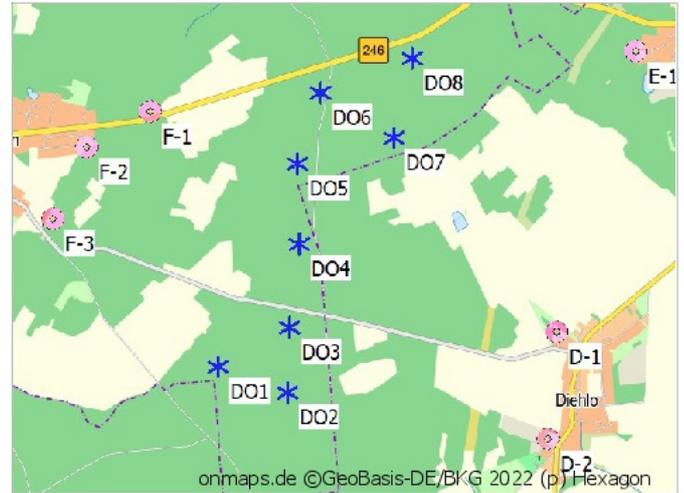
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2
 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:50.000
 * Existierende WEA ■ Schall-Immissionsort

WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Unsicherheit [dB(A)]
				Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name			
DO1	469.719	5.775.604	133,1	VESTAS V150-5.6/6...Ja	VESTAS	V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PG6 000: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
DO2	470.176	5.775.430	120,2	VESTAS V150-5.6/6...Ja	VESTAS	V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PG6 000: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
DO3	470.194	5.775.863	120,0	VESTAS V150-5.6/6...Ja	VESTAS	V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PG6 000: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
DO4	470.257	5.776.416	121,9	VESTAS V150-5.6/6...Ja	VESTAS	V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PG6 000: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
DO5	470.250	5.776.945	127,5	VESTAS V150-5.6/6...Ja	VESTAS	V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PG6 000: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
DO6	470.402	5.777.418	116,6	VESTAS V150-5.6/6...Ja	VESTAS	V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PG6 000: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
DO7	470.885	5.777.111	120,0	VESTAS V150-5.6/6...Ja	VESTAS	V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PG6 000: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
DO8	471.011	5.777.640	130,0	VESTAS V150-5.6/6...Ja	VESTAS	V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PG6 000: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung		Anforderung erfüllt?
						Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	471.953	5.775.821	110,0	5,0	40,0	38,4	Ja
D-2	Diehlo, Dorfstraße 29	471.892	5.775.109	100,6	5,0	45,0	36,9	Ja
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	472.488	5.777.673	80,1	5,0	40,0	37,0	Ja
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	469.282	5.777.294	140,0	5,0	45,0	41,8	Ja
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	468.863	5.777.060	150,0	5,0	40,0	39,6	Ja
F-3	Fünfeichen, Diehloer Straße 39	468.633	5.776.586	150,0	5,0	45,0	39,0	Ja

Abstände (m)

WEA	D-1	D-2	E-1	F-1	F-2	F-3
DO1	2245	2228	3457	1746	1689	1464
DO2	1820	1746	3221	2068	2093	1928
DO3	1760	1858	2922	1697	1790	1720
DO4	1798	2093	2561	1313	1536	1633
DO5	2041	2463	2354	1029	1392	1657
DO6	2227	2748	2102	1127	1580	1955
DO7	1675	2241	1699	1614	2023	2313
DO8	2049	2680	1477	1763	2225	2601

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m - nachts - 220223 - BNDU

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, CO: 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:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:50.000
 Neue WEA Schall-Immissionsort

WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Unsicherheit [dB(A)]
				Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name			
01	469.231	5.775.743	143,1 VESTAS V150-5.6/6...Ja	VESTAS	V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO6000: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0	
02	469.685	5.776.316	137,2 VESTAS V150-5.6/6...Ja	VESTAS	V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode SO0: Lwa 104,0 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,1	0,0	

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung		Anforderung erfüllt?
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	471.953	5.775.821	110,0	5,0	40,0	28,7	Ja
D-2	Diehlo, Dorfstraße 29	471.892	5.775.109	100,6	5,0	45,0	28,2	Ja
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	472.488	5.777.673	80,1	5,0	40,0	24,8	Ja
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	469.282	5.777.294	140,0	5,0	45,0	36,7	Ja
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	468.863	5.777.060	150,0	5,0	40,0	36,9	Ja
F-3	Fünfeichen, Diehloer Straße 39	468.633	5.776.586	150,0	5,0	45,0	38,5	Ja

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA	
	01	02
D-1	2724	2322
D-2	2735	2515
E-1	3786	3114
F-1	1552	1058
F-2	1368	1109
F-3	1034	1086

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m + Parallelplanung - nachts - 220223 - BNDU

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

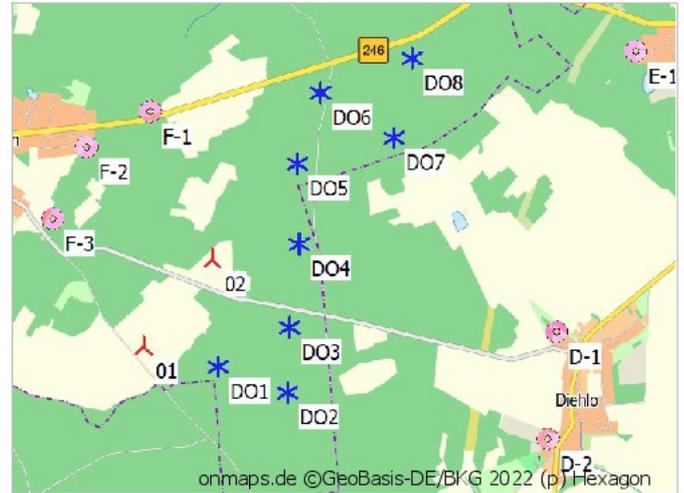
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2
 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
 Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, CO: 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:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schallwerte		Windgeschwindigkeit	LWA	Unsicherheit
				Aktuell	Hersteller Typ				Quelle	Name			
		[m]				[kW]	[m]	[m]			[m/s]	[dB(A)]	[dB(A)]
01	469.231	5.775.743	143,1	VESTAS V150-5.6/6....Ja	VESTAS V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PC06 000 : Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
02	469.685	5.776.316	137,2	VESTAS V150-5.6/6....Ja	VESTAS V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode SC00 : Lwa 104,0 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,1	0,0
DO1	469.719	5.775.604	133,1	VESTAS V150-5.6/6....Ja	VESTAS V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PC06 000 : Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
DO2	470.176	5.775.430	120,2	VESTAS V150-5.6/6....Ja	VESTAS V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PC06 000 : Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
DO3	470.194	5.775.863	120,0	VESTAS V150-5.6/6....Ja	VESTAS V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PC06 000 : Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
DO4	470.257	5.776.416	121,9	VESTAS V150-5.6/6....Ja	VESTAS V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PC06 000 : Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
DO5	470.250	5.776.945	127,5	VESTAS V150-5.6/6....Ja	VESTAS V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PC06 000 : Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
DO6	470.402	5.777.418	116,6	VESTAS V150-5.6/6....Ja	VESTAS V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PC06 000 : Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
DO7	470.885	5.777.111	120,0	VESTAS V150-5.6/6....Ja	VESTAS V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PC06 000 : Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0
DO8	471.011	5.777.640	130,0	VESTAS V150-5.6/6....Ja	VESTAS V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PC06 000 : Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkt-höhe	Anforderung		Anforderung erfüllt?
						Schall	Von WEA	
				[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	471.953	5.775.821	110,0	5,0	40,0	38,8	Ja
D-2	Diehlo, Dorfstraße 29	471.892	5.775.109	100,6	5,0	45,0	37,5	Ja
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	472.488	5.777.673	80,1	5,0	40,0	37,3	Ja
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	469.282	5.777.294	140,0	5,0	45,0	43,0	Ja
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	468.863	5.777.060	150,0	5,0	40,0	41,5	Nein
F-3	Fünfeichen, Diehloer Straße 39	468.633	5.776.586	150,0	5,0	45,0	41,8	Ja

Abstände (m)

WEA	D-1	D-2	E-1	F-1	F-2	F-3
01	2724	2735	3786	1552	1368	1034
02	2322	2515	3114	1058	1109	1086
DO1	2245	2228	3457	1746	1689	1464
DO2	1820	1746	3221	2068	2093	1928
DO3	1760	1858	2922	1697	1790	1720
DO4	1798	2093	2561	1313	1536	1633
DO5	2041	2463	2354	1029	1392	1657
DO6	2227	2748	2102	1127	1580	1955
DO7	1675	2241	1699	1614	2023	2313
DO8	2049	2680	1477	1763	2225	2601

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m + Parallelplanung - nachts - 220223 - BNDU **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s
Annahmen

Berechneter L(DW) = LWA_{ref} + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet
 (Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Omega)

LWA _{ref} :	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: D-1 Diehlo, Fünfeichener Weg 9

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Von WEA [dB(A)]	WEA inkl. Unsicherheit [dB]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	2.724	2.731	25,11	25,11	107,0	0,00	79,73	5,17	-3,00	0,00	0,00	81,90
02	2.322	2.330	26,21	26,21	106,1	0,00	78,35	4,54	-3,00	0,00	0,00	79,88
DO1	2.245	2.253	27,46	27,46	107,0	0,00	78,05	4,49	-3,00	0,00	0,00	79,54
DO2	1.820	1.828	29,93	29,93	107,0	0,00	76,24	3,83	-3,00	0,00	0,00	77,07
DO3	1.760	1.768	30,32	30,32	107,0	0,00	75,95	3,73	-3,00	0,00	0,00	76,69
DO4	1.798	1.806	30,07	30,07	107,0	0,00	76,14	3,80	-3,00	0,00	0,00	76,93
DO5	2.041	2.049	28,60	28,60	107,0	0,00	77,23	4,18	-3,00	0,00	0,00	78,41
DO6	2.227	2.233	27,57	27,57	107,0	0,00	77,98	4,46	-3,00	0,00	0,00	79,44
DO7	1.675	1.684	30,88	30,88	107,0	0,00	75,53	3,60	-3,00	0,00	0,00	76,13
DO8	2.049	2.057	28,55	28,55	107,0	0,00	77,26	4,19	-3,00	0,00	0,00	78,46
Summe				38,82								

Schall-Immissionsort: D-2 Diehlo, Dorfstraße 29

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Von WEA [dB(A)]	WEA inkl. Unsicherheit [dB]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	2.735	2.743	25,05	25,05	107,0	0,00	79,76	5,19	-3,00	0,00	0,00	81,96
02	2.515	2.523	25,25	25,25	106,1	0,00	79,04	4,81	-3,00	0,00	0,00	80,85
DO1	2.228	2.237	27,55	27,55	107,0	0,00	77,99	4,46	-3,00	0,00	0,00	79,46
DO2	1.746	1.755	30,41	30,41	107,0	0,00	75,89	3,71	-3,00	0,00	0,00	76,60
DO3	1.858	1.867	29,69	29,69	107,0	0,00	76,42	3,89	-3,00	0,00	0,00	77,31
DO4	2.093	2.101	28,30	28,30	107,0	0,00	77,45	4,26	-3,00	0,00	0,00	78,71
DO5	2.463	2.470	26,35	26,35	107,0	0,00	78,85	4,81	-3,00	0,00	0,00	80,66
DO6	2.748	2.753	25,00	25,00	107,0	0,00	79,80	5,21	-3,00	0,00	0,00	82,00
DO7	2.241	2.248	27,49	27,49	107,0	0,00	78,04	4,48	-3,00	0,00	0,00	79,52
DO8	2.680	2.686	25,31	25,31	107,0	0,00	79,58	5,11	-3,00	0,00	0,00	81,70
Summe				37,46								

Schall-Immissionsort: E-1 Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Von WEA [dB(A)]	WEA inkl. Unsicherheit [dB]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	3.786	3.793	20,88	20,88	107,0	0,00	82,58	6,55	-3,00	0,00	0,00	86,13
02	3.114	3.122	22,59	22,59	106,1	0,00	80,89	5,62	-3,00	0,00	0,00	83,51
DO1	3.457	3.464	22,07	22,07	107,0	0,00	81,79	6,14	-3,00	0,00	0,00	84,93
DO2	3.221	3.228	22,99	22,99	107,0	0,00	81,18	5,84	-3,00	0,00	0,00	84,02
DO3	2.922	2.929	24,22	24,22	107,0	0,00	80,34	5,45	-3,00	0,00	0,00	82,78
DO4	2.561	2.569	25,86	25,86	107,0	0,00	79,20	4,95	-3,00	0,00	0,00	81,14
DO5	2.354	2.363	26,89	26,89	107,0	0,00	78,47	4,65	-3,00	0,00	0,00	80,12
DO6	2.102	2.111	28,24	28,24	107,0	0,00	77,49	4,27	-3,00	0,00	0,00	78,76
DO7	1.699	1.711	30,70	30,70	107,0	0,00	75,66	3,64	-3,00	0,00	0,00	76,31

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
22-1-3004-000
juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Beschreibung:
 Windpark Diehlo West, Stadt Eisenhüttenstadt, Landkreis Oder-Spree,
 Bundesland Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

23.03.2022 13:11/3.5.576

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m + Parallelplanung - nachts - 220223 - BNDU **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

... (Fortsetzung von vorheriger Seite)

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Von WEA [dB(A)]	WEA inkl. Unsicherheit [dB]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
DO8	1.477	1.493	32,25	32,25	107,0	0,00	74,48	3,28	-3,00	0,00	0,00	74,76
Summe				37,26								

Schall-Immissionsort: F-1 Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Von WEA [dB(A)]	WEA inkl. Unsicherheit [dB]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	1.552	1.561	31,74	31,74	107,0	0,00	74,87	3,39	-3,00	0,00	0,00	75,26
02	1.058	1.070	35,01	35,01	106,1	0,00	71,59	2,49	-3,00	0,00	0,00	71,08
DO1	1.746	1.753	30,42	30,42	107,0	0,00	75,88	3,71	-3,00	0,00	0,00	76,59
DO2	2.068	2.073	28,46	28,46	107,0	0,00	77,33	4,21	-3,00	0,00	0,00	78,55
DO3	1.697	1.703	30,75	30,75	107,0	0,00	75,63	3,63	-3,00	0,00	0,00	76,26
DO4	1.313	1.321	33,61	33,61	107,0	0,00	73,42	2,98	-3,00	0,00	0,00	73,39
DO5	1.029	1.040	36,20	36,20	107,0	0,00	71,34	2,46	-3,00	0,00	0,00	70,81
DO6	1.127	1.136	35,26	35,26	107,0	0,00	72,11	2,64	-3,00	0,00	0,00	71,75
DO7	1.614	1.620	31,32	31,32	107,0	0,00	75,19	3,49	-3,00	0,00	0,00	75,68
DO8	1.763	1.770	30,31	30,31	107,0	0,00	75,96	3,74	-3,00	0,00	0,00	76,70
Summe				42,99								

Schall-Immissionsort: F-2 Fünfeichen, Am Hutberg 61

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Von WEA [dB(A)]	WEA inkl. Unsicherheit [dB]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	1.368	1.377	33,15	33,15	107,0	0,00	73,78	3,08	-3,00	0,00	0,00	73,85
02	1.109	1.119	34,53	34,53	106,1	0,00	71,98	2,58	-3,00	0,00	0,00	71,56
DO1	1.689	1.696	30,80	30,80	107,0	0,00	75,59	3,62	-3,00	0,00	0,00	76,20
DO2	2.093	2.098	28,32	28,32	107,0	0,00	77,44	4,25	-3,00	0,00	0,00	78,69
DO3	1.790	1.795	30,14	30,14	107,0	0,00	76,08	3,78	-3,00	0,00	0,00	76,86
DO4	1.536	1.542	31,88	31,88	107,0	0,00	74,76	3,36	-3,00	0,00	0,00	75,12
DO5	1.392	1.399	32,97	32,97	107,0	0,00	73,92	3,11	-3,00	0,00	0,00	74,03
DO6	1.580	1.586	31,57	31,57	107,0	0,00	75,00	3,43	-3,00	0,00	0,00	75,44
DO7	2.023	2.027	28,72	28,72	107,0	0,00	77,14	4,14	-3,00	0,00	0,00	78,28
DO8	2.225	2.230	27,59	27,59	107,0	0,00	77,96	4,45	-3,00	0,00	0,00	79,42
Summe				41,49								

Schall-Immissionsort: F-3 Fünfeichen, Diehloer Straße 39

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Von WEA [dB(A)]	WEA inkl. Unsicherheit [dB]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	1.034	1.045	36,15	36,15	107,0	0,00	71,39	2,47	-3,00	0,00	0,00	70,86
02	1.086	1.097	34,75	34,75	106,1	0,00	71,80	2,54	-3,00	0,00	0,00	71,34
DO1	1.464	1.472	32,41	32,41	107,0	0,00	74,36	3,24	-3,00	0,00	0,00	74,60
DO2	1.928	1.933	29,28	29,28	107,0	0,00	76,72	4,00	-3,00	0,00	0,00	77,72
DO3	1.720	1.726	30,60	30,60	107,0	0,00	75,74	3,67	-3,00	0,00	0,00	76,40
DO4	1.633	1.639	31,19	31,19	107,0	0,00	75,29	3,52	-3,00	0,00	0,00	75,81
DO5	1.657	1.663	31,03	31,03	107,0	0,00	75,42	3,56	-3,00	0,00	0,00	75,98
DO6	1.955	1.960	29,12	29,12	107,0	0,00	76,84	4,04	-3,00	0,00	0,00	77,88
DO7	2.313	2.317	27,13	27,13	107,0	0,00	78,30	4,58	-3,00	0,00	0,00	79,88
DO8	2.601	2.605	25,69	25,69	107,0	0,00	79,32	5,00	-3,00	0,00	0,00	81,32
Summe				41,80								

Projekt:
22-1-3004-000
juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Beschreibung:
 Windpark Diehlo West, Stadt Eisenhüttenstadt, Landkreis Oder-Spree,
 Bundesland Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

23.03.2022 13:11/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Gesamtbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m + Parallelplanung - nachts - 220223 - BNDU

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

Feste Werte, Agr: -3,0, Dc: 0,0

Meteorologischer Koeffizient, CO:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

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

Schalleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

WEA-Katalog

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

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

Unsicherheitszuschlag:

Unsicherheit wurde zu Schallpegel der WEA hinzugefügt

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

0,0 dB(A)

Oktavbanddaten verwendet

Frequenzabhängige Luftdämpfung

63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
[dB/km]							
0,10	0,40	1,00	1,90	3,70	9,70	32,80	117,00

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA: VESTAS V150-5.6/6.0 6000 150.0 !O!

Schall: Hersteller Mode PO6000: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Herstellerdokument 0079-9481.V07	19.03.2021	USER	23.09.2021 12:09

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	107,0	Nein	87,6	95,4	100,3	102,2	101,1	96,9	89,8	79,7

WEA: VESTAS V150-5.6/6.0 6000 150.0 !O!

Schall: Hersteller Mode SO0: Lwa 104,0 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Herstellerdokument 0079-9481.V07	19.03.2021	USER	23.09.2021 12:09

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	106,1	Nein	87,1	94,8	99,5	101,2	100,1	96,0	89,0	78,9

Schall-Immissionsort: D-1 Diehlo, Fünfeichener Weg 9

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: D-2 Diehlo, Dorfstraße 29

Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Projekt:

22-1-3004-000
juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Beschreibung:

Windpark Diehlo West, Stadt Eisenhüttenstadt, Landkreis Oder-Spree,
Bundesland Brandenburg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

Dr. E. E. E.

23.03.2022 13:11/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Gesamtbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m + Parallelplanung - nachts - 220223 - BNDU

Schall-Immissionsort: E-1 Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: F-1 Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: F-2 Fünfeichen, Am Hutberg 61

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: F-3 Fünfeichen, Diehloer Straße 39

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Projekt:
22-1-3004-000
juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Beschreibung:
 Windpark Diehlo West, Stadt Eisenhüttenstadt, Landkreis Oder-Spree,
 Bundesland Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

23.03.2022 13:19/3 5.576

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m - L_{e,max} - nachts - 220223 - BNDU

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

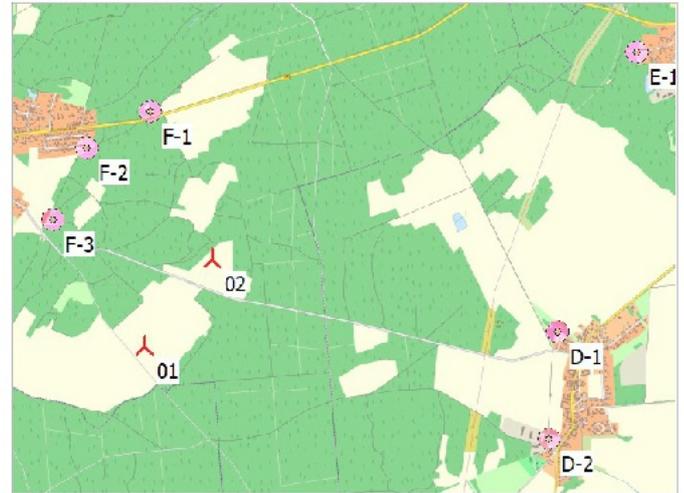
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2
 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:50.000
 Neue WEA Schall-Immissionsort

WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Näber-höhe [m]	Schallwerte		Windge-schwin-digkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Unsicherheit [dB(A)]
				Ak-tuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name			
01	469.231	5.775.743	143,1 VESTAS V150-5.6/6...Ja	VESTAS	V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode	PO6000: Lwa 104,9 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	106,6	0,0
02	469.685	5.776.316	137,2 VESTAS V150-5.6/6...Ja	VESTAS	V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode	S00: Lwa 104,0 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	105,7	0,0

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort	Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkt-höhe [m]	Anforderung		Anforderung erfüllt?
							Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	
D-1		Diehlo, Fünfeichener Weg 9	471.953	5.775.821	110,0	5,0	40,0	28,3	Ja
D-2		Diehlo, Dorfstraße 29	471.892	5.775.109	100,6	5,0	45,0	27,8	Ja
E-1		Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	472.488	5.777.673	80,1	5,0	40,0	24,4	Ja
F-1		Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	469.282	5.777.294	140,0	5,0	45,0	36,3	Ja
F-2		Fünfeichen, Am Hutberg 61	468.863	5.777.060	150,0	5,0	40,0	36,5	Ja
F-3		Fünfeichen, Diehloer Straße 39	468.633	5.776.586	150,0	5,0	45,0	38,1	Ja

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA	
	01	02
D-1	2724	2322
D-2	2735	2515
E-1	3786	3114
F-1	1552	1058
F-2	1368	1109
F-3	1034	1086

Projekt:
22-1-3004-000
juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Beschreibung:
 Windpark Diehlo West, Stadt Eisenhüttenstadt, Landkreis Oder-Spree,
 Bundesland Brandenburg

Lizenziertes Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

23.03.2022 13:19/3.5.576

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Zusatzbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m - L_{e,max} - nachts - 220223 - BNDU
Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s
Annahmen

Berechneter L(DW) = LWA_{ref} + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet
 (Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Domega)

LWA _{ref} :	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: D-1 Diehlo, Fünfeichener Weg 9

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Von WEA [dB(A)]	WEA inkl. Unsicherheit [dB]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	2.724	2.731	24,71	24,71	106,6	0,00	79,73	5,17	-3,00	0,00	0,00	81,90
02	2.322	2.330	25,81	25,81	105,7	0,00	78,35	4,54	-3,00	0,00	0,00	79,88
Summe				28,31								

Schall-Immissionsort: D-2 Diehlo, Dorfstraße 29

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Von WEA [dB(A)]	WEA inkl. Unsicherheit [dB]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	2.735	2.743	24,65	24,65	106,6	0,00	79,76	5,19	-3,00	0,00	0,00	81,96
02	2.515	2.523	24,85	24,85	105,7	0,00	79,04	4,81	-3,00	0,00	0,00	80,85
Summe				27,76								

Schall-Immissionsort: E-1 Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Von WEA [dB(A)]	WEA inkl. Unsicherheit [dB]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	3.786	3.793	20,48	20,48	106,6	0,00	82,58	6,55	-3,00	0,00	0,00	86,13
02	3.114	3.122	22,19	22,19	105,7	0,00	80,89	5,62	-3,00	0,00	0,00	83,51
Summe				24,43								

Schall-Immissionsort: F-1 Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Von WEA [dB(A)]	WEA inkl. Unsicherheit [dB]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	1.552	1.561	31,34	31,34	106,6	0,00	74,87	3,39	-3,00	0,00	0,00	75,26
02	1.058	1.070	34,61	34,61	105,7	0,00	71,59	2,49	-3,00	0,00	0,00	71,08
Summe				36,29								

Schall-Immissionsort: F-2 Fünfeichen, Am Hutberg 61

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Von WEA [dB(A)]	WEA inkl. Unsicherheit [dB]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	1.368	1.377	32,75	32,75	106,6	0,00	73,78	3,08	-3,00	0,00	0,00	73,85
02	1.109	1.119	34,13	34,13	105,7	0,00	71,98	2,58	-3,00	0,00	0,00	71,56
Summe				36,51								

Projekt:

22-1-3004-000
juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Beschreibung:

Windpark Diehlo West, Stadt Eisenhüttenstadt, Landkreis Oder-Spree,
 Bundesland Brandenburg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

Dr. Schmitt:

23.03.2022 13:19/3.5.576

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Zusatzbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m - L_{e,max} - nachts - 220223 - BNDU **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: F-3 Fünfeichen, Diehloer Straße 39

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Von WEA [dB(A)]	WEA inkl. Unsicherheit [dB]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	1.034	1.045	35,75	35,75	106,6	0,00	71,39	2,47	-3,00	0,00	0,00	70,86
02	1.086	1.097	34,35	34,35	105,7	0,00	71,80	2,54	-3,00	0,00	0,00	71,34
Summe				38,12								

Projekt:
22-1-3004-000
juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Beschreibung:
 Windpark Diehlo West, Stadt Eisenhüttenstadt, Landkreis Oder-Spree,
 Bundesland Brandenburg

Lizenziertes Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

23.03.2022 13:19/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Zusatzbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m - L_{e,max} - nachts - 220223 - BNDU

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

Feste Werte, Agr: -3,0, Dc: 0,0

Meteorologischer Koeffizient, CO:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

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

Schalleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

WEA-Katalog

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

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

Unsicherheitszuschlag:

Unsicherheit wurde zu Schallpegel der WEA hinzugefügt

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

0,0 dB(A)

Oktavbanddaten verwendet

Frequenzabhängige Luftdämpfung

63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
[dB/km]							
0,10	0,40	1,00	1,90	3,70	9,70	32,80	117,00

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA: VESTAS V150-5.6/6.0 6000 150.0 !O!

Schall: Hersteller Mode PO6000: Lwa 104,9 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Herstellerdokument 0079-9481.V07	19.03.2021	USER	23.09.2021 12:09

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder								
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
				[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	106,6	Nein	87,2	95,0	99,9	101,8	100,7	96,5	89,4	79,3	

WEA: VESTAS V150-5.6/6.0 6000 150.0 !O!

Schall: Hersteller Mode SO0: Lwa 104,0 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Herstellerdokument 0079-9481.V07	19.03.2021	USER	23.09.2021 12:07

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder								
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
				[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	105,7	Nein	86,7	94,4	99,1	100,8	99,7	95,6	88,6	78,5	

Schall-Immissionsort: D-1 Diehlo, Fünfeichener Weg 9

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: D-2 Diehlo, Dorfstraße 29

Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Projekt:

22-1-3004-000
juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Beschreibung:

Windpark Diehlo West, Stadt Eisenhüttenstadt, Landkreis Oder-Spree,
Bundesland Brandenburg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

DE-EMT:

23.03.2022 13:19/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Zusatzbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m - L_{e,max} - nachts - 220223 - BNDU

Schall-Immissionsort: E-1 Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: F-1 Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: F-2 Fünfeichen, Am Hutberg 61

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: F-3 Fünfeichen, Diehloer Straße 39

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m - tags - 220223 - BNDU

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, CO: 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 / Kurgelbiet u.ä. : 35 dB(A)
- Gewerbegebiet: 50 dB(A)
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
- Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Unsicherheit [dB(A)]
				Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name			
01	469.231	5.775.743	143,1 VESTAS V150-5.6/6...Ja	VESTAS	V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO6000: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0	
02	469.685	5.776.316	137,2 VESTAS V150-5.6/6...Ja	VESTAS	V150-5.6/6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO6000: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0	0,0	

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung		Anforderung erfüllt?
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	471.953	5.775.821	110,0	5,0	55,0	29,2	Ja
D-2	Diehlo, Dorfstraße 29	471.892	5.775.109	100,6	5,0	60,0	28,6	Ja
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	472.488	5.777.673	80,1	5,0	55,0	25,3	Ja
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	469.282	5.777.294	140,0	5,0	60,0	37,3	Ja
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	468.863	5.777.060	150,0	5,0	55,0	37,4	Ja
F-3	Fünfeichen, Diehloer Straße 39	468.633	5.776.586	150,0	5,0	60,0	38,9	Ja

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA	
	01	02
D-1	2724	2322
D-2	2735	2515
E-1	3786	3114
F-1	1552	1058
F-2	1368	1109
F-3	1034	1086

Projekt:
22-1-3004-000
juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Beschreibung:
 Windpark Diehlo West, Stadt Eisenhüttenstadt, Landkreis Oder-Spree,
 Bundesland Brandenburg

Lizenziertes Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

23.03.2022 13:34/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Zusatzbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m - tags - 220223 - BNDU

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

Feste Werte, Agr: -3,0, Dc: 0,0

Meteorologischer Koeffizient, CO:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

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

Schalleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

WEA-Katalog

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

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

Unsicherheitszuschlag:

Unsicherheit wurde zu Schallpegel der WEA hinzugefügt

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

0,0 dB(A)

Oktavbanddaten verwendet

Frequenzabhängige Luftdämpfung

63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
[dB/km]							
0,10	0,40	1,00	1,90	3,70	9,70	32,80	117,00

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA: VESTAS V150-5.6/6.0 6000 150.0 !O!

Schall: Hersteller Mode PO6000: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Herstellerdokument 0079-9481.V07	19.03.2021	USER	23.09.2021 12:09

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	107,0	Nein	87,6	95,4	100,3	102,2	101,1	96,9	89,8	79,7

Schall-Immissionsort: D-1 Diehlo, Fünfeichener Weg 9

Vordefinierter Berechnungsstandard:

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 55,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: D-2 Diehlo, Dorfstraße 29

Vordefinierter Berechnungsstandard:

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 60,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: E-1 Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6

Vordefinierter Berechnungsstandard:

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 55,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Projekt:

22-1-3004-000
juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Beschreibung:

Windpark Diehlo West, Stadt Eisenhüttenstadt, Landkreis Oder-Spree,
Bundesland Brandenburg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

Dr. E. Schmidt

23.03.2022 13:34/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Zusatzbelastung - 2x V150-6.0, NH 169 m - tags - 220223 - BNDU

Schall-Immissionsort: F-1 Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a

Vordefinierter Berechnungsstandard:

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 60,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: F-2 Fünfeichen, Am Hutberg 61

Vordefinierter Berechnungsstandard:

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 55,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: F-3 Fünfeichen, Diehloer Straße 39

Vordefinierter Berechnungsstandard:

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 60,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Anhang Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen

Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen Vestas V150-5.6/6.0 MW

Die für den Windenergieanlagentyp und Betriebsmodus spezifische Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen bestehen aus

- Mittlerer Schalleistungspegel $\overline{L_W}$ (P50) und
- dazugehörigen Oktavspektrum
- Unsicherheit des Schalleistungspegels σ_{WTG} mit einem Vertrauensniveau von 90% (P90): $1,28 \times \sigma_{WTG}$

und bilden die WEA-spezifischen Eingangsgrößen der Schallimmissionsprognosen für die Windparkplanung.

Als Datengrundlage stehen Schalleistungspegel und Oktavspektrum in Abhängigkeit der Verfügbarkeit aus einer der folgenden Quellen zu Verfügung:

- Herstellerangabe (siehe Absatz A)
- Einfachvermessung (siehe Absatz B)
- Mehrfachvermessung (Ergebniszusammenfassung aus mind. 3 Einzelmessungen (siehe Absatz C))

Der minimale Abstand zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionspunkt muss (3) x Gesamthöhe der Windenergieanlage, jedoch Minimum 500m betragen.

Blattkonfiguration	STE & RVG (Standard)							
Spezifikation	0081-6997.V05 + 0098-0749.V02							
Betriebsmodi	PO6000	PO5600 (104,9)	SO0 (104,0)	SO2 (102,0)	SO3 (101,0)	SO4 (100,0)	SO5 (99,0)	SO6 (98,0)
Nennleistung [kW]	6000	5600	5600	4951	4714	4434	4260	3997
Max. Rotordrehzahl [1/min]	10,1	10,1	9,9	9,3	8,8	8,4	7,9	7,5
	Nabenhöhen [m]							
Verfügbar:	125* / 148* / 166* / 169*							-
Auf Anfrage:	-							125* / 148* / 166* / 169*
Datengrundlage	Absatz A	Absatz A	Absatz A	Absatz A	Absatz A	Absatz A	Absatz A	Auf Anfrage
STE:	Serrated Trailing Edges (Sägezahn hinterkante)							
RVG:	Rood Vortex Generatoren							
SO:	Geräuschoptimierte Modi							
*	Vorbehaltlich des Finalen Turmdesigns							

Tabelle 1: Verfügbare Betriebsmodi für Errichtungen in Deutschland V150-5.6/6.0 MW

HINWEIS: Es besteht die Möglichkeit der Tag/Nachtbetriebskombination mit Geräuschreduzierten Modi (SO). Das heißt Tag/Nacht in der Kombination M0/SO oder ausschließlich M0 ist möglich.

Dieses Dokument dient – wie die Leistungsspezifikation auch – lediglich der Information über die Eingangsdaten der Garantie der akustischen Eigenschaft und stellt selbst keine Garantie dar. Für die Abgabe einer projektspezifischen Garantie der akustischen Eigenschaft ist der Abschluss eines Liefervertrages zwingende Voraussetzung.

A. Herstellerangabe

Liegt kein Schall-Emissionsmessbericht für die geplante Windenergieanlage (WEA) vor muss die Schallimmissionsprognose auf den hier dargestellten Herstellerangaben $L_{e,max}$ (P90) basieren.

In den VESTAS Spezifikationen (Allgemeine Spezifikation bzw. Leistungsspezifikation) ist der mittlere zu erwartende Schalleistungspegel \overline{L}_W (P50) dargestellt.

Gemäß dem vom LAI eingeführten Dokument „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“, überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 Stand 30.06.2016 (LAI Hinweise) enthält die hier dargestellte Herstellerangaben (P90) $L_{e,max}$ (P90) ebenfalls zu berücksichtigende die Unsicherheit des Schalleistungspegels.

Vestas garantiert den maximal zulässigen Emissionspegel der WEA $L_{e,max}$ (P90) gemäß nachfolgender Formel:

$$L_{e,max} = \overline{L}_W + 1,28 \cdot \sigma_{WTG}$$

Blattkonfiguration	STE & RVG							
	PO6000 (104,9)	PO5600 (104,9)	SO0 (104,0)	SO2 (102,0)	SO3 (101,0)	SO4 (100,0)	SO5 (99,0)	SO6 (98,0)
\overline{L}_W (P50) [dB(A)]	104,9	104,9	104,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
σ_{WTG}	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
$1,28 \times \sigma_{WTG}$	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664
$L_{e,max}$ (P90)	106,6	106,6	105,7	103,7	102,7	101,7	100,7	99,7
Frequenzen	Oktavspektrum \overline{L}_W (P50)							
63 Hz	85,5	85,6	85,0	82,9	81,9	80,8	79,9	79,0
125 Hz	93,3	93,4	92,7	90,6	89,6	88,6	87,6	86,7
250 Hz	98,2	98,2	97,4	95,4	94,4	93,4	92,4	91,4
500 Hz	100,1	100,1	99,1	97,1	96,2	95,2	94,2	93,1
1 kHz	99,0	98,9	98,0	96,0	95,0	94,0	93,0	92,0
2 kHz	94,8	94,8	93,9	91,9	90,9	89,9	88,9	87,8
4 kHz	87,7	87,7	86,9	84,8	83,8	82,8	81,8	80,7
8 kHz	77,6	77,6	76,8	74,7	73,7	72,6	71,6	70,6
A-wgt	104,9	104,9	104,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0

Tabelle 2: Eingangsrößen für Schallimmissionsprognosen V150-5.6/6.0 MW, Herstellerangabe

Projektspezifische Freigabe

Anhang Teil III: Akkreditierung und Theoretische Grundlagen



Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Prüflaboratorium

Ramboll Deutschland GmbH

mit den Standorten

Elisabeth-Consbruch-Straße 3, 34131 Kassel
Andreaestraße 3, 30159 Hannover

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von Windenergieanlagen (WEA) einschließlich Prüfung windklimatologischer Eingangsdaten; Bestimmung des Referenzertrages; Bestimmung der Standortgüte; Durchführung und Auswertung von Windmessungen zur Bestimmung des Windpotenzials; Erstellung von Schallimmissionsprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Schattenwurfprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Gutachten zur natürlichen Umgebungsturbulenz von Windenergieanlagenstandorten auf der Grundlage der Berechnung von Turbulenzintensitäten

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 24.01.2022 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-21488-01. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 3 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-PL-21488-01-00**

Berlin, 24.01.2022

Im Auftrag Dr. Heike Manke
Abteilungsleiterin

Die Urkunde samt Urkundenanlage gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand des Geltungsbereiches der Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkks) zu entnehmen. <https://www.dakks.de/content/datenbank-akkreditierter-stellen>

Siehe Hinweise auf der Rückseite

Theoretische Grundlagen

Inhalte

1	ALLGEMEINES ZUM SCHALL	II
1.1	Hörbarer Schall	II
1.2	Schallausbreitung und Vorschriften	II
1.3	Schalleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel	IV
1.4	Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung	V
1.5	Schallimmissionen von Windenergieanlagen	V
2	IMMISSIONSPROGNOSE	VI
2.1	Normative Grundlagen	VI
2.2	Berechnungsgrundlagen	VI
2.3	Tieffrequente Geräusche und Infraschall	XI
3	GENEHMIGUNGSFESTSETZUNGEN UND RECHTSKONFORMER BETRIEB	XII
3.1	Kontrolle des genehmigungskonformen Betriebs	XII
3.2	Aufnahme des Nachtbetriebs	XIII
4	QUELLENVERZEICHNIS – THEORETISCHER TEIL	XIV

1 Allgemeines zum Schall

1.1 Hörbarer Schall

Der Schall besteht aus Luftdruckschwankungen, die vom menschlichen Ohr wahrgenommen werden. Abbildung 1 zeigt den Hörbereich des menschlichen Ohrs in einem logarithmischen Maßstab.

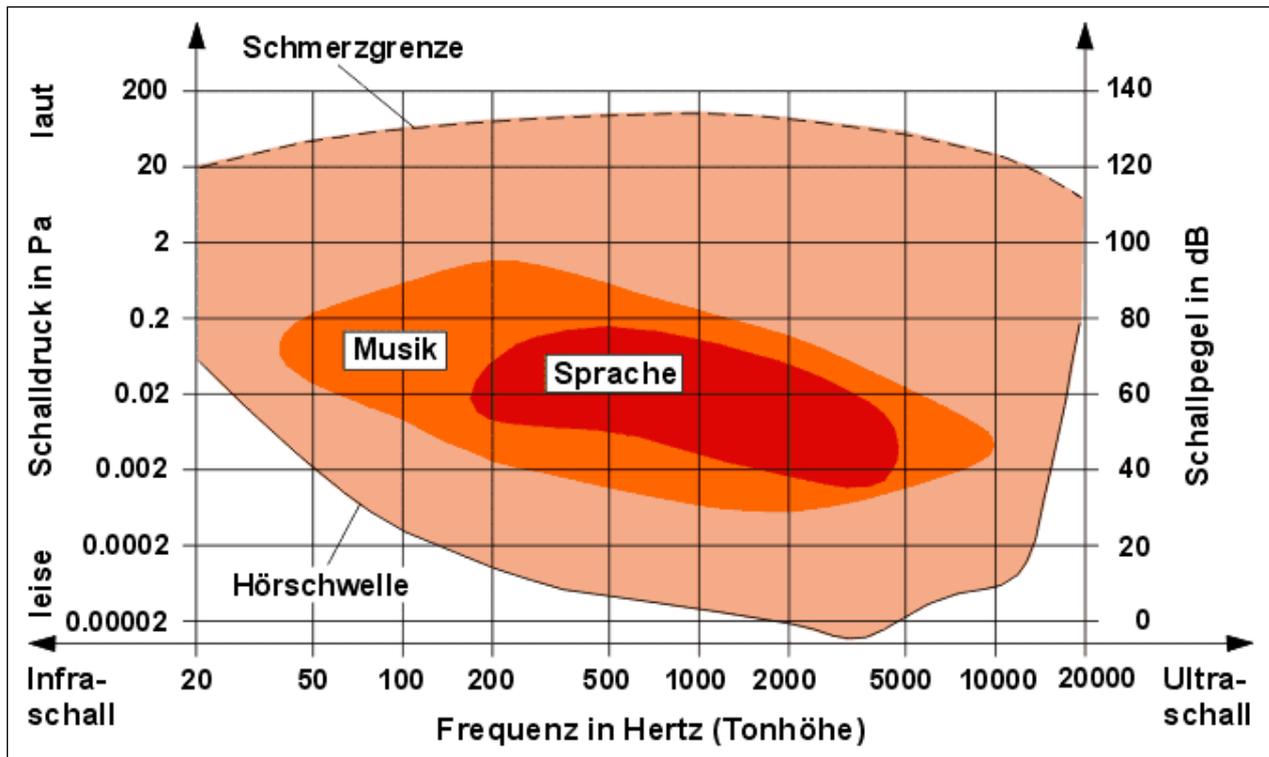


Abbildung 1: Hörbereich des Menschen [1]

Der hörbare Bereich liegt zwischen ca. 20 Hz (Hertz) und 20.000 Hz. Das Ohr nimmt Druckschwankungen im mittleren Frequenzbereich ab ca. 2×10^{-5} Pascal (Pa) (= 0 dB) wahr, ab 20 Pa (110 dB) wird der Schall als schmerzhaft wahrgenommen. Der Schall unter 20 Hz wird als Infraschall, der Schall über 20.000 Hz als Ultraschall bezeichnet.

1.2 Schallausbreitung und Vorschriften

Abbildung 2 zeigt den Zusammenhang von Schallentwicklung, -ausbreitung und -immission sowie die entsprechenden Vorschriften und Richtlinien.

- **Emissionen** sind im Allgemeinen die von einer Anlage (Quelle) ausgehenden Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Erscheinungen.
- **Transmission** ist die Ausbreitung der von einer Quelle emittierten Umweltbelastungen, z.B.

die Schallausbreitung. Die Umgebung wirkt dabei dämpfend auf die von der Quelle ausgestrahlten Belastungen.

- **Immissionen** sind die auf Natur, Tiere, Pflanzen und den Menschen einwirkenden Belastungen (Luftverunreinigung, Lärm etc.) sowie lebenswichtige Strahlung (Sonne, Licht, Wärme), die sich aus sämtlichen Quellen überlagert.

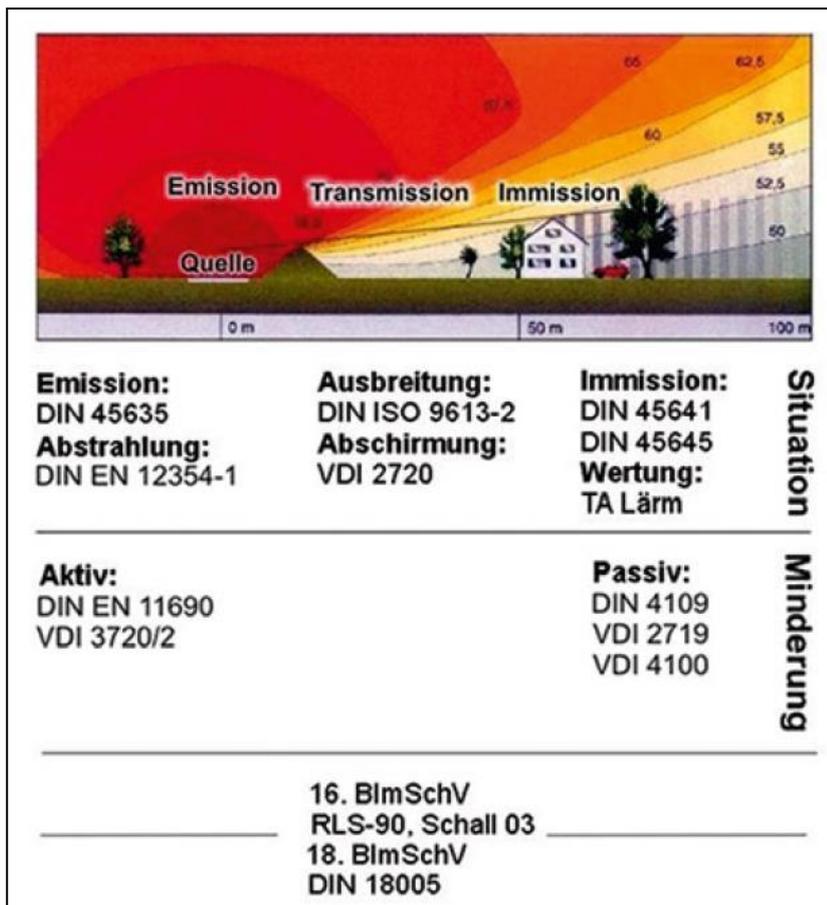


Abbildung 2: Normen und Grundlagen zum Schall [2]

Die gesetzliche Grundlage für die Problematik 'Emission – Transmission – Immission' bildet das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) [3]. Bauliche Anlagen müssen von den Gewerbeaufsichts- bzw. Umweltämtern auf Basis der 'Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm' (TA-Lärm [4]) auf ihre Verträglichkeit gegenüber der Umwelt und dem Menschen geprüft werden. Als Richtlinien für die Beurteilung (damit auch die Bemessung) der Lärmproblematik gelten die in Abbildung 2 erwähnten Normen nach DIN und VDI. Die Fachbehörden des Bereiches Immissionsschutz beurteilen die Lärmimmissionen baulicher Anlagen.

In der Baunutzungsverordnung (BauNVO [5]) sind die Baugebietsarten festgelegt, denen nach der TA Lärm [4] eine immissionsschutzrechtliche Schutzwürdigkeit zugeordnet ist. So gelten nachts folgende Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden:

35 dB (A)	für reine Wohn-, Erholungs- bzw. Kurgebiete
40 dB (A)	für allgemeine Wohn- und Kleinsiedlungsgebiete
45 dB (A)	für Kern-, Misch- und Dorfgebiete ohne Überwiegen einer Nutzungsart
50 dB (A)	für Gewerbegebiete (vorwiegend gewerbliche Anlagen).

1.3 Schalleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel

Die kennzeichnende Größe für die Geräuschemission einer Windenergieanlage wird durch den Schalleistungspegel L_W beschrieben. Der Schalleistungspegel L_{WA} ist der maximale Wert in Dezibel [dB] (A-bewertet), der von einer Geräusch- oder Schallquelle (Emissionsort, WEA) abgestrahlt wird. Eine Windenergieanlage verursacht im Bereich des hörbaren Frequenzbandes unterschiedlich laute Geräusche. Da das menschliche Gehör Schall mit unterschiedlicher Frequenz, bei gleichem Leistungspegel unterschiedlich stark wahrnimmt (siehe Abb. 2), wird in der Praxis der Schalleistungspegel über einen Filter gemessen, der an die Hörcharakteristik des Menschen angepasst ist. So können verschiedenartige Geräusche miteinander verglichen und bewertet werden. Dieser über einen Filter (mit der Charakteristik „A“ nach [6]) gemessene Schalleistungspegel wird „A-bewerteter Schallpegel“ genannt und ist der Wert der Schallquelle, der für die Berechnung der Schallausbreitung nach der DIN ISO 9613-2 [7] verwendet wird.

Der Schall breitet sich kugelförmig um die Geräuschquelle aus und nimmt hörbar mit seinem Abstand zu ihr logarithmisch ab. Dabei wirken Bebauung, Bewuchs und sonstige Hindernisse dämpfend. Die Luft absorbiert den Schall. Reflexionen (z. B. am Boden) und weitere Geräuschquellen wirken lärmverstärkend. Die Schallausbreitung erfolgt hauptsächlich in Windrichtung.

Der Schalldruckpegel L_S ist der momentane Wert in dB, der an einem beliebigen Immissionsort (z.B. Wohngebäude) in der Umgebung einer oder mehrerer Geräusch- oder Schallquellen gemessen (z.B. mit Mikrofon, Schallmessung) werden kann.

Der Mittelungspegel L_{Aeq} ist der zeitlich energetisch gemittelte Wert des Schalldruckpegels (für WEA: innerhalb eines Windgeschwindigkeit-BINs). Der für die Prognose verwendete Schalleistungspegel L_{WA} entspricht dem nach FGW-Richtlinie [8] ermittelten, maximalen Schalleistungspegel innerhalb des gesamten Betriebsbereiches einer WEA.

Die genaue Verfahrensweise zur Durchführung einer Schallemissionsmessung zur Ermittlung des Schalleistungspegels von WEA kann der entsprechenden Norm bzw. technischen Richtlinie [9], [8] entnommen werden.

Der Beurteilungspegel L_{rA} resultiert aus dem Mittelungspegel und den Zuschlägen aus der Ton- und Impulshaltigkeit aller Geräuschquellen unter Berücksichtigung der meteorologischen Dämpfung. Die an den Immissionsorten einzuhaltenen Immissionsrichtwerte beziehen sich auf den Beurteilungspegel.

1.4 Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung

Existieren in der Nähe eines Standorts bereits Geräuschquellen (z.B. Windenergieanlagen, Biogasanlagen, gewerbliche Anlagen) oder befinden sich in Planung, so sind diese als Vorbelastung zu berücksichtigen und die neu geplante(n) Anlage(n) als Zusatzbelastung zu bewerten. Die Gesamtbelastung ergibt sich aus der energetischen Addition der Geräusche aller zu berücksichtigenden Anlagen.

1.5 Schallimmissionen von Windenergieanlagen

Die Schallquellen bei Windenergieanlagen sind im Wesentlichen die aerodynamischen Geräusche an den Blattspitzen, das Getriebe (sofern vorhanden) und der Generator. Je nach Betriebszustand und Leistung treten die Geräusche aus den verschiedenen Quellen unterschiedlich dominant auf, sind jedoch überwiegend durch das Blatt geprägt. Die Schallabstrahlung einer WEA ist nicht konstant, sondern in erster Linie von der Blattspitzengeschwindigkeit und damit von der Leistung der WEA bzw. von der Windgeschwindigkeit abhängig. Der immissionsrelevante Schallleistungspegel wurde früher bei $v_{10} = 8$ m/s angegeben. Ab dieser Windgeschwindigkeit übertönen im Allgemeinen die durch Wind bedingten Umgebungsgeräusche (Rauschen von Blättern, Abrissgeräusche an Häuserkanten, Ästen usw.) die Anlagengeräusche, da sie mit der Windgeschwindigkeit stärker als die Anlagengeräusche zunehmen (ca. 1,5 dB(A) pro m/s Windgeschwindigkeitszunahme). Zwischenzeitlich hatte sich die Vorgehensweise durchgesetzt, dass die Prognose mit dem Schallleistungspegel bei $v_{10} = 10$ m/s oder mit dem Wert bei Erreichen von 95 % der Nennleistung, erstellt wird. Mittlerweile ist es gängige Praxis, den lautesten Betriebszustand der WEA als Emissionsansatz zu wählen, unabhängig von der Windgeschwindigkeit. Dieser Betriebszustand wird je nach Standort nur in etwa 10-20 % der Zeit erreicht.

In kritischen Fällen können die meisten WEA nachts in einem schallreduzierten Betriebszustand gefahren werden, in dem die Drehzahl des Rotors und einhergehend damit die Rotorblattgeräusche reduziert werden. Dadurch verschlechtert sich der Wirkungsgrad des Rotors und viele WEA können durch das begrenzte Drehmoment (bzw. Strom des Wechselrichters) nicht mehr mit Nennleistung betrieben werden. Daher ist der schallreduzierte Betrieb meist mit einer reduzierten maximalen Leistung verbunden.

2 Immissionsprognose

2.1 Normative Grundlagen

Die Prognosen sind nach der Technischen Anleitung Lärm (TA-Lärm [4]) als detaillierte Prognose anhand der DIN ISO 9613-2 [7] zu erstellen, wobei evtl. bestehende Vorbelastungen durch gewerbliche Geräusche an den Immissionsorten berücksichtigt werden müssen. Die DIN ISO 9613-2 gilt für die Berechnung bei bodennahen Quellen (bis 30 m mittlere Höhe zwischen Quelle und Empfänger; s. Kapitel 9, Tabelle 5). Zur Anpassung des Prognoseverfahrens auf hochliegende Quellen hat der Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) auf Basis neuerer Untersuchungsergebnisse und auf Basis theoretischer Berechnungen ein Interimsverfahren [10] veröffentlicht. Für WKA als hochliegende Schallquellen (> 30 m) sind diese neueren Erkenntnisse mittlerweile in allen Bundesländern im Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen. Die Immissionsprognose ist daher nach dem Interimsverfahren – sowohl für Vorbelastungsanlagen als auch für neu beantragte Anlagen – frequenzselektiv durchzuführen. Hierbei sind zur Berechnung der Luftabsorption die Luftdämpfungskoeffizienten α nach Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 [2] für die relative Luftfeuchte 70 % und die Lufttemperatur von 10° C anzusetzen.

2.2 Berechnungsgrundlagen

2.2.1 Eingangsdaten

In der Regel werden bei der schalltechnischen Vermessung von Windenergieanlagen der A-bewertete mittlere Schallleistungspegel L_{WA} sowie nach FGW-Richtlinie [8] oktavbandbezogene Werte $L_{WA,Okt}$ ermittelt. Bei noch nicht vermessenen WEA sind nach LAI Hinweisen [11] auch Herstellerangaben heranziehbar, die im Allgemeinen nur geringfügig von Vermessungen abweichen und in der Prognose mit entsprechenden Unsicherheitszuschlägen beaufschlagt werden (siehe Kapitel 2.2.2). Die verwendeten Angaben zum Schallleistungspegel $L_{WA,Okt}$ beziehen sich auf den lautesten Gesamtschallleistungspegel des WEA-Typs im jeweiligen Betriebsmodus. Die WEA werden im Modell als Punktschallquellen nachgebildet.

2.2.2 Unsicherheiten

Auf die Oktavdaten $L_{WA,Okt}$ wird ein Aufschlag entsprechend der Quelle der Daten angewendet. Der Zuschlag ΔL_o zum oberen Vertrauensbereich wurde, soweit keine anderen Angaben aus den Genehmigungsunterlagen vorlagen, nach den Hinweisen der LAI [11] wahrscheinlichkeitstheoretisch aus den Unsicherheiten für die Serienstreuung σ_P , die

Typvermessung σ_R und die Prognoseunsicherheit σ_{Prog} ermittelt. Sie können für jede WEA dem Kapitel 3.2 des Berichts entnommen werden.

Die Unsicherheit der Angabe des Schallleistungspegels, bestehend aus Messunsicherheit und Serienstreuung kann als σ_{WEA} zusammengefasst werden:

$$\sigma_{\text{WEA}} = \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2}$$

Der Zuschlag ΔL_o für das 90%-Vertrauensintervall wird emissionsseitig auf die Oktav-Schallleistungspegel $L_{\text{WA,Okt}}$ der WEA aufgeschlagen:

$$L_{o,\text{Okt}} = L_{\text{WA,Okt}} + \Delta L_o \quad \text{mit } \Delta L_o = 1,28 \times \sigma_{\text{ges}},$$

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2 + \sigma_{\text{Prog}}^2} \quad \text{bzw.} \quad \sigma_{\text{ges},i} = \sqrt{\sigma_{L_{\text{WA},i}}^2 + \sigma_{\text{Prog}}^2}$$

Der statistische Ausgleich der Unsicherheiten mehrerer Quellen wird bei diesem Verfahren nicht betrachtet. Daher liegen die berechneten Beurteilungspegel $L_{r,o}$ über den statistisch wahrscheinlich auftretenden Immissionspegeln.

Da bei einer Abnahmemessung der WEA die Unsicherheit des Prognosemodells keine Berücksichtigung findet, empfehlen die LAI-Hinweise [11] die Festschreibung der Oktav-Schalleistungspegel nur mit den WEA-immanenten Unsicherheiten σ_R und σ_P :

$$L_{e,\text{max,Okt}} = L_{\text{WA,Okt}} + \Delta L_{e,\text{max}} \quad \text{mit } \Delta L_{e,\text{max}} = 1,28 \times \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2}$$

2.2.3 Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) K_T

Als Quellen für tonhaltige Geräusche an einer WEA sind in erster Linie drehende mechanische Teile wie beispielsweise Getriebe, Generatoren, Azimutmotoren sowie Hydraulikanlagen zu nennen. Tonhaltigkeiten im Anlagengeräusch sollen konstruktiv vermieden bzw. auf ein Minimum reduziert werden. Basierend auf der bei einer Emissionsmessung gemessenen Tonhaltigkeit im Nahbereich K_{TN} gilt für Entfernungen über 300 m folgender Tonzuschlag K_T :

$$K_T = 0 \quad \text{für } 0 \leq K_{\text{TN}} \leq 2$$

Die Zuschläge für Impuls- und Tonhaltigkeit der Anlagen werden in der Regel bei Schallemissionsmessungen durch autorisierte Institute bewertet und werden in den Berichten zur schalltechnischen Vermessung dokumentiert. Sie werden ebenfalls in den technischen Unterlagen der WEA-Hersteller angegeben.

Sofern für eine WEA ein $K_{TN} = 2$ dB im Nahbereich ausgewiesen wird, ist über Messungen am maßgeblichen Immissionsort zu bestimmen, inwiefern Tonhaltigkeiten dort auftreten und ggf. technische Minderungsmaßnahmen an der WEA vorzunehmen. WEA, die im Nahbereich höhere tonhaltige Geräuschemissionen hervorrufen, entsprechen nicht dem Stand der Technik [11].

2.2.4 Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) K_I

Impulshaltige Geräusche also Geräusche mit periodischen oder kurzfristige starken Geräuschpegeländerungen werden als besonders störend empfunden. Die Beurteilung, ob eine Impulshaltigkeit gegeben ist, kann nach DIN 45645 durchgeführt werden. Enthält das Anlagengeräusch (A-bewerteter Schallpegel) öfter, d.h. mehrmals pro Minute, deutlich hervortretende Impulsgeräusche oder ähnlich auffällige Pegeländerungen (laut Messung), dann ist nach TA Lärm die durch solche Geräusche hervorgerufene erhöhte Störwirkung durch einen Zuschlag zum Mittelungspegel zu berücksichtigen. Dieser Zuschlag K_I beträgt je nach Auffälligkeit des Tons 3 oder 6 dB(A). In der Praxis werden impulshaltige Geräusche konstruktiv vermieden; ihr Auftreten entspricht somit nicht dem Stand der Technik.

Im Nahbereich einer WEA ist das während des Rotorumlafs jeweils nächstliegende Rotorblatt für einen Betrachter am Boden kurzfristig (und periodisch) lauter. Dieser Effekt tritt mit zunehmender Entfernung von der WEA und der Vergleichmäßigung der einzelnen Blattemissionen im Fernbereich ab 300-500 m jedoch nicht mehr auf. Weitere Quellen für impulshaltige Geräusche bei WEA gibt es in der Regel nicht, so dass die Impulshaltigkeit für eine Schallimmissionsprognose i.d.R. nicht relevant ist.

2.2.5 Ausbreitungsrechnung

Die Emissionsdaten der WEA werden bei der Transmission zum Immissionsort verschiedenen Dämpfungen unterworfen, die in der DIN ISO 9613-2 [7] beschrieben und hier dargestellt werden. Die Dämpfungswerte werden frequenzselektiv für die Oktavbandfrequenzen von 62,5 Hz bis 8.000 Hz verwendet, um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung zu berechnen. Der Dauerschalldruckpegel jeder einzelnen Quelle am Immissionsort berechnet sich nach [7] und [10] dann wie folgt:

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

- **L_{WA} : Oktavband-Schalleistungspegel** der Punktschallquelle, in Dezibel, bezogen auf eine Bezugsschalleistung von einem Picowatt (1 pW), A-bewertet.
- **D_C : Richtwirkungskorrektur**, die beschreibt, um wieviel der von der Punktquelle erzeugte äquivalente Dauerschalldruckpegel in der festgelegten Richtung von dem Pegel einer

gerichteten Punktschallquelle mit einem Schalleistungspegel L_W abweicht. D_C ist gleich dem Richtwirkungsmaß D_I der Punktschallquelle zuzüglich eines Richtwirkungsmaßes D_Ω , dass eine Schallausbreitung im Raumwinkel von weniger als 4π Sterad berücksichtigt. Die Richtwirkungskorrektur ist bei Anwendung des bisher verwendeten Alternativen Verfahrens nach [4] anzuwenden, um der Bodenreflexion Rechnung zu tragen. Durch den pauschalen Ansatz der negativen Bodendämpfung nach dem Interimsverfahren entfällt diese und es wird $D_C = 0$ gesetzt.

- **A: Dämpfungen** zwischen der Punktquelle (WEA-Gondel) und dem Immissionsort, die bei der Schallausbreitung vorherrscht. Sie bestimmt sich aus den folgenden Dämpfungsarten:

$$A = A_{\text{div}} + A_{\text{atm}} + A_{\text{gr}} + A_{\text{bar}} + A_{\text{misc}} \quad (2)$$

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung:

$$A_{\text{div}} = 20 \lg(d / 1 \text{ m}) + 11 \text{ dB} \quad (3)$$

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionsort.

A_{atm} : Dämpfung durch die Luftabsorption

$$A_{\text{atm}} = \alpha d / 1000 \quad (4)$$

Nach den Hinweisen der LAI [11] soll das Oktavspektrum als Eingangsdaten für die Berechnungen verwendet werden. Nach DIN ISO 9613-2 [7] kann die Luftdämpfung in jedem Oktavband mit dem jeweiligen Luftdämpfungskoeffizient berechnet werden (statt wie bei 500 Hz-Mittenpegeln mit einem statischen Wert von 1,9 dB(A)/km). Die Dämpfungskoeffizienten für jedes Oktavband werden aus Tab. 2 DIN ISO 9513-2 [7] für meteorologische Bedingungen von 10°C und 70% Luftfeuchte übernommen, was günstige Schallausbreitungsbedingungen bzw. eine geringe Dämpfung bedingt und somit einen konservativen Ansatz darstellt. Die frequenzabhängige Dämpfung spiegelt die realen akustischen Transmissionsbedingungen in Luft besser wider, als der pauschale Ansatz mittels eines Mittenpegels und führt so zu realistischeren Ergebnissen.

Tabelle 1: Parameter Luftabsorption

Temperatur	Rel. Feuchte	Luftdämpfungskoeffizient α , dB/km (gem. DIN ISO 9613-2 [7])							
		Bandmittenfrequenz, Hz							
°C	%	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117

A_{gr}: Bodendämpfung:

Die Bodendämpfung ergibt sich in der Hauptsache aus dem Reflexionsgrad von Schall an einer Bodenoberfläche zwischen Quelle und Empfänger [7]. Die DIN ISO 9613-2 erlaubt zwei verschiedene Verfahren zur Ermittlung der Bodendämpfung, nämlich das Standardverfahren und das Alternative Verfahren. Das Interimsverfahren [11] modifiziert die Berechnung der Bodendämpfung durch eine pauschale Annahme von $A_{gr} = -3 \text{ dB(A)}$. Dies entspricht einer negativen Dämpfung, also einer Zunahme des Pegels auf Empfängerseite und kann als Bodenreflexionseffekt interpretiert werden.

$$\mathbf{A_{gr} = -3 \text{ dB}} \quad (5)$$

nach dem Interimsverfahren.

A_{bar}: Dämpfung aufgrund von Abschirmung.

und

A_{misc}: Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie).

In den Berechnungen wird bei Verwendung der Software windPRO konservativ ohne Abschirmung und weiterer Effekte gerechnet: $A_{bar} = 0$, $A_{misc} = 0$. In Einzelfällen (v. a. bei Verwendung von Schallausbreitungsberechnungssoftware wie IMMI) können die Abschirmung oder weitere Effekte berücksichtigt werden. Dies wird dann explizit im Fließtext ausgewiesen. Die Berechnung erfolgt dann nach DIN ISO 9613-2 Kap. 7.4. bzw. Anhang A.

In der Praxis dämpfen u. U. Bebauung und Bewuchs den Schall (A_{bar} , $A_{misc} > 0$), so dass die tatsächlichen Immissionswerte unter jenen der Prognose liegen.

2.2.6 Überlagerung mehrerer Schallquellen

Die Berechnungsterme der Schallimmissionsprognose nach DIN ISO 9613-2 5.4.3.3 [12] gehen bei der Schallausbreitungsberechnung von einer Mitwindsituation für jede Anlagen-Immissionsort-Beziehung aus. Dies tritt in der Realität nicht auf, da die Anlagen im Regelfall räumlich verteilt sind und nicht alle gleichzeitig in Mitwindrichtung zum Immissionsort stehen. In der Berechnung werden somit also Worstcase-Bedingungen für die Windsituation angenommen.

Liegen den Berechnungen mehrere Schallquellen (z. Bsp. bei Windparks) zugrunde, so überlagern

sich die einzelnen Schalldruckpegel L_{ATi} entsprechend den Abständen zum betrachteten Immissionsort. In der Bewertung der Lärmimmission nach TA-Lärm ist der aus allen Schallquellen resultierende Schalldruckpegel L_{AT} unter Berücksichtigung der Zuschläge nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$L_{AT} (LT) = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{ATi} - C_{met} + K_{Ti} + K_{Ii})} \quad (6)$$

L_{AT} : Beurteilungspegel am Immissionsort

L_{ATi} : Schallimmissionspegel am Immissionsort einer Emissionsquelle i

i : Index für alle Geräuschquellen von 1-n

K_{Ti} : Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle $i \rightarrow$ i.d.R = 0, s.u.

K_{Ii} : Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle $i \rightarrow$ i.d.R = 0, s.u.

C_{met} : Meteorologische Korrektur.

Die meteorologische Korrektur wird nach [7] in Abhängigkeit von dem Verhältnis von Entfernung zwischen Quelle und Empfänger und deren Höhen berechnet und beträgt für Windenergieanlagen im Regelfall null. Dieser Wert wird durch das Interimsverfahren standardmäßig null ($C_{met} = 0$) gesetzt.

2.3 Tieffrequente Geräusche und Infraschall

Als tieffrequente Geräusche werden Geräusche bezeichnet, deren vorherrschende Energieanteile in einem Frequenzbereich unter 90 Hz liegen (vgl. Ziffer 7.3 TA Lärm). Tieffrequente Geräusche werden bei Windenergieanlagen schalltechnisch vermessen und werden ab 50 Hz in den Oktavband-Schalleistungspegeln berücksichtigt. Die vermessenen Schalleistungspegel im Frequenzbereich unter 100 Hz liegen regelmäßig deutlich unter den im Frequenzbereich von 100 – 4000 Hz gemessenen Schalleistungspegeln. Infraschall bezeichnet Schall in einem Frequenzbereich unter 20 Hz.

Die derzeit bekannten Untersuchungen, Messungen und Studien [13][14][15][16][17] zu Infraschall und tieffrequenten Geräuschen von Windenergieanlagen zeigen, dass sich bei den aus den Bestimmungen der TA-Lärm resultierenden Abständen von WEA zu Wohngebäuden an den Immissionsorten keine Gefährdung oder Belästigung ergibt, da die auftretenden Pegel im Infraschallbereich weit unter der Wahrnehmungs- und Hörschwelle und im Bereich von tieffrequenten Geräuschen (20-90 Hz) unter oder geringfügig über der Hörschwelle liegen.

3 Genehmigungsfestsetzungen und rechtskonformer Betrieb

3.1 Kontrolle des genehmigungskonformen Betriebs

Nach Nr. 5.2 der LAI-Hinweise [11]¹ ist das Oktavspektrum der WEA ($L_{WA,Okt}$) inklusive der angesetzten WEA-immanenten Unsicherheiten (σ_P und σ_R , also $L_{e,max,Okt}$) als rechtlich zulässiges Maß für die Emissionen der WEA genehmigungsrechtlich festzulegen ($L_{genehmigt,Okt} = L_{e,max,Okt}$)² (siehe Kapitel 3 im Bericht). Anhand des festgelegten Oktavspektrums $L_{genehmigt,Okt}$ kann bei einer Abnahmemessung beurteilt werden, ob das zulässige Maß an Emission als eingehalten angesehen und somit ein genehmigungskonformer Betrieb nachgewiesen werden kann.

Bei einer emissionsseitigen³ Abnahmemessung soll die folgende Ungleichung erfüllt sein. Ist sie erfüllt, ist der Nachweis für einen genehmigungskonformen Betrieb abgeschlossen:

$$L_{W,Messung,Okt} + 1,28 \times \sigma_R \leq L_{genehmigt,Okt} \quad 4$$

Das gemessene Oktavspektrum einer Abnahmemessung $L_{W,Messung,Okt}$ (ggfs. inklusive der Messunsicherheit) kann das festgelegte Spektrum $L_{genehmigt,Okt}$ in einzelnen Oktaven überschreiten. Entscheidend in diesem Fall ist der Nachweis auf Nichtüberschreitung der Vergleichswerte $L_{V,WEA,IP}$ (Teilimmissionspegel jeder WEA an jedem IO auf Basis von $L_{e,max,Okt}$) durch eine der Abnahmemessung folgende Ausbreitungsrechnung mit dem höchsten bei der Abnahmemessung gemessenen Oktavspektrum:

$$L_{r(Messung,max),IP,Okt} + 1,28 \times \sigma_R \leq L_{V,WEA,IP} \quad 45$$

Die Werte für $L_{V,WEA,IP}$ können dem Anhang entnommen werden (Berechnung „Zusatzbelastung mit $L_{e,max,Okt}$ “ (bzw. $L_{r,o,Zusatzbelastung}$ für SH), Detaillierte Ergebnisse).

¹ ausführlich z. B. in Agatz [21].

² In Schleswig-Holstein ist abweichend zu den LAI-Hinweisen der reine $L_{WA,Okt}$ festzulegen, ohne o.g. WEA-Unsicherheiten [22]: $L_{genehmigt,Okt} = L_{WA,Okt}$.

³ Immissionsmessungen zum Nachweis des genehmigungskonformen Betriebs werden nach LAI Hinweisen [11] sowie LANUV [19] nicht empfohlen. Der Vollständigkeit halber gilt: bei einer Immissionsmessung sollte die folgende Ungleichung erfüllt sein: $L_{r,IO} + 1,28 \times \sigma_R \leq L_{r,o,IO}$.

⁴ Für Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein gilt laut LANUV bzw. LLUR: Das gemessene Oktavspektrum $L_{W,Messung,Okt}$ ist ohne Beaufschlagung mit der Messunsicherheit zur Nachweisführung heranzuziehen [19] [20] [22].

⁵ In SH entspricht $L_{V,WEA,IP}$ dem $L_{r,Prognose}$, also dem L_r auf Basis von $L_{WA,Okt} + 1,28 \times \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_{Prog}^2}$.

3.2 Aufnahme des Nachtbetriebs

Für den Fall, dass eine aufschiebende Formulierung zur Aufnahme des Nachtbetriebs vorgesehen ist (i.d.R. bei Prognosen basierend auf Herstellerangaben), ist der Nachweis zur Aufnahme durch Vorlage einer Vermessung zu führen. Diese kann auch an einer anderen WEA gleichen Typs und Betriebsmodus erfolgen.

$$L_{W, \text{Messung, Okt}} + 1,28 \times \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Prog}^2} \leq L_{o, \text{Okt}}$$

Die Parameter σ_R und σ_P sind hier abhängig von der Mess- und Nachweiskonstellation (Dreifachvermessung $\rightarrow \sigma_P = s$ [Standardabweichung], Messung an derselben WEA $\rightarrow \sigma_P = 0$).

Das Oktavspektrum einer Vermessung (inklusive Unsicherheiten) kann das der Prognose zugrundeliegende Spektrum $L_{o, \text{Okt}}$ in einzelnen Oktaven überschreiten. Entscheidend in diesem Fall ist der Nachweis auf Nichtüberschreitung der Beurteilungspegel $L_{r, o}$ (Beurteilungspegel der Zusatzbelastung auf Basis von $L_{o, \text{Okt}}$) durch eine der Messung folgende Ausbreitungsrechnung:

$$L_{r, \text{Messung}} + 1,28 \times \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Prog}^2} \leq L_{r, o}$$

Die Werte für $L_{r, o}$ können dem Anhang entnommen werden (Berechnungsausdrucke Zusatzbelastung).

4 Quellenverzeichnis – theoretischer Teil

- [1] LUBW, Amt für Umweltschutz - Abt. Stadtklimatologie, Stuttgart, 2019.
- [2] WMBW, Städtebauliche Lärmfibel Online, Stuttgart: Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg / Amt für Umweltschutz Stuttgart, 2019.
- [3] BImSchG, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. Juli.*
- [4] TA_Lärm, *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)*, (GMBI S. 503), 1998.
- [5] BauNVO, Baunutzungsverordnung, 26. Juni 1962, Letzte Änderung 13. Mai 2017.
- [6] Norm, DIN EN 61672-1:2014-07, Bde. %1 von %2Elektroakustik - Schallpegelmesser - Teil 1: Anforderungen (IEC 61672-1:2013); Deutsche Fassung EN 61672-1:2013, 2014-07.
- [7] Norm, *DIN ISO 9613-2:1999-10, Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren.*
- [8] FGW - Fördergesellschaft Windenergie e.V., Technische Richtlinien für Windenergieanlagen - Teil 1 (TR 1) – Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18 & Revision 19 - 19.11.2020.
- [9] Norm, DIN EN 61400-11:2019-05; VDE 0127-11:2019-05, Bde. %1 von %2Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren (IEC 61400-11:2012); Deutsche Fassung EN 61400-11:2013, 2013.
- [10] NALS im DIN und VDI, *Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen*, Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien", 2015.
- [11] LAI, *Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016.*
- [12] Norm, *ISO 1996-2:2017-07, Akustik - Beschreibung, Messung und Beurteilung von Umgebungslärm - Teil 2: Bestimmung vom Schalldruckpegeln.*
- [13] D.-I. P. Kudella, „Verbundprojekt: Objektive Kriterien zu Erschütterungs- und Schallemissionen durch Windenergieanlagen im Binnenland. Akronym/Kurzbezeichnung: TremAc,“ Karlsruhe, 2020.
- [14] HMWVL, *Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung: Faktenpapier Windenergie und Infraschall, Bürgerforum Energieland Hessen, Mai 2015.*
- [15] LUBW, *Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen - Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015, Karlsruhe, Februar 2016.*
- [16] DNR, *Deutscher Naturschutzring, Dachverband des deutschen Natur- und Umweltverbände, Umwelt- und Naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (Onshore), www.dnr.de/downloads/infraschall_04-2011.pdf.*
- [17] L. LfU_Bayern, *Bayerisches Landesamt für Umwelt & Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, UmweltWissen, Windkraftanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?’, 4. Auflage - November 2014.*
- [18] Dipl.-Ing. Detlef Piorr (LANUV NRW), Festlegung von Abnahmebedingungen für Windenergieanlagen, Entwurf, Stand: Korrektur 1, 13.02.2018.
- [19] FGW_Fördergesellschaft_Windenergie, Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) Überarbeiter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 Stand 30.06.2016 – Stellungnahme des FGW e. V., Berlin, 27. März 2018.
- [20] Monika Agatz, Windenergiehandbuch - aktuelle Version.
- [21] LLUR 718, Umsetzung des Erlasses „Einführung der aktuellen LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) in Schleswig-Holstein“ vom 31.01.2018, Flintbek, 31.03.2020.