

Schallimmissionsprognose für  
eine Windenergieanlage  
am Standort  
**Schierenberg**  
(Brandenburg)

Datum: 19.11.2021

Bericht Nr. 18-1-3021-004b-NF

Auftraggeber:

Abo Wind AG

Volmerstraße 7b | 12389 Berlin

Auftragsnummer: 352002364

Bearbeiter:

Ramboll Deutschland GmbH

Jonas Feja, MLE

Elisabeth-Consbruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

Tel 0561 / 288 573-0


Die vorliegende Schallimmissionsprognose für den Standort Schierenberg (Brandenburg) wurde der Ramboll Deutschland GmbH im November 2021 von der Abo Wind AG in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt. 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.

Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse des Schallgutachtens werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie 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
<b>Gutachten</b>	000	03.05.2018	J. Feja	Planung 9 x V150-4.2 MW
<b>Gutachten</b>	002	09.11.2020	J. Feja	Planung 7 x V150-5.6 MW
<b>Gutachten</b>	004b	19.11.2021	J. Feja	Planung 1 x V150-6.0 MW

Kassel, 19.11.2021

  
Jonas Feja, MLE  
(Bearbeiter)

  
Dipl.-Geogr. Marc Brüning  
(Prüfer)

## Inhalt:

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Standortdaten</b>	<b>5</b>
	2.1 Aufgabenstellung	5
	2.2 Immissionsorte	7
	2.2.1 Einwirkungsbereich	7
	2.2.2 Immissionsorte und Immissionsrichtwerte	8
	2.3 Potenzielle Schallreflexionen und Abschirmungseffekte	14
	2.4 Vorbelastungen	15
	2.4.1 Gewerbliche Vorbelastungen	15
	2.4.2 Vorbelastungen durch Windenergieanlagen	16
<b>3</b>	<b>Kenndaten Windenergieanlagen</b>	<b>17</b>
	3.1 Vorbelastung	18
	3.2 Zusatzbelastung	18
<b>4</b>	<b>Ergebnisse der Immissionsberechnungen</b>	<b>20</b>
	4.1 Beurteilungspegel an den Immissionsorten	20
	4.2 Bewertung der Ergebnisse	21
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Anhang</b>	<b>24</b>

# 1 Zusammenfassung

Für die Planung von einer Windenergieanlage am Standort Schierenberg 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 Zusatzbelastung an den dem Projekt benachbarten Immissionsorten durchgeführt.

Der Berechnung zugrunde gelegt wurden die Herstellerangaben des geplanten Anlagentyps Vestas V150-6.0 MW mit einer Nabenhöhe (NH) von 169 m.

Die resultierenden Beurteilungspegel  $L_r$  im oberen Vertrauensbereich (OVb) an den nach TA Lärm [3] maßgeblichen Immissionsorten sind neben den nächtlichen Immissionsrichtwerten (IRW) in der folgenden Tabelle aufgeführt.

**Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse**

IO	Bezeichnung	IRW [dB(A)]	$L_r$ [dB(A)] <sup>*)</sup>
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	40	38
D-2	<i>Diehlo, Dorfstraße 29</i>	45	37
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	40	37
E-2	Eisenhüttenstadt, Tiefer Weg 15	35	32
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	45	42
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	40	40
F-3	<i>Fünfeichen, Diehloer Straße 39</i>	45	39
FM-1	Fünfeichen, Mühle 3	45	39
M-1	<i>Möbiskrüge, Fünfeichener Weg 9</i>	40	32

<sup>\*)</sup> Es wurden die Rundungsregeln gemäß Nr. 4.5.1 DIN 1333 [7] angewendet.

**Die zulässigen Nacht-Immissionsrichtwerte werden an allen Immissionsorten eingehalten. Von einer schädlichen Umwelteinwirkung bzw. einer erheblichen Belästigung i. S. d. BImSchG [1] ist demnach nicht auszugehen.**

## 2 Standortdaten

### 2.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Schierenberg zwischen den Orten Eisenhüttenstadt im Nordosten, Diehlo im Südosten und Fünfeichen im Nordwesten eine Windenergieanlage (WEA) des Typs Vestas V150-6.0 MW mit 169 m Nabenhöhe zu errichten.

**Tabelle 2: Kenndaten der geplanten WEA**

WEA	WEA Hersteller / Typ	Naben- höhe	Rechtswert	Hochwert	Betriebsmodus
		[m]	[UTM 32 ETRS89]		nachts
<b>Abo8</b>	Vestas V150-6.0 MW	169	471.011	5.777.640	PO6000

Es soll der Beurteilungspegel  $L_r$  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 digitalen Geländemodell „DGM 5“ des Landes Brandenburg entnommen. Die Berechnung wurde mit der Software windPRO [8], Modul DECIBEL durchgeführt.



Abbildung 1: Übersichtskarte [9]

## 2.2 Immissionsorte

### 2.2.1 Einwirkungsbereich

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Schierenberg wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden schutzbedürftigen maßgeblichen Immissionsorte (IO) auf Basis topographischer Karten, des ATKIS Basis-DLM [10] und anhand von Luftbildern ermittelt. Im Rahmen einer Standortbesichtigung am 24.04.2018 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. Der Einwirkungsbereich der WEA ist demnach definiert als der Bereich, in dem der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung weniger als 10 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert (IRW) liegt. Abweichend davon wird im Land Brandenburg für Einzelne WEA ein Einwirkungsbereich empfohlen, in dem der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung weniger als 15 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert (IRW) liegt. Dazu sind auf der folgenden Karte die Iso-Schalllinien (Iso-phonen) für 20 dB(A), 25 dB(A) und für 30 dB(A) eingezeichnet.

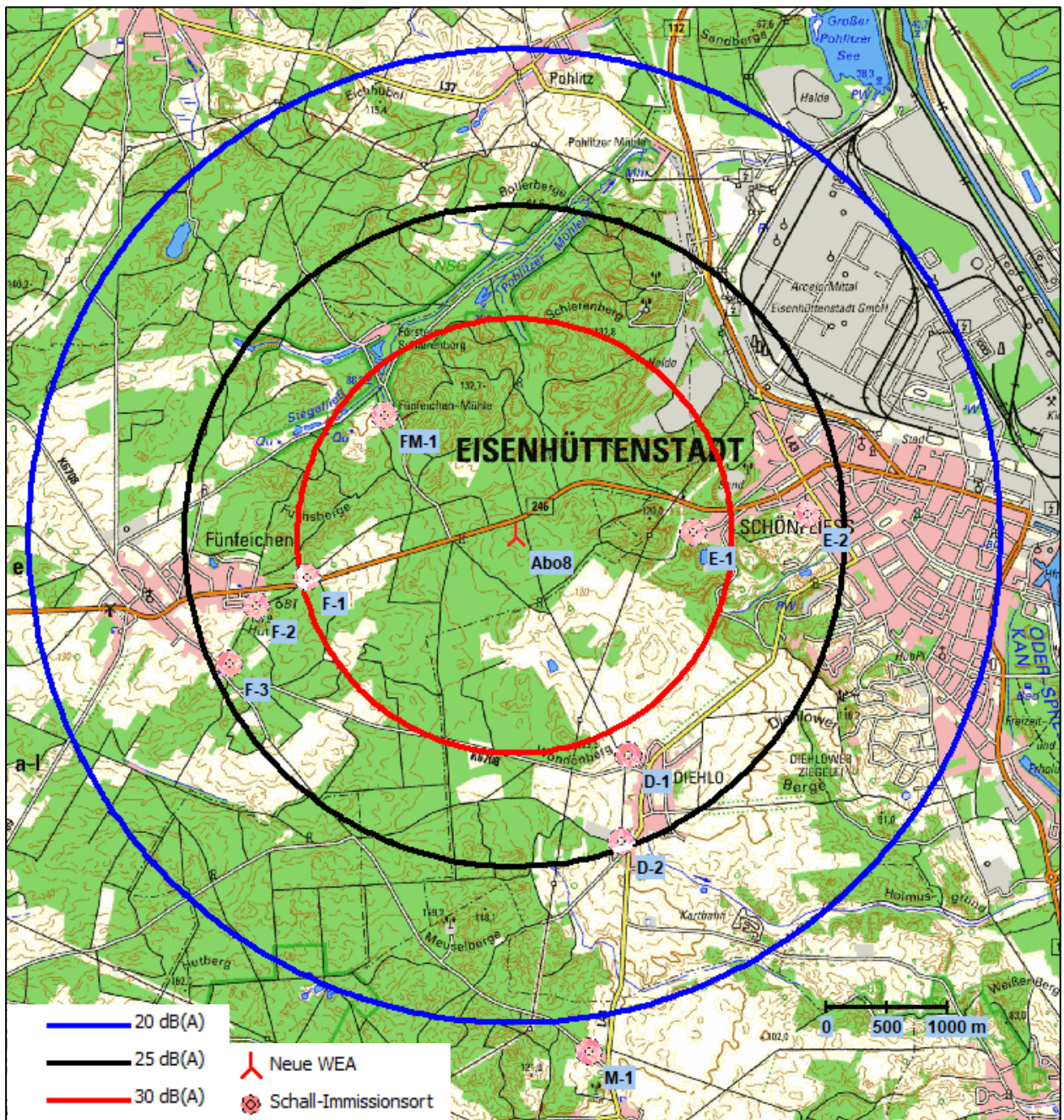


Abbildung 2: Isophonenkarte Zusatzbelastung,  $L_0 = 107,0$  dB(A) [9]

## 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- einstufung <sup>1</sup>	Grundlage der Einstufung <sup>2</sup>
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
E-2	Eisenhüttenstadt, Tiefer Weg 15	35	WR	Reines Wohngebiet gem. dem BP „Kieskuppenweg“ 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
FM-1	Fünfeichen, Mühle 3	45	AB	FNP Gemeinde Fünfeichen
M-1	Möbiskrüge, Fünfeichener Weg 9	40	WA	Allgemeines Wohngebiet gem. BP der Gemeinde Neuzelle

Die Immissionsorte D-2, F-3 und M-1 befinden sich außerhalb des Einwirkungsbereichs der geplanten WEA. Um die Beurteilungspegel der Gesamtbelastung an diesen Immissionsorten aufzuzeigen, werden sie informell mitbetrachtet.

<sup>1</sup> AB = Außenbereich

M = Mischgebiet

WR = Reines Wohngebiet

WA = Allgemeines Wohngebiet

<sup>2</sup> BP = Bebauungsplan

FNP = Flächennutzungsplan

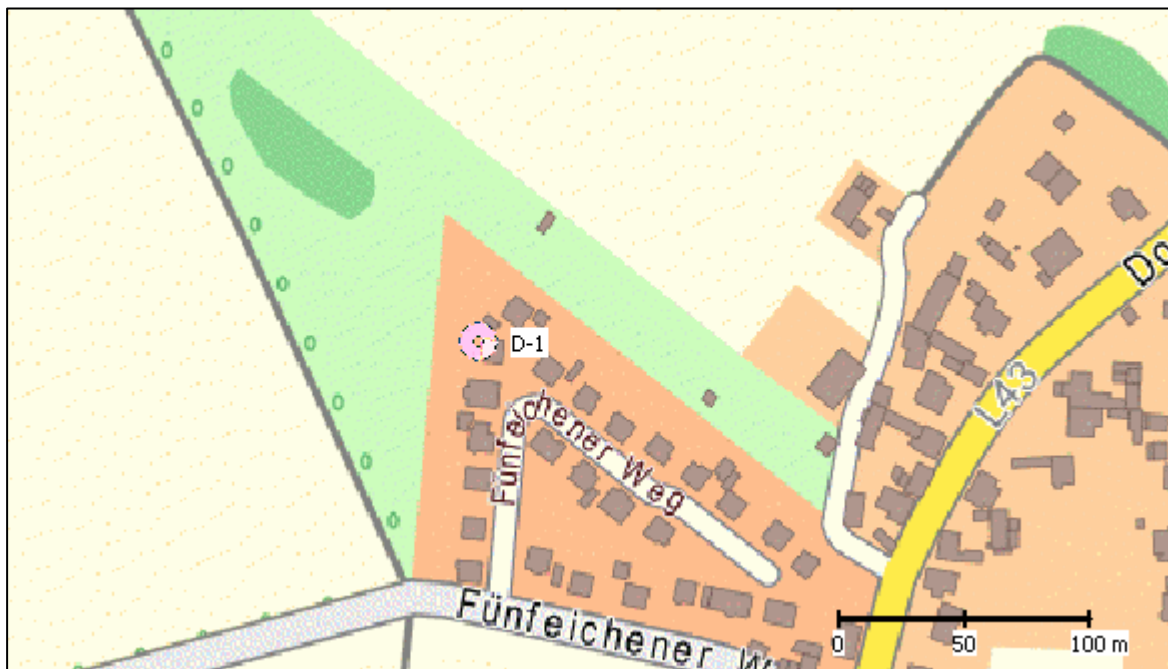


Abbildung 3: Lage des Immissionsorts D-1 in Diehlo (© Geoglis [11])

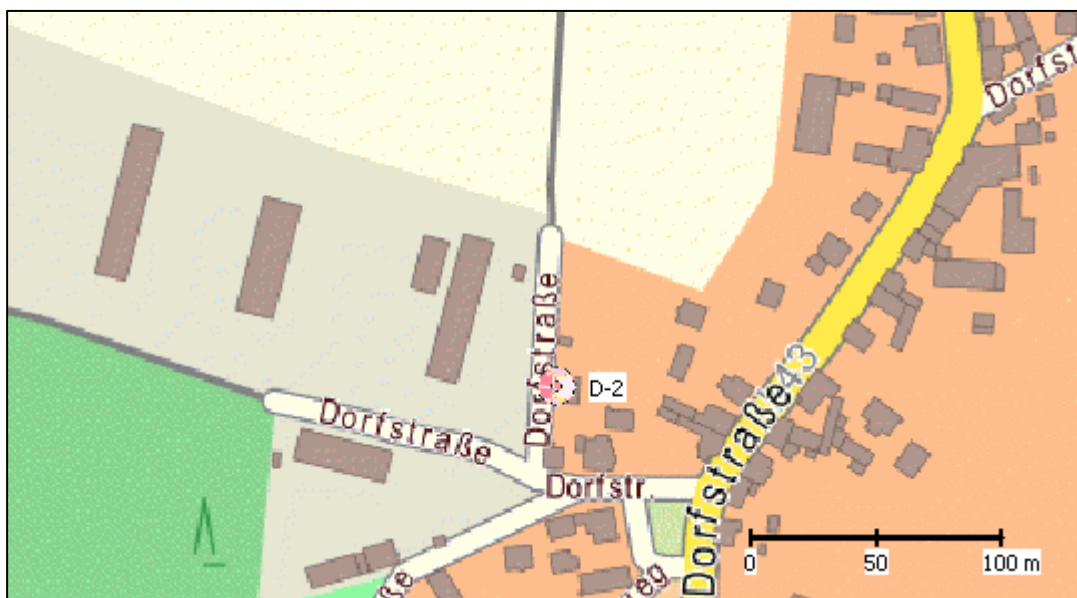


Abbildung 4: Lage des Immissionsorts D-2 in Diehlo (© Geoglis [11])

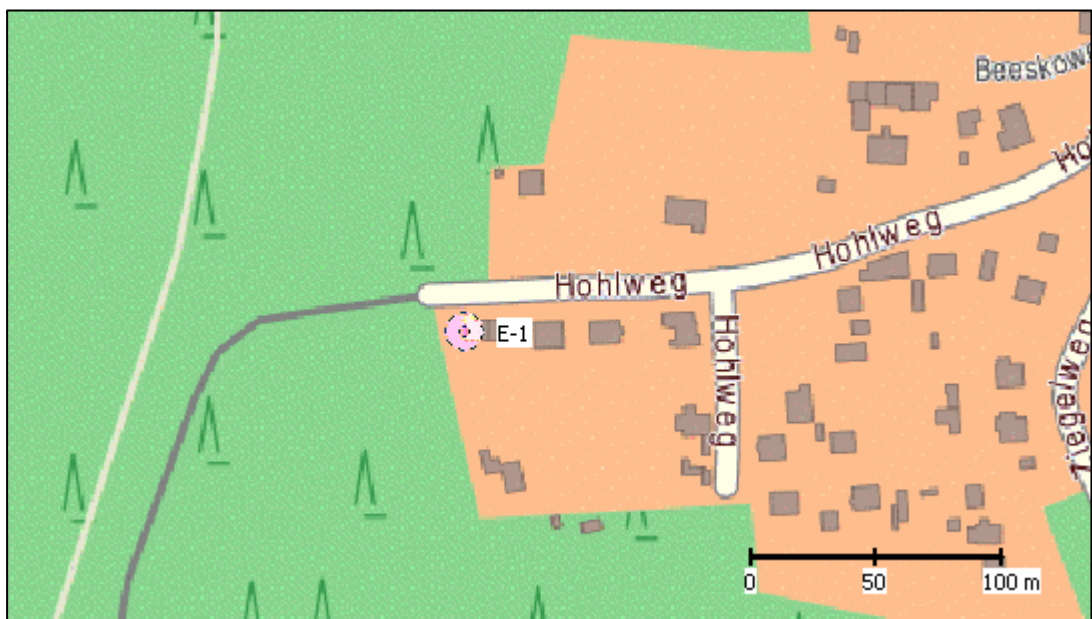


Abbildung 5: Lage des Immissionsorts E-1 in Eisenhüttenstadt (© Geoglis [11])

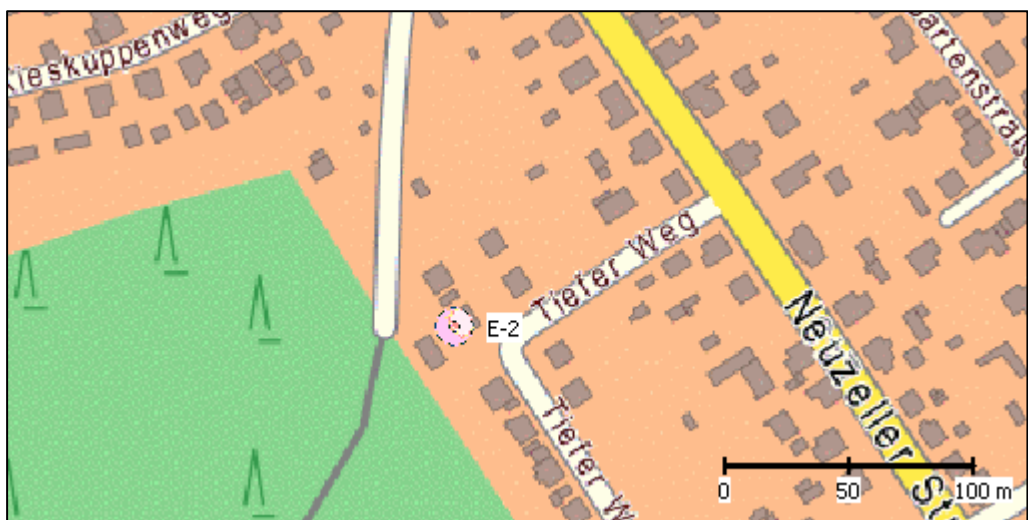


Abbildung 6: Lage des Immissionsorts E-2 in Eisenhüttenstadt (© Geoglis [11])

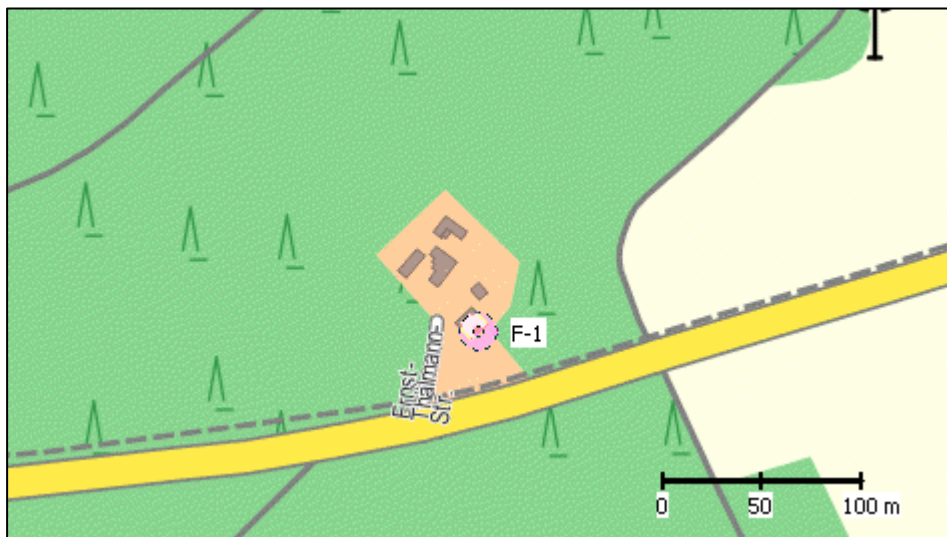


Abbildung 7: Lage des Immissionsorts F-1 in Fünfeichen (© Geoglis [11])

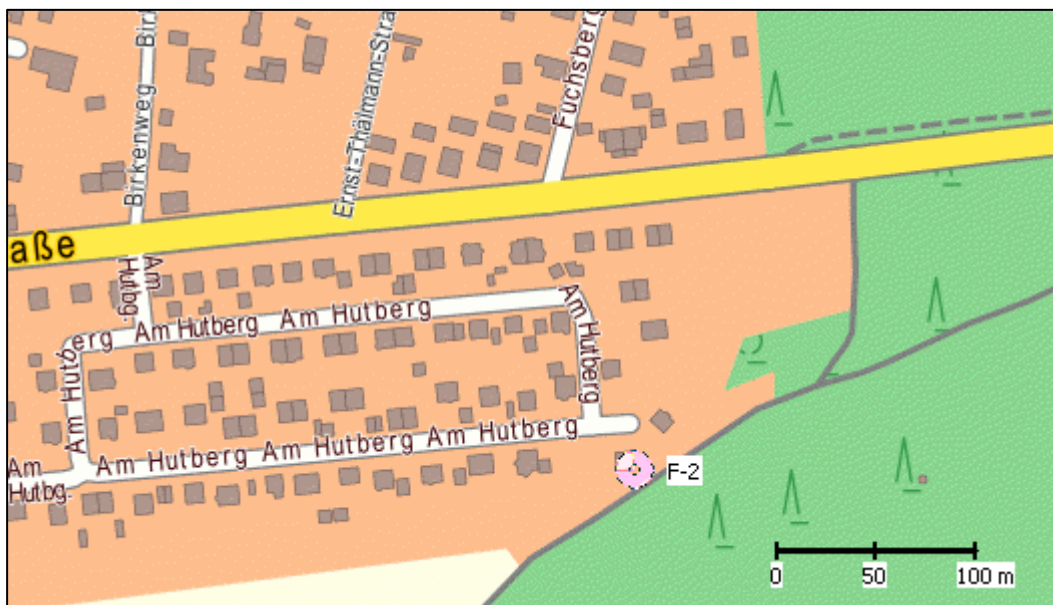


Abbildung 8: Lage des Immissionsorts F-2 in Fünfeichen (© Geoglis [11])

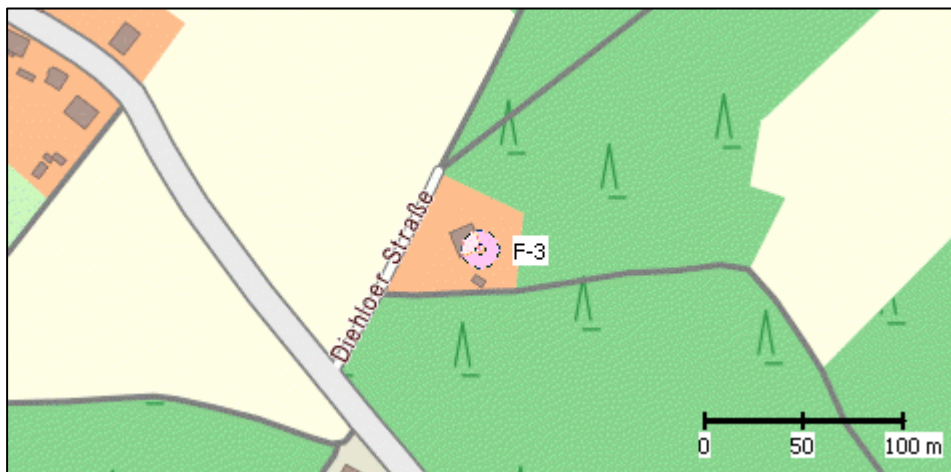


Abbildung 9: Lage des Immissionsorts F-3 bei Fünfeichen (© Geoglis [11])

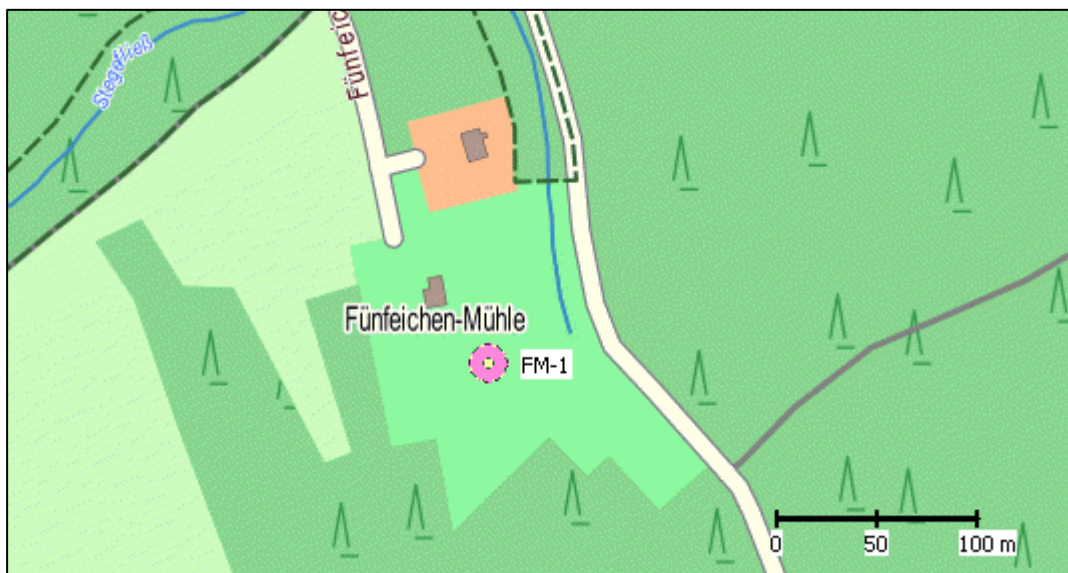


Abbildung 10: Lage des Immissionsorts FM-1 bei Fünfeichen (Das Haus ist auf der Karte noch nicht verzeichnet.) (© Geoglis [11])

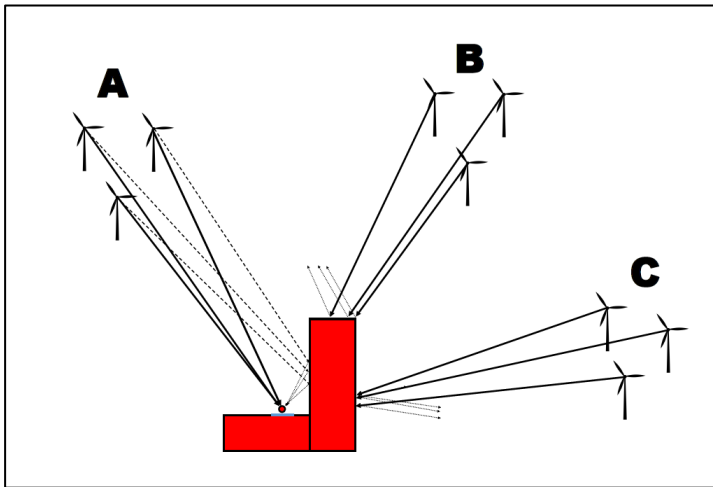


Abbildung 11: Lage des Immissionsorts M-1 bei Möbiskrüge (© Geoglis [11])

## 2.3 Potenzielle Schallreflexionen und Abschirmungseffekte

Merkliche Reflexionen ergeben sich überwiegend an gegenüber den WEA abgeschirmten Gebäudeseiten oder (durch Reflexionen an den eher niedrigen Nebengebäuden, wie Schuppen, Garagen, Gewächshäuser) im Erdgeschossbereich der Wohngebäude. Hier führen aber auch besonders Abschirmungen wieder zu Pegelsenkungen, so dass im Regelfall die Berechnung bei freier Schallausbreitung (Addition aller Quellen ohne Abschirmungseffekte) 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)) [12]. Ausgehend von einem üblichen Reflexionsverlust von 1 dB(A) an Gebäuden 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 12: Lagekonstellation (Beispiel) – Reflexion von A, Abschirmung von B und C**

An den untersuchten Immissionsorten gibt die Lagegeometrie der Gebäude keinen Hinweis darauf, dass sich der Beurteilungspegel unter Berücksichtigung von Abschirmungs- und Reflexionseffekten durch Gebäude erhöht. Eine detaillierte Berechnung ist daher nicht notwendig.

## 2.4 Vorbelastungen

### 2.4.1 Gewerbliche Vorbelastungen

Als potenzielle Vorbelastung wurde von Landesamt für Umwelt das Industriegebiet des Stahlwerkes in Eisenhüttenstadt angeführt und als betrachtungsrelevanter Immissionsort das Wohnhaus Müllroser Straße 14 mit einem Immissionsrichtwert von 43 dB(A) (Zwischenwert) genannt.

Die berechnete Zusatzbelastung durch die neu geplante WEA unterschreitet an diesem Immissionsort den Immissionsrichtwert von 43 dB(A) um mindestens 10 dB(A). Somit befindet sich dieser Immissionsort nicht im Einwirkungsbereich dieser Zusatzbelastung nach Ziffer 2.2 a) TA Lärm [3]. Folglich bleibt die Vorbelastung durch das Stahlwerk im Weiteren unberücksichtigt. Eine entsprechende Berechnung befindet sich im Anhang.

Im Vorfeld der Ortsbesichtigung wurde anhand von Kartenmaterial versucht, potenzielle Quellen für Vorbelastungen zu identifizieren. Bei der Ortsbesichtigung am 24.04.2018 wurde an den entsprechenden Strukturen ein subjektiver Eindruck der Geräuschemissionen gewonnen. Zudem wurde an den definierten Immissionsorten auf Geräusche einer potenziellen Vorbelastung geachtet.

## **2.4.2 Vorbelastungen durch Windenergieanlagen**

Nach eigenen Recherchen und Behördeninformationen [Landesamt für Umwelt, 17.09.2020] besteht (bis auf die sieben WEA des Typs Vestas V150 6.0 MW) keine zu berücksichtigende Vorbelastung durch bestehende oder geplante Windenergieanlagen am Standort.



### 3 Kenndaten Windenergieanlagen

Für die Immissionsprognose wurden in der Berechnung die Schalleistungspegel unter Berücksichtigung der oberen Vertrauensbereichsgrenze  $L_O$  der verschiedenen WEA angesetzt. Die Angaben zum Schalleistungspegel  $L_{WA}$  beziehen sich auf den lautesten, mittleren Schalleistungspegel des WEA-Typs im jeweiligen Betriebsmodus. Der Zuschlag  $\Delta L_O$  zum oberen Vertrauensbereich wurde, soweit keine anderen Angaben aus den Genehmigungsunterlagen vorlagen, nach den Hinweisen der LAI [6] berechnet (s.u.). Die Emissionen der einzelnen Schallquellen aller WEA überlagern sich an den Immissionsorten (vgl. Kapitel 2.2) zu einem resultierenden Schalldruckpegel bzw. Beurteilungspegel  $L_r$  der nach TA Lärm [3] zu bewerten ist.

Die Qualität der Prognose wird nach den Hinweisen der LAI [6] wahrscheinlichkeitstheoretisch aus den Unsicherheiten für die Serienstreuung  $\sigma_P$ , die Typvermessung  $\sigma_R$  und die Prognoseunsicherheit  $\sigma_{Prog}$  ermittelt.

Der emissionsseitige Zuschlag  $\Delta L_O$  für das 90%-Vertrauensintervall wird in der Berechnung der Schallimmissionsprognose auf den Schalleistungspegel  $L_{WA}$  der WEA aufgeschlagen:

$$L_O = L_{WA} + \Delta L_O \quad \text{mit } \Delta L_O = 1,28 * \sigma_{ges}$$

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

Da bei einer Abnahmemessung die Unsicherheit des Prognosemodells keine Berücksichtigung findet, empfehlen die LAI-Hinweise [6] die Festschreibung des Emissionspegels der WEA in der Genehmigung mit Beaufschlagung nur der WEA-seitigen Unsicherheiten für Serienstreuung und Messunsicherheit:

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

Der Zuschlag  $\Delta L_O$  wird emissionsseitig auf die Schallpegel der Anlagentypen aufgeschlagen. Der statistische Ausgleich der Unsicherheit durch mehrere Quellen wird bei diesem Verfahren nicht betrachtet. Daher liegen die berechneten Werte über den statistisch wahrscheinlich auftretenden Immissionspegeln.

### 3.1 Vorbelastung

Für die parallel geplanten sieben Anlagen (Vorbelastung) des Typs Vestas V150-6.0 MW im Mode PO6000 mit schallmindernden Flügelementen („STE“) existieren bisher keine schalltechnischen Vermessungen nach FGW-Richtlinie [13]. Es wurde das Oktavspektrum aus der Herstellerangabe verwendet (siehe Anhang) und mit entsprechenden Zuschlägen für den oberen Vertrauensbereich ( $\Delta L_o$ , siehe oben) versehen. Eine Ton- oder Impulshaltigkeit liegt laut den o.g. Angaben nicht vor.

**Tabelle 4: WEA-Schallwerte Vorbelastung**

WEA Daten	WEA Nr.			Typenbezeichnung			Betriebsmodus		
		Abo1 bis Abo7			Vestas V150-6.0 MW			PO6000	
Quelle Oktavspektrum	Berichtsnummer			Datum			Typ		
	0079-9481.V07			19.03.2021			Hersteller		
Unsicherheiten	$\sigma_R$ [dB(A)]			$\sigma_P$ [dB(A)]			$\sigma_{Prog}$ [dB(A)]		
	0,5			1,2			1,0		
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$\Sigma L_{gesamt}$
$L_{WA\ Okt}$ [dB(A)]	85,5	93,3	98,2	100,1	99,0	94,8	87,7	77,6	<b>104,9</b>
$L_{e,max\ Okt}$ [dB(A)]	87,2	95,0	99,9	101,8	100,7	96,5	89,4	79,3	<b>106,6</b>
$L_{O\ Okt}$ [dB(A)]	87,6	95,4	100,3	102,2	101,1	96,9	89,8	79,7	<b>107,0</b>

### 3.2 Zusatzbelastung

Für die geplante Anlage (Zusatzbelastung) des Typs Vestas V150-6.0 MW im Mode PO6000 mit schallmindernden Flügelementen („STE“) existiert bisher keine schalltechnische Vermessung nach FGW-Richtlinie [13]. Es wurde das Oktavspektrum aus der Herstellerangabe verwendet (siehe Anhang) und mit entsprechenden Zuschlägen für den oberen Vertrauensbereich ( $\Delta L_o$ , siehe oben) versehen. Auszüge aus der Herstellerangabe sind in der Anlage dieses Gutachtens beigefügt. Ein Schall-Messbericht wird nach Vermessung des WEA Typs veröffentlicht. Es wird davon ausgegangen, dass bis zu Inbetriebnahme mindestens eine Vermessung vorliegt, die den verwendeten Schalleistungspegel der Anlage bestätigt. Eine Ton- oder Impulshaltigkeit liegt laut den o.g. Angaben nicht vor.

**Tabelle 5: WEA-Schallwerte Zusatzbelastung**

WEA Daten	WEA Nr.			Typenbezeichnung			Betriebsmodus		
		Abo8			Vestas V150-6.0 MW			PO6000	
Quelle Oktavspektrum	Berichtsnummer			Datum			Typ		
	0079-9481.V07			19.03.2021			Hersteller		
Unsicherheiten	$\sigma_R$ [dB(A)]			$\sigma_P$ [dB(A)]			$\sigma_{Prog}$ [dB(A)]		
	0,5			1,2			1,0		
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$\Sigma L_{gesamt}$
$L_{WA, Okt}$ [dB(A)]	85,5	93,3	98,2	100,1	99,0	94,8	87,7	77,6	<b>104,9</b>
$L_{e,max, Okt}$ [dB(A)]	87,2	95,0	99,9	101,8	100,7	96,5	89,4	79,3	<b>106,6</b>
$L_{O, Okt}$ [dB(A)]	87,6	95,4	100,3	102,2	101,1	96,9	89,8	79,7	<b>107,0</b>

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 [14] 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, Gesamtschalleistungspegel) in der Genehmigung zusätzlich mit aufgeführt werden, entscheidend sind jedoch die festgelegten o.g. Oktavdaten (siehe auch [15], 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 sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

**Tabelle 6: Immissionspegel ( $L_{r,o}$ ) der Vor-, Zusatz und Gesamtbelastung**

IO	Bezeichnung	IRW <sub>nacht</sub> [dB(A)]	$L_{r,o}$ VB [dB(A)]	$L_{r,o}$ ZB [dB(A)]	$L_{r,o}$ GB [dB(A)]
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	40	37,9	28,5	38,4
D-2	Diehlo, Dorfstraße 29	45	36,6	25,3	36,9
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	40	35,2	32,2	37,0
E-2	Eisenhüttenstadt, Tiefer Weg 15	35	30,9	26,5	32,2
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	45	41,5	30,3	41,8
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	40	39,4	27,6	39,6
F-3	Fünfeichen, Diehloer Straße 39	45	38,8	25,7	39,0
FM-1	Fünfeichen, Mühle 3	45	37,6	32,3	38,7
M-1	Möbiskrüge, Fünfeichener Weg 9	40	31,6	19,1	31,8

**Tabelle 7: Beurteilungspegel ( $L_r$ ) Gesamtbelastung durch acht WEA**

IO	Bezeichnung	IRW nacht [dB(A)]	$L_r$ [dB(A)]	$L_r$ gerundet [dB(A)]	Differenz IRW- $L_r$ [dB(A)] <sup>*)</sup>
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	40	38,4	38	2
D-2	Diehlo, Dorfstraße 29	45	36,9	37	8
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	40	37,0	37	3
E-2	Eisenhüttenstadt, Tiefer Weg 15	35	32,2	32	3
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	45	41,8	42	3
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	40	39,6	40	0
F-3	Fünfeichen, Diehloer Straße 39	45	39,0	39	6
FM-1	Fünfeichen Mühle 3	45	38,7	39	6
M-1	Möbiskrüge, Fünfeichener Weg 9	40	31,8	32	8

\*) Es wurden die Rundungsregeln gemäß Nr. 4.5.1 DIN 1333 [7] angewendet.

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

## 4.2 Bewertung der Ergebnisse

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

Die detaillierten, auf Grundlage der in Kapitel 1 beschriebenen Daten erzielten Ergebnisse für den Standort Schierenberg 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 vorliegenden 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.

## 5 Literaturverzeichnis

- [1] 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.*
- [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)*, (GMBI S. 503), 1998.
- [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] 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,.*
- [7] Norm, *DIN 1333:1992-02, Zahlenangaben.*
- [8] EMD, *EMD International A/S, windPRO 3.3 (jeweils aktuellste Version).*
- [9] MagicMaps, *Tour Explorer DE 8 - amtliche topografische Karten im Maßstab 1:50.000 - Export*, MTS Maschinentechnik Schrode AG | Gerhard-Kindler-Straße 8 | 72770 Reutlingen: Quelle der Karten: amtliche Vermessungsämter, 12.06.2018.
- [10] geoGLIS\_oHG, *onmaps GEOBasis-DE / BKG / NRW*, 2018.
- [11] geoGLIS oHG, *onmaps GEOBasis-DE / BKG / NRW*, 2021.
- [12] Hoffmann/von\_Lüpke, *0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel - Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung des Lärms,.*, Erich Schmidt Verlag, 1993.
- [13] FGW\_e.V., *Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien, Technische Richtlinien für Windenergieanlagen*, Revision 18 Hrsg.
- [14] 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.*

- 
- [15] Monika Agatz, Windenergie Handbuch - 17. Ausgabe, Gelsenkirchen, Dezember 2020.
- [16] Urteil, BVerwG 4 C 2.07, 2007.
- [17] Dipl.-Ing.\_Detlef\_Piorr\_(LANUV\_NRW), Festlegung von Abnahmebedingungen für Windenergieanlagen, (Entwurf, Stand: Korrektur 1, 13.02.2018).
- [18] FGW\_Fördergesellschaft\_Windenergie, Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) Überarbeitet 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.
- [19] Monika Agatz, Windenergie Handbuch - 16. Auflage, Gelsenkirchen, Dezember 2019.

## 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  $L_{e,max}$ , Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse, Annahmen zur Schallberechnung,
- Berechnungsausdrucke Zusatzbelastung am IO E-0 (Müllroser Straße 14, Eisenhüttenstadt): Hauptergebnis.

### Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen

- Herstellerangabe zum Schallleistungspegel mit zugehörigem Oktavspektrum des WEA-Typs Vestas V150-6.0 MW.

### Teil III: Akkreditierung und theoretische Grundlagen

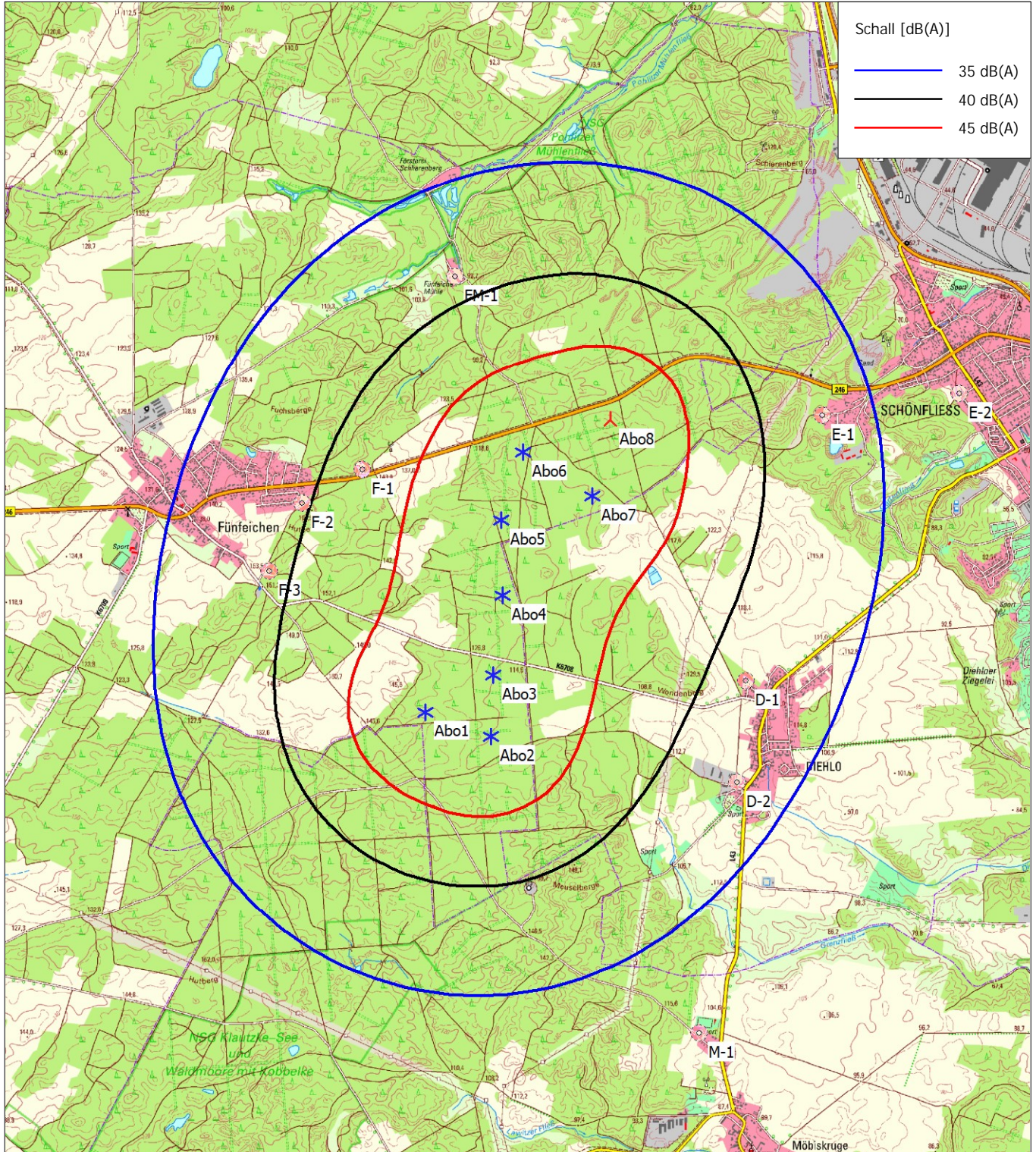
- Akkreditierung,
- Theoretische Grundlagen.



## Anhang Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen

## DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: Gesamtbelastung ABO Wind --WEA 8x V150 6.0MW--



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: TK25, Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 470.365 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

Volmerstraße 7b  
12489 Berlin

Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
09.11.2021 11:09/3.5.552

## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung ABO Wind --WEA 7x V150 6.0MW--  
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

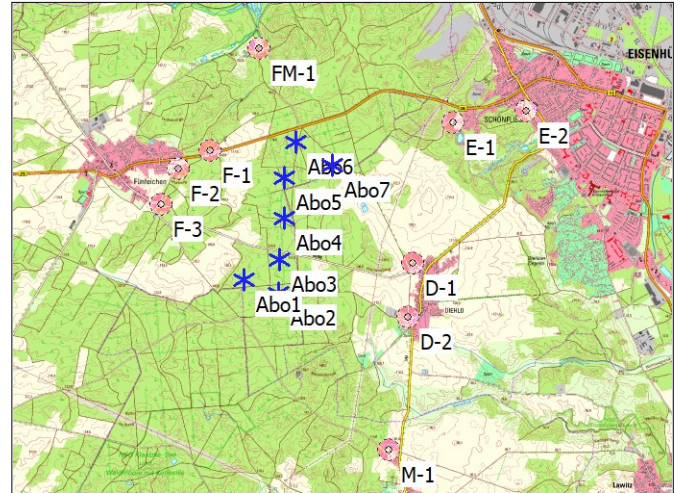
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2  
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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 1:100.000  
\* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

## WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle	Name	Windschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]
Abo1	469.719	5.775.604	135,2	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
Abo2	470.176	5.775.430	120,2	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
Abo3	470.194	5.775.863	119,9	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
Abo4	470.257	5.776.416	122,1	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
Abo5	470.250	5.776.945	127,4	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
Abo6	470.402	5.777.418	113,6	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
Abo7	470.885	5.777.111	119,8	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0

## Berechnungsergebnisse

### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkt-höhe [m]	Anforderung Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderung erfüllt? Schall
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	471.953	5.775.821	106,3	5,0	40,0	37,9	Ja
D-2	Diehlo, Dorfstraße 29	471.892	5.775.109	101,2	5,0	45,0	36,6	Ja
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	472.488	5.777.673	80,3	5,0	40,0	35,2	Ja
E-2	Eisenhüttenstadt, Tiefer Weg 15	473.441	5.777.823	56,6	5,0	35,0	30,9	Ja
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	469.282	5.777.294	146,5	5,0	45,0	41,5	Ja
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	468.863	5.777.060	150,5	5,0	40,0	39,4	Ja
F-3	Fünfeichen, Diehloer Straße 39	468.633	5.776.586	154,6	5,0	45,0	38,8	Ja
FM-1	Fünfeichen Mühle 3	469.926	5.778.642	92,8	5,0	45,0	37,6	Ja
M-1	Möbiskrüge, Fünfeichener Weg 9	471.629	5.773.364	109,1	5,0	40,0	31,6	Ja

### Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA						
	Abo1	Abo2	Abo3	Abo4	Abo5	Abo6	Abo7
D-1	2245	1820	1760	1798	2041	2227	1675
D-2	2228	1746	1858	2093	2463	2748	2241
E-1	3457	3221	2922	2561	2354	2102	1699
E-2	4333	4048	3793	3481	3309	3066	2653
F-1	1746	2068	1697	1313	1029	1127	1614
F-2	1689	2093	1790	1536	1392	1580	2023
F-3	1464	1928	1720	1633	1657	1955	2313
FM-1	3045	3222	2792	2250	1728	1313	1806
M-1	2944	2526	2882	3346	3838	4236	3820

## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung ABO Wind --WEA Abo8 V150 6.0MW--  
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

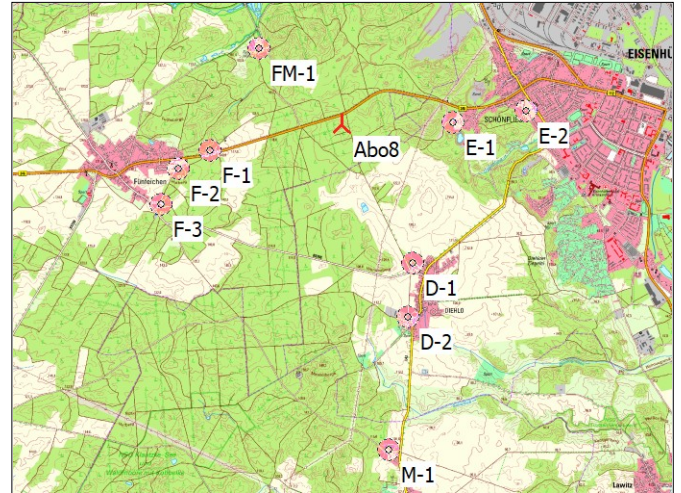
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2  
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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 1:100.000  
▲ Neue WEA     ■ Schall-Immissionsort

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s] (95%)	LWA [dB(A)]
					Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name		
Abo8	471.011	5.777.640	[m]	131,9 VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	107,0	

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderung erfüllt?	
								Schall	Schall
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	471.953	5.775.821	106,3	5,0	40,0	28,5	Ja	Ja
D-2	Diehlo, Dorfstraße 29	471.892	5.775.109	101,2	5,0	45,0	25,3	Ja	Ja
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	472.488	5.777.673	80,3	5,0	40,0	32,2	Ja	Ja
E-2	Eisenhüttenstadt, Tiefer Weg 15	473.441	5.777.823	56,6	5,0	35,0	26,5	Ja	Ja
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	469.282	5.777.294	146,5	5,0	45,0	30,3	Ja	Ja
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	468.863	5.777.060	150,5	5,0	40,0	27,6	Ja	Ja
F-3	Fünfeichen, Diehloer Straße 39	468.633	5.776.586	154,6	5,0	45,0	25,7	Ja	Ja
FM-1	Fünfeichen Mühle 3	469.926	5.778.642	92,8	5,0	45,0	32,3	Ja	Ja
M-1	Möbiskrüge, Fünfeichener Weg 9	471.629	5.773.364	109,1	5,0	40,0	19,1	Ja	Ja

#### Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA Abo8
D-1	2049
D-2	2680
E-1	1477
E-2	2437
F-1	1763
F-2	2225
F-3	2601
FM-1	1477
M-1	4321

Volmerstraße 7b  
12489 Berlin

Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
09.11.2021 11:07/3.5.552

## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung ABO Wind --WEA 8x V150 6.0MW--  
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

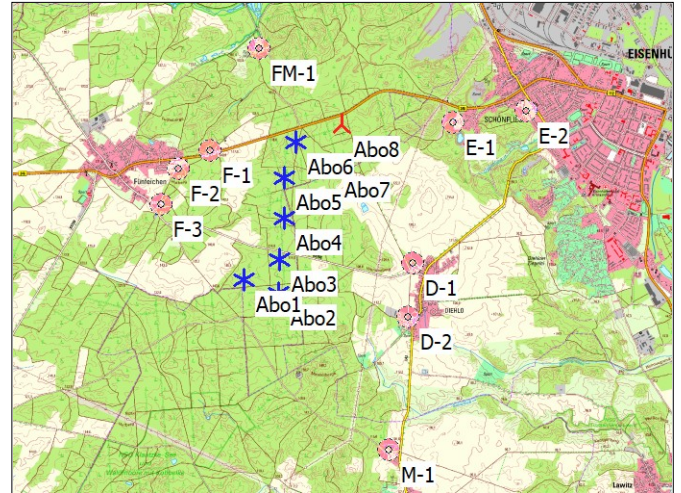
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2  
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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 Ferengebiet: 35 dB(A)

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



Maßstab 1:100.000  
▲ Neue WEA      ★ Existierende WEA  
■ Schall-Immissionsort

## WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle	Name	Windschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]
Abo1	469.719	5.775.604	135,2	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
Abo2	470.176	5.775.430	120,2	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
Abo3	470.194	5.775.863	119,9	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
Abo4	470.257	5.776.416	122,1	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
Abo5	470.250	5.776.945	127,4	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
Abo6	470.402	5.777.418	113,6	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
Abo7	470.885	5.777.111	119,8	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
Abo8	471.011	5.777.640	131,9	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0

## Berechnungsergebnisse

### Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkt- höhe [m]	Anforderung Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderung erfüllt? Schall
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	471.953	5.775.821	106,3	5,0	40,0	38,4	Ja
D-2	Diehlo, Dorfstraße 29	471.892	5.775.109	101,2	5,0	45,0	36,9	Ja
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	472.488	5.777.673	80,3	5,0	40,0	37,0	Ja
E-2	Eisenhüttenstadt, Tiefer Weg 15	473.441	5.777.823	56,6	5,0	35,0	32,2	Ja
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	469.282	5.777.294	146,5	5,0	45,0	41,8	Ja
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	468.863	5.777.060	150,5	5,0	40,0	39,6	Ja
F-3	Fünfeichen, Diehloer Straße 39	468.633	5.776.586	154,6	5,0	45,0	39,0	Ja
FM-1	Fünfeichen Mühle 3	469.926	5.778.642	92,8	5,0	45,0	38,7	Ja
M-1	Möbiskrüge, Fünfeichener Weg 9	471.629	5.773.364	109,1	5,0	40,0	31,8	Ja

### Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA							
	Abo1	Abo2	Abo3	Abo4	Abo5	Abo6	Abo7	Abo8
D-1	2245	1820	1760	1798	2041	2227	1675	2049
D-2	2228	1746	1858	2093	2463	2748	2241	2680
E-1	3457	3221	2922	2561	2354	2102	1699	1477
E-2	4333	4048	3793	3481	3309	3066	2653	2437
F-1	1746	2068	1697	1313	1029	1127	1614	1763
F-2	1689	2093	1790	1536	1392	1580	2023	2225
F-3	1464	1928	1720	1633	1657	1955	2313	2601
FM-1	3045	3222	2792	2250	1728	1313	1806	1477
M-1	2944	2526	2882	3346	3838	4236	3820	4321

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung ABO Wind --WEA 8x V150 6.0MW--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]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo1	2.245	2.253	27,46	107,0	0,00	78,06	4,49	-3,00	0,00	0,00	79,54
Abo2	1.820	1.829	29,93	107,0	0,00	76,24	3,83	-3,00	0,00	0,00	77,07
Abo3	1.760	1.769	30,32	107,0	0,00	75,95	3,74	-3,00	0,00	0,00	76,69
Abo4	1.798	1.807	30,07	107,0	0,00	76,14	3,80	-3,00	0,00	0,00	76,93
Abo5	2.041	2.049	28,59	107,0	0,00	77,23	4,18	-3,00	0,00	0,00	78,41
Abo6	2.227	2.233	27,57	107,0	0,00	77,98	4,46	-3,00	0,00	0,00	79,44
Abo7	1.675	1.685	30,88	107,0	0,00	75,53	3,60	-3,00	0,00	0,00	76,13
Abo8	2.049	2.058	28,55	107,0	0,00	77,27	4,19	-3,00	0,00	0,00	78,46
Summe			38,37								

Schall-Immissionsort: D-2 Diehlo, Dorfstraße 29

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo1	2.228	2.237	27,55	107,0	0,00	77,99	4,46	-3,00	0,00	0,00	79,46
Abo2	1.746	1.755	30,41	107,0	0,00	75,89	3,71	-3,00	0,00	0,00	76,60
Abo3	1.858	1.867	29,69	107,0	0,00	76,42	3,89	-3,00	0,00	0,00	77,31
Abo4	2.093	2.101	28,30	107,0	0,00	77,45	4,26	-3,00	0,00	0,00	78,71
Abo5	2.463	2.470	26,35	107,0	0,00	78,85	4,81	-3,00	0,00	0,00	80,66
Abo6	2.748	2.753	25,00	107,0	0,00	79,80	5,21	-3,00	0,00	0,00	82,00
Abo7	2.241	2.248	27,49	107,0	0,00	78,04	4,48	-3,00	0,00	0,00	79,52
Abo8	2.680	2.687	25,31	107,0	0,00	79,58	5,11	-3,00	0,00	0,00	81,70
Summe			36,92								

Schall-Immissionsort: E-1 Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo1	3.457	3.464	22,07	107,0	0,00	81,79	6,14	-3,00	0,00	0,00	84,93
Abo2	3.221	3.228	22,99	107,0	0,00	81,18	5,84	-3,00	0,00	0,00	84,02
Abo3	2.922	2.929	24,22	107,0	0,00	80,34	5,45	-3,00	0,00	0,00	82,78
Abo4	2.561	2.569	25,86	107,0	0,00	79,20	4,95	-3,00	0,00	0,00	81,14
Abo5	2.354	2.363	26,89	107,0	0,00	78,47	4,65	-3,00	0,00	0,00	80,12
Abo6	2.102	2.111	28,24	107,0	0,00	77,49	4,27	-3,00	0,00	0,00	78,76
Abo7	1.699	1.711	30,70	107,0	0,00	75,66	3,64	-3,00	0,00	0,00	76,31
Abo8	1.477	1.493	32,25	107,0	0,00	74,48	3,28	-3,00	0,00	0,00	74,76
Summe			37,01								

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung ABO Wind --WEA 8x V150 6.0MW--Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: E-2 Eisenhüttenstadt, Tiefer Weg 15

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo1	4.333	4.340	19,07	107,0	0,00	83,75	7,19	-3,00	0,00	0,00	87,93
Abo2	4.048	4.054	19,99	107,0	0,00	83,16	6,86	-3,00	0,00	0,00	87,02
Abo3	3.793	3.800	20,86	107,0	0,00	82,59	6,55	-3,00	0,00	0,00	86,15
Abo4	3.481	3.489	21,98	107,0	0,00	81,85	6,17	-3,00	0,00	0,00	85,03
Abo5	3.309	3.318	22,63	107,0	0,00	81,42	5,96	-3,00	0,00	0,00	84,37
Abo6	3.066	3.074	23,61	107,0	0,00	80,75	5,64	-3,00	0,00	0,00	83,39
Abo7	2.653	2.663	25,42	107,0	0,00	79,51	5,08	-3,00	0,00	0,00	81,59
Abo8	2.437	2.448	26,45	107,0	0,00	78,78	4,77	-3,00	0,00	0,00	80,55
Summe			32,21								

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

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo1	1.746	1.753	30,42	107,0	0,00	75,87	3,71	-3,00	0,00	0,00	76,58
Abo2	2.068	2.072	28,46	107,0	0,00	77,33	4,21	-3,00	0,00	0,00	78,54
Abo3	1.697	1.703	30,75	107,0	0,00	75,62	3,63	-3,00	0,00	0,00	76,25
Abo4	1.313	1.320	33,62	107,0	0,00	73,41	2,98	-3,00	0,00	0,00	73,39
Abo5	1.029	1.040	36,21	107,0	0,00	71,34	2,46	-3,00	0,00	0,00	70,80
Abo6	1.127	1.135	35,27	107,0	0,00	72,10	2,64	-3,00	0,00	0,00	71,74
Abo7	1.614	1.620	31,33	107,0	0,00	75,19	3,49	-3,00	0,00	0,00	75,68
Abo8	1.763	1.770	30,31	107,0	0,00	75,96	3,74	-3,00	0,00	0,00	76,70
Summe			41,84								

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

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo1	1.689	1.696	30,80	107,0	0,00	75,59	3,62	-3,00	0,00	0,00	76,21
Abo2	2.093	2.098	28,32	107,0	0,00	77,44	4,25	-3,00	0,00	0,00	78,69
Abo3	1.790	1.795	30,14	107,0	0,00	76,08	3,78	-3,00	0,00	0,00	76,86
Abo4	1.536	1.542	31,88	107,0	0,00	74,76	3,36	-3,00	0,00	0,00	75,12
Abo5	1.392	1.399	32,97	107,0	0,00	73,92	3,11	-3,00	0,00	0,00	74,03
Abo6	1.580	1.585	31,57	107,0	0,00	75,00	3,43	-3,00	0,00	0,00	75,43
Abo7	2.023	2.027	28,72	107,0	0,00	77,14	4,14	-3,00	0,00	0,00	78,28
Abo8	2.225	2.230	27,59	107,0	0,00	77,96	4,45	-3,00	0,00	0,00	79,42
Summe			39,64								

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

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo1	1.464	1.471	32,41	107,0	0,00	74,35	3,24	-3,00	0,00	0,00	74,59
Abo2	1.928	1.932	29,29	107,0	0,00	76,72	4,00	-3,00	0,00	0,00	77,72
Abo3	1.720	1.725	30,60	107,0	0,00	75,74	3,66	-3,00	0,00	0,00	76,40
Abo4	1.633	1.638	31,20	107,0	0,00	75,29	3,52	-3,00	0,00	0,00	75,81
Abo5	1.657	1.662	31,03	107,0	0,00	75,41	3,56	-3,00	0,00	0,00	75,98
Abo6	1.955	1.959	29,13	107,0	0,00	76,84	4,04	-3,00	0,00	0,00	77,88
Abo7	2.313	2.316	27,13	107,0	0,00	78,30	4,58	-3,00	0,00	0,00	79,88
Abo8	2.601	2.605	25,69	107,0	0,00	79,32	5,00	-3,00	0,00	0,00	81,32
Summe			39,05								

Schall-Immissionsort: FM-1 Fünfeichen Mühle 3

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo1	3.045	3.052	23,70	107,0	0,00	80,69	5,61	-3,00	0,00	0,00	83,30
Abo2	3.222	3.227	22,99	107,0	0,00	81,18	5,84	-3,00	0,00	0,00	84,02

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:  
18-1-3021  
ABO Wind AG

Beschreibung:  
Windpark Schierenberg in der Gemeinde Schlaubetal im  
Landkreis Oder-Spree, Brandenburg

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



Volmerstraße 7b  
12489 Berlin

-  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
09.11.2021 11:07/3.5.552

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung ABO Wind --WEA 8x V150 6.0MW--Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo3	2.792	2.798	24,80	107,0	0,00	79,94	5,27	-3,00	0,00	0,00	82,21
Abo4	2.250	2.259	27,43	107,0	0,00	78,08	4,50	-3,00	0,00	0,00	79,57
Abo5	1.728	1.739	30,51	107,0	0,00	75,81	3,69	-3,00	0,00	0,00	76,49
Abo6	1.313	1.326	33,57	107,0	0,00	73,45	2,99	-3,00	0,00	0,00	73,44
Abo7	1.806	1.816	30,01	107,0	0,00	76,18	3,81	-3,00	0,00	0,00	77,00
Abo8	1.477	1.491	32,27	107,0	0,00	74,47	3,27	-3,00	0,00	0,00	74,74
Summe			38,68								

## Schall-Immissionsort: M-1 Möbiskrüge, Fünfeichener Weg 9

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

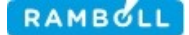
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo1	2.944	2.950	24,14	107,0	0,00	80,40	5,47	-3,00	0,00	0,00	82,87
Abo2	2.526	2.532	26,04	107,0	0,00	79,07	4,89	-3,00	0,00	0,00	80,96
Abo3	2.882	2.887	24,41	107,0	0,00	80,21	5,39	-3,00	0,00	0,00	82,60
Abo4	3.346	3.351	22,50	107,0	0,00	81,50	6,00	-3,00	0,00	0,00	84,50
Abo5	3.838	3.842	20,71	107,0	0,00	82,69	6,61	-3,00	0,00	0,00	86,30
Abo6	4.236	4.239	19,39	107,0	0,00	83,55	7,07	-3,00	0,00	0,00	87,62
Abo7	3.820	3.824	20,77	107,0	0,00	82,65	6,58	-3,00	0,00	0,00	86,24
Abo8	4.321	4.325	19,12	107,0	0,00	83,72	7,17	-3,00	0,00	0,00	87,89
Summe			31,82								



Projekt:  
18-1-3021  
ABO Wind AG

Beschreibung:  
Windpark Schierenberg in der Gemeinde Schlaubetal im  
Landkreis Oder-Spree, Brandenburg

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



Volmerstraße 7b  
12489 Berlin

-  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
09.11.2021 11:07/3.5.552

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Gesamtbelastung ABO Wind --WEA 8x V150 6.0MW--

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

Keiner

Meteorologischer Koeffizient, CO:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

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

Schallleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel; Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

Modell: 0,0 dB(A)

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

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

Unsicherheitszuschlag:

0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität

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

0,0 dB(A)

Oktavbanddaten verwendet

Frequenzabhängige Luftdämpfung

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

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA: VESTAS V150-6.0 6000 150.0 !O!

Schall: Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
0079-9481.V07 20.05.2021 USER 20.05.2021 11:04

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]
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: 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

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

Projekt:  
18-1-3021  
ABO Wind AG

Beschreibung:  
Windpark Schierenberg in der Gemeinde Schlaubetal im  
Landkreis Oder-Spree, Brandenburg

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



Volmerstraße 7b  
12489 Berlin

-  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
09.11.2021 11:07/3.5.552

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Gesamtbelastung ABO Wind --WEA 8x V150 6.0MW--  
Schall-Immissionsort: E-2 Eisenhüttenstadt, Tiefer Weg 15  
Vordefinierter Berechnungsstandard: Reines Wohngebiet / Kurgebiet  
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells  
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 35,0 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

Schall-Immissionsort: FM-1 Fünfeichen Mühle 3  
Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich  
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells  
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)  
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: M-1 Möbiskrüge, 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

## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung ABO Wind --WEA Abo8 V150 6.0MW-- Lemax  
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

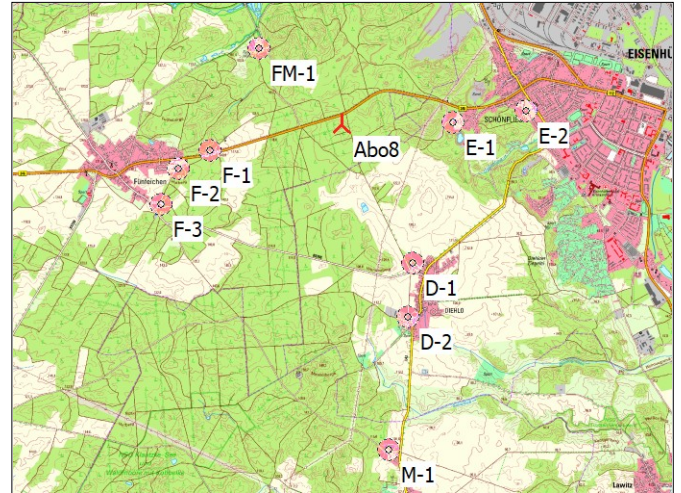
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2  
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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 1:100.000  
▲ Neue WEA      ■ Schall-Immissionsort

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]
					Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name		
Abo8	471.011	5.777.640	[m]	131,9 VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	106,6

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderung erfüllt?	
								Schall	Schall
D-1	Diehlo, Fünfeichener Weg 9	471.953	5.775.821	106,3	5,0	40,0	28,1	Ja	Ja
D-2	Diehlo, Dorfstraße 29	471.892	5.775.109	101,2	5,0	45,0	24,9	Ja	Ja
E-1	Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6	472.488	5.777.673	80,3	5,0	40,0	31,8	Ja	Ja
E-2	Eisenhüttenstadt, Tiefer Weg 15	473.441	5.777.823	56,6	5,0	35,0	26,1	Ja	Ja
F-1	Fünfeichen, Ernst-Thälmann-Straße 1a	469.282	5.777.294	146,5	5,0	45,0	29,9	Ja	Ja
F-2	Fünfeichen, Am Hutberg 61	468.863	5.777.060	150,5	5,0	40,0	27,2	Ja	Ja
F-3	Fünfeichen, Diehloer Straße 39	468.633	5.776.586	154,6	5,0	45,0	25,3	Ja	Ja
FM-1	Fünfeichen Mühle 3	469.926	5.778.642	92,8	5,0	45,0	31,9	Ja	Ja
M-1	Möbiskrüge, Fünfeichener Weg 9	471.629	5.773.364	109,1	5,0	40,0	18,7	Ja	Ja

#### Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA Abo8
D-1	2049
D-2	2680
E-1	1477
E-2	2437
F-1	1763
F-2	2225
F-3	2601
FM-1	1477
M-1	4321

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Zusatzbelastung ABO Wind --WEA Abo8 V150 6.0MW-- LemaxSchallberechnungs-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:	Einzelöne
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]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo8	2.049	2.058	28,15	106,6	0,00	77,27	4,19	-3,00	0,00	0,00	78,46

#### Schall-Immissionsort: D-2 Diehlo, Dorfstraße 29

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo8	2.680	2.687	24,91	106,6	0,00	79,58	5,11	-3,00	0,00	0,00	81,70

#### Schall-Immissionsort: E-1 Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo8	1.477	1.493	31,85	106,6	0,00	74,48	3,28	-3,00	0,00	0,00	74,76

#### Schall-Immissionsort: E-2 Eisenhüttenstadt, Tiefer Weg 15

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo8	2.437	2.448	26,05	106,6	0,00	78,78	4,77	-3,00	0,00	0,00	80,55

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

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo8	1.763	1.770	29,91	106,6	0,00	75,96	3,74	-3,00	0,00	0,00	76,70

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

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

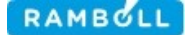
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo8	2.225	2.230	27,19	106,6	0,00	77,96	4,45	-3,00	0,00	0,00	79,42

Projekt:  
18-1-3021  
ABO Wind AG

Beschreibung:  
Windpark Schierenberg in der Gemeinde Schlaubetal im  
Landkreis Oder-Spree, Brandenburg

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



Volmerstraße 7b  
12489 Berlin

-  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
09.11.2021 16:09/3.5.552

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Zusatzbelastung ABO Wind --WEA Abo8 V150 6.0MW-- LemaxSchallberechnungs-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]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo8	2.601	2.605	25,29	106,6	0,00	79,32	5,00	-3,00	0,00	0,00	81,32

Schall-Immissionsort: FM-1 Fünfeichen Mühle 3

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo8	1.477	1.491	31,87	106,6	0,00	74,47	3,27	-3,00	0,00	0,00	74,74

Schall-Immissionsort: M-1 Möbiskrüge, Fünfeichener Weg 9

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

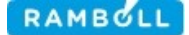
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
Abo8	4.321	4.325	18,72	106,6	0,00	83,72	7,17	-3,00	0,00	0,00	87,89

Projekt:  
18-1-3021  
ABO Wind AG

Beschreibung:  
Windpark Schierenberg in der Gemeinde Schlaubetal im  
Landkreis Oder-Spree, Brandenburg

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



Volmerstraße 7b  
12489 Berlin

-  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
09.11.2021 16:09/3.5.552

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Zusatzbelastung ABO Wind --WEA Abo8 V150 6.0MW-- Lemax

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

Keiner

Meteorologischer Koeffizient, CO:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

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

Schallleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel; Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

Modell: 0,0 dB(A)

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

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

Unsicherheitszuschlag:

0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität

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

0,0 dB(A)

Oktavbanddaten verwendet

Frequenzabhängige Luftdämpfung

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

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA: VESTAS V150-6.0 6000 150.0 !O!

Schall: Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
0079-9481.V07 20.05.2021 USER 17.06.2021 09:36

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]
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

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

Schall-Immissionsort: E-1 Eisenhüttenstadt, Hohlweg 6

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

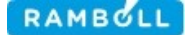
Schallrichtwert: 40,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Projekt:  
18-1-3021  
ABO Wind AG

Beschreibung:  
Windpark Schierenberg in der Gemeinde Schlaubetal im  
Landkreis Oder-Spree, Brandenburg

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



Volmerstraße 7b  
12489 Berlin

-  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
09.11.2021 16:09/3.5.552

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Zusatzbelastung ABO Wind --WEA Abo8 V150 6.0MW-- Lemax

Schall-Immissionsort: E-2 Eisenhüttenstadt, Tiefer Weg 15

Vordefinierter Berechnungsstandard: Reines Wohngebiet / Kurgebiet

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 35,0 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

Schall-Immissionsort: FM-1 Fünfeichen Mühle 3

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)  
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: M-1 Möbiskrüge, Fünfeichener Weg 9

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

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

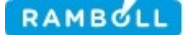
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)  
Keine Abstandsanforderung

Projekt:  
18-1-3021  
ABO Wind AG

Beschreibung:  
Windpark Schierenberg in der Gemeinde Schlaubetal im  
Landkreis Oder-Spree, Brandenburg

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



Volmerstraße 7b  
12489 Berlin

-  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
09.11.2021 11:21/3.5.552

## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung am IO E-0 -- Abo8 V150 6.0MW--  
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

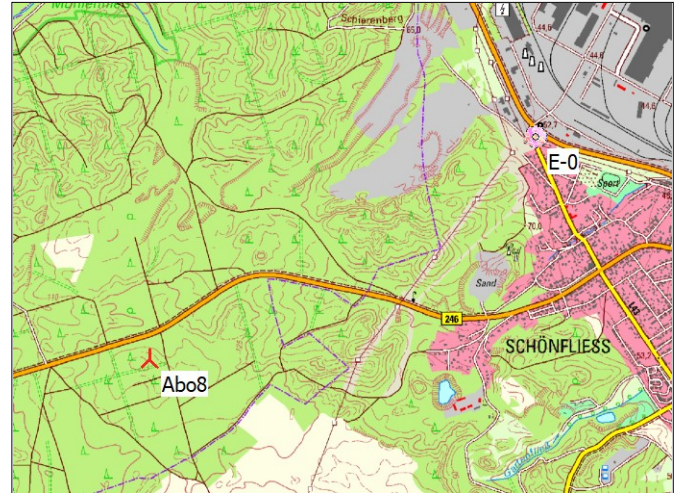
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2  
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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 1:40.000  
Neue WEA Schall-Immissionsort

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schallwerte		Windgeschwindigkeit	LWA
					Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name		
Abo8	471.011	5.777.640	131,9 [m]	VESTAS V150-6.0 ...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000 [kW]	150,0 [m]	169,0 [m]	USER	Hersteller Mode PO 6MW: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%) [m/s]	107,0 [dB(A)]

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkt-höhe	Anforderung Schall	Beurteilungspegel Von WEA	Anforderung erfüllt?
E-0	Eisenhüttenstadt, Müllroser Straße 14	473.055	5.778.815	51,3	5,0	43	27	Ja

#### Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA	Abstand (m)
E-0	Abo8	2358



## 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  $\sigma_{WTG}$  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. Rotor-drehzahl [1/min]	10,1	10,1	9,9	9,3	8,8	8,4	7,9	7,5
	<b>Nabenhöhen [m]</b>							
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
$\sigma_{WTG}$	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)	<b>106,6</b>	<b>106,6</b>	<b>105,7</b>	<b>103,7</b>	<b>102,7</b>	<b>101,7</b>	<b>100,7</b>	<b>99,7</b>
<b>Frequenzen</b>	<b>Oktavspektrum <math>\overline{L}_W</math> (P50)</b>							
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
<b>A-wgt</b>	<b>104,9</b>	<b>104,9</b>	<b>104,0</b>	<b>102,0</b>	<b>101,0</b>	<b>100,0</b>	<b>99,0</b>	<b>98,0</b>

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

## B. Einfachvermessung

Entfällt, da keine Vermessungen des Windenergieanlagentyps vorliegen.

-----

Sofern ein Schall-Emissionsmessbericht für den geplanten Windenergieanlagentyp (WEA) und Betriebsmode vorliegt muss dieser zur Schallimmissionsprognose gemäß LAI-Hinweisen herangezogen werden. Der Messbericht weist den max. gemessenen Schalleistungspegel  $\overline{L}_W$  (P50) des vermessenen Windenergieanlagentyps und Betriebsmodus aus, sowie das dazugehörige Oktavspektrum.

Zur Ermittlung der Unsicherheit des Schalleistungspegels  $\sigma_{WTG}$  werden die Unsicherheiten der Serienstreuung  $\sigma_P$  und der Typvermessung  $\sigma_R$  (Reproduzierbarkeit) gemäß den Vorgaben des LAI Hinweise herangezogen.

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

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

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

$$\text{mit } \sigma_P = 1,2 \text{ dB und } \sigma_R = 0,5 \text{ dB}$$

Blattkonfiguration	STE & RVG						
	PO5600 (104,9)	SO0 (104,0)	SO2 (102,0)	SO3 (101,0)	SO4 (100,0)	SO5 (99,0)	SO6 (98,0)
Messbericht (DMS)	-	-	-	-	-	-	-
Berichtsnummer	-	-	-	-	-	-	-
$\overline{L}_W$ (P50)	-	-	-	-	-	-	-
$\sigma_P$	-	-	-	-	-	-	-
$\sigma_R$	-	-	-	-	-	-	-
$\sigma_{WTG}$	-	-	-	-	-	-	-
$1,28 \times \sigma_{WTG}$	-	-	-	-	-	-	-
$L_{e,max}$ (P90)	-	-	-	-	-	-	-
Oktavspektrum (P50)							

Tabelle 3: Eingangsgroßen für Schallimmissionsprognosen V150-5.6 MW, Einfachvermessung

## C. Mehrfachvermessung

Entfällt, da keine Mehrfachvermessungen des Windenergieanlagentyps vorliegen.

-----

Sofern mindestens drei Schall-Emissionsmessberichte für den geplanten Windenergieanlagentyp (WEA) und Betriebsmode vorliegt, müssen diese gemäß LAI-Hinweisen zur Schallimmissionsprognose herangezogen werden.

Blattkonfiguration	STE & RVG						
	PO5600 (104,9)	SO0 (104,0)	SO2 (102,0)	SO3 (101,0)	SO4 (100,0)	SO5 (99,0)	SO6 (98,0)
<b>Betriebsmodi</b>							
<b>Ergebniszusammenfassung aus mehrerer Einzelmessungen (Oktaven und mittlerer Schalleistungspegel, ggf. inkl. NH-Umrechnung)</b>							
DMS-Nr.	-	-	-	-	-	-	-
Berichtsnummer	-	-	-	-	-	-	-
<b>Messung 1:</b>	<b>Einzelmessbericht (&amp; ggf. NH-Umrechnung)</b>						
DMS-Nr.	-	-	-	-	-	-	-
Berichtsnummer	-	-	-	-	-	-	-
DMS-Nr. der NH-Umrechnung	-	-	-	-	-	-	-
<b>Messung 2:</b>	<b>Einzelmessbericht (&amp; ggf. NH-Umrechnung)</b>						
DMS-Nr.	-	-	-	-	-	-	-
Berichtsnummer	-	-	-	-	-	-	-
DMS-Nr. der NH-Umrechnung	-	-	-	-	-	-	-
<b>Messung 3:</b>	<b>Einzelmessbericht (&amp; ggf. NH-Umrechnung)</b>						
DMS-Nr.	-	-	-	-	-	-	-
Berichtsnummer	-	-	-	-	-	-	-
DMS-Nr. der NH-Umrechnung	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 4: Eingangsgroßen für Schallimmissionsprognosen V150-5.6 MW, Mehrfachvermessung

Basierend auf den gemessenen Schalleistungspegeln der Einzelmessungen  $L_{WA}$  ist im Mehrfachmessbericht der Mittelwert  $\overline{L_W}$  (P50) der unterschiedlichen Windgeschwindigkeits-BIN ermittelt und dargestellt.

Hieraus wählt man den Betriebspunkt/Windgeschwindigkeits-BIN mit dem max. mittleren Schalleistungspegel  $L_W$  (P50) und betrachtet nachfolgende diesen Betriebspunkt.

Zur Ermittlung der Unsicherheit des mittleren Schalleistungspegels  $\sigma_{WTG}$  wird wie folgt berechnet:

$$\sigma_{WTG} = \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2} \quad (\text{P50})$$

Die Serienstreuung  $\sigma_P$  des WEA-Typs wird unter Berücksichtigung einer kombinierten Unsicherheit des Mittelwertes unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Einzelmesswertes

2021-03-19

**Vestas**<sup>®</sup>Seite  
5 / 5

$\sigma_i$  (berechnet aus  $U_c$  der Einzelvermessung & des Fehlers der NH-Umrechnung  $\sigma_{NH}$ ) wie folgt bestimmt:

$$\sigma_P = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i \cdot 10^{(L_{wA,i}/10)}}{\sum_{i=1}^n 10^{(L_{wA,i}/10)}}$$

mit

$$\sigma_i = \sqrt{U_c^2 + \sigma_{NH}^2}$$

Für die Unsicherheit der Typvermessung (Reproduzierbarkeit)  $\sigma_R$  wird 0,5 gemäß LAI Hinweise angesetzt.

Der WEA-spezifische Unsicherheitsaufschlag (Unsicherheit des mittleren Schalleistungspegels  $\sigma_{WTG}$  mit einem Vertrauensniveau von 90% (P90)) beträgt  $1,28 \times \sigma_{WTG}$  (gerundet auf einer Dezimale), jedoch Minimum 1dB(A).

## 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 Prüflaboratorien

### Ramboll Deutschland GmbH Onshore Wind

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 60 % Referenzertrag-Nachweises; 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 01.12.2020 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, 01.12.2020

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

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



# 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.

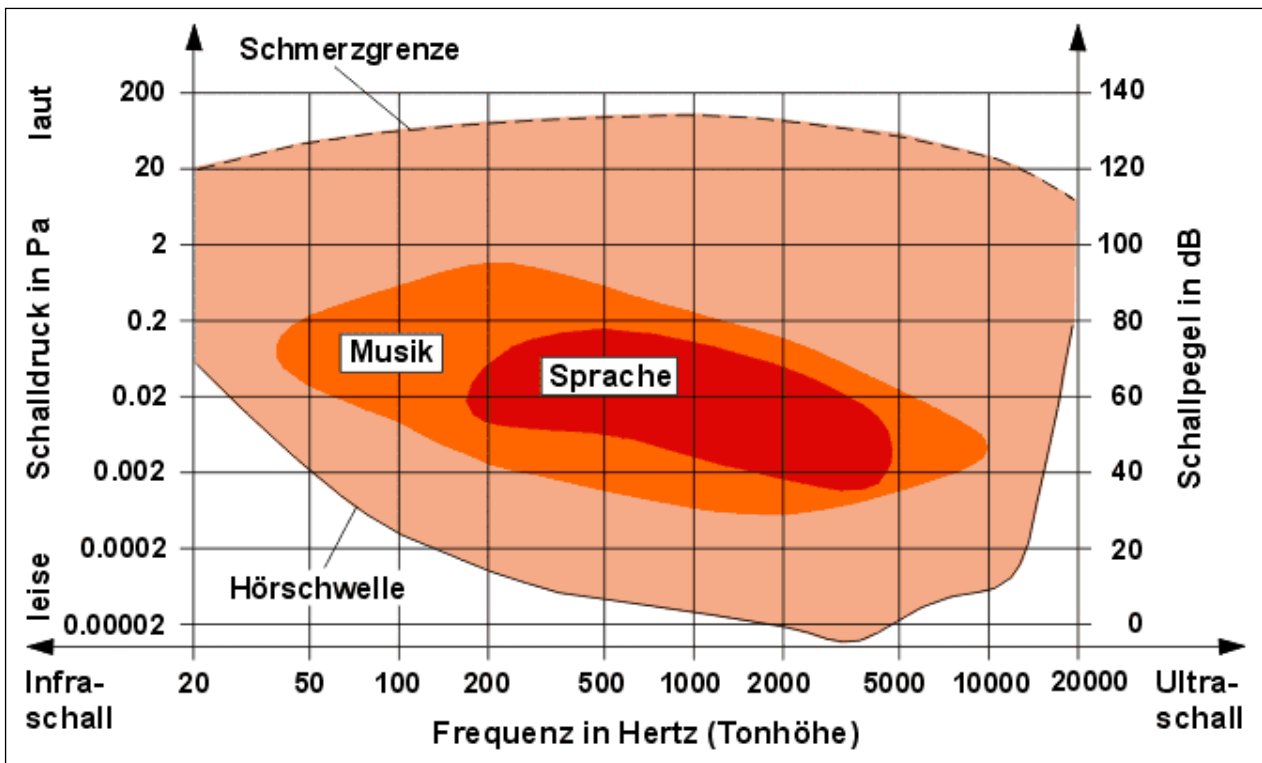


Abbildung 1: Hörbereich des Menschen [1]

Der hörbare Bereich liegt zwischen ca. 20 Hz (Hertz) und 20.000 Hz. Das Ohr nimmt Druckschwankungen im mittleren Frequenzbereich ab ca.  $2 \times 10^{-5}$  Pascal (Pa) (= 0 dB) wahr, ab 20 Pa (120 dB) wird der Schall als schmerzhaft wahrgenommen. Der Schall unter 20 Hz wird als Infraschall, der Schall über 20.000 Hz als Ultraschall bezeichnet.

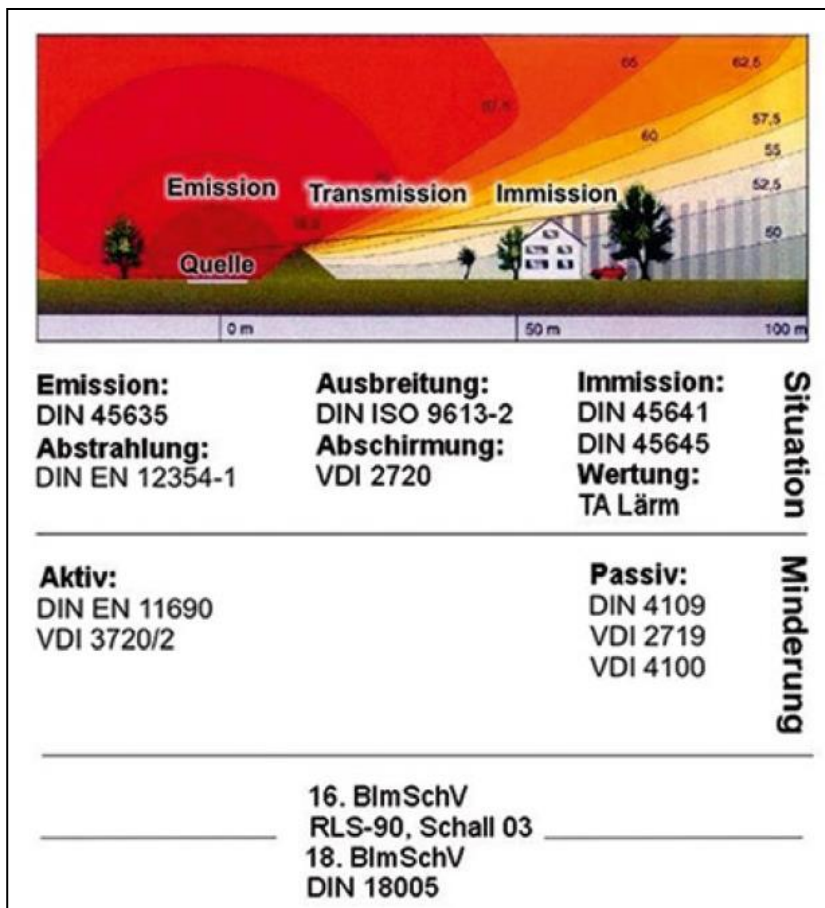
## 1.2 Schallausbreitung und Vorschriften

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 der 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.

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

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 die Schallprognose bei Windenergieanlagen wird vom ungünstigsten Fall ausgegangen, der sich aus der lautesten Nachtstunde bei Mitwindbedingungen, 10 °C Temperatur und 70 % Luftfeuchte ergibt.

Der für die Prognose verwendete Mittelungspegel entspricht dem nach FGW-Richtlinie [9] aus 1-minütigen Messwerten ermittelten, maximalen Schalleistungspegel bei 95% der Nennleistung oder bei einer standardisierten Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe.

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 an einem Standort bereits Geräuschquellen (z.B. Windenergieanlagen, Biogasanlagen, gewerbliche Anlagen), so sind diese als Vorbelastung zu berücksichtigen und die neu geplante(n) Anlage(n) als Zusatzbelastung zu bewerten. Die Gesamtbelastung ergibt sich dann 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 diese unterschiedlich auf, sind jedoch überwiegend durch das Blatt geprägt. Die Schallabstrahlung einer WEA ist nie konstant, sondern stark von der Leistung und somit von der Windgeschwindigkeit abhängig. Der immissionsrelevante Schalleistungspegel 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). Die Umgebungsgeräusche sind dann in der Regel lauter als die WEA, d.h. die Geräuschimmission der WEA wird überdeckt.

In Einzelfällen wurden jedoch geringere Geräuschabstände zwischen den Fremdgeräuschen und den Anlagengeräuschen gemessen. Dies tritt besonders an windgeschützten Orten auf, oder dann, wenn die WEA bei höheren Windgeschwindigkeiten eine Ton- oder Impulshaltigkeit besitzt. Daher hat sich die Vorgehensweise durchgesetzt (federführend der Arbeitskreis "Geräusche von Windenergieanlagen"), dass bei einem Immissionsrichtwert von 45 dB(A) die Prognose mit dem Schalleistungspegel bei  $v_{10} = 10$  m/s oder, da viele Anlagen schon bei einer geringeren Windgeschwindigkeit ihre Nennleistung erreichen, mit dem Wert bei Erreichen von 95 % der Nennleistung, erstellt werden soll.

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  $\alpha$  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 wurden bei der schalltechnischen Vermessung von Windenergieanlagen der A-bewertete mittlere Schalleistungspegel sowie nach FGW-Richtlinie [9] oktavbandbezogene Werte ermittelt. Bei noch nicht vermessenen WEA kommen nach LAI-Hinweisen [11] auch Herstelleroktavdaten zur Verwendung, die im Allgemeinen nur geringfügig von Vermessungen abweichen und konservativ in der Prognose mit höheren Unsicherheitszuschlägen berechnet werden (siehe Kapitel Unsicherheiten). Die WEA werden im Modell als Punktschallquellen nachgebildet.

#### 2.2.2 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:

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

- **L<sub>WA</sub>:** Oktavband-Schalleistungspegel der Punktschallquelle, in Dezibel, bezogen auf eine Bezugsschalleistung von einem Picowatt (1 pW), A-bewertet.
- **D<sub>C</sub>:** 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<sub>w</sub> abweicht. D<sub>C</sub> ist gleich dem Richtwirkungsmaß D<sub>I</sub> der Punktschallquelle zuzüglich eines Richtwirkungsmaßes D<sub>Ω</sub>, das 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<sub>C</sub> = 0 gesetzt.
- **A: Dämpfungen** zwischen der Punktquelle (WEA-Gondel) und dem Immissionsort, die bei der Schallausbreitung vorherrscht. Sie bestimmt sich aus den folgenden Dämpfungsarten:

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

A<sub>div</sub>: Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung:

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

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionsort.

A<sub>atm</sub>: Dämpfung durch die Luftabsorption

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

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 $\alpha$ , 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  $A_{gr} = -3$  dB(A). Dies entspricht einer negativen Dämpfung, also einer Zunahme des Pegels auf Empfängerseite und kann als Bodenreflexionseffekt interpretiert werden.

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

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.



### 2.2.3 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.

### 2.2.4 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  $K_T$ :

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

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].

### 2.2.5 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 Rotorumlaufs 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.

## 2.3 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] [18] 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]<sup>1</sup> ist das Oktavspektrum der WEA ( $L_{WA,Okt}$ ) inklusive der angesetzten WEA-immanenten Unsicherheiten ( $\sigma_P$  und  $\sigma_R$ , also  $L_{e,max,Okt}$ ) als rechtlich zulässiges Maß für die Emissionen der WEA genehmigungsrechtlich festzulegen ( $L_{genehmigt,Okt} = L_{e,max,Okt}$ )<sup>2</sup> (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 emissionsseitigen<sup>3</sup> 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).

<sup>1</sup> ausführlich z. B. in Agatz [22].

<sup>2</sup> In Schleswig-Holstein ist abweichend zu den LAI-Hinweisen der reine  $L_{WA,Okt}$  festzulegen, ohne o.g. WEA-Unsicherheiten [23]:  $L_{genehmigt,Okt} = L_{WA,Okt}$ .

<sup>3</sup> Immissionsmessungen zum Nachweis des genehmigungskonformen Betriebs werden nach LAI Hinweisen [11] sowie LANUV [20] nicht empfohlen. Der Vollständigkeit halber gilt: bei einer Immissionsmessung sollte die folgende Ungleichung erfüllt sein:  $L_{r,IO} + 1,28 \times \sigma_R \leq L_{r,o,IO}$ .

<sup>4</sup> 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 [20] [21] [23].

<sup>5</sup> 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.

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

Die Parameter  $\sigma_R$  und  $\sigma_P$  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  $L_{o,Okt}$  in einzelnen Oktaven überschreiten. Entscheidend in diesem Fall ist der Nachweis auf Nichtüberschreitung der Beurteilungspegel  $L_{r,o}$  (Beurteilungspegel der Zusatzbelastung auf Basis von  $L_{o,Okt}$ ) durch eine der Messung folgende Ausbreitungsrechnung:

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

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

## 4 Quellenverzeichnis

- [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, Vols. Elektroakustik - 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] Norm, DIN EN 61400-11:2013-09; VDE 0127-11:2013-09, Vols. Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren (IEC 61400-11:2012); Deutsche Fassung EN 61400-11:2013, 2013.
- [9] TR1, Technische Richtlinien für Windenergieanlagen - FGW-Richtlinien - Teil 1 - TR 1 – Bestimmung der Schallemissionswerte, vol. Revision 18.
- [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] Peter Kudella, TremAc-Studie: Objektive Kriterien zu Erschütterungs- und Schallemissionen durch Windenergieanlagen im Binnenland.; Karlsruhe: Windenergieforschungscluster WindForS, Januar 2020.
- [19] Dipl.-Ing. Detlef Piorr (LANUV NRW), Festlegung von Abnahmebedingungen für Windenergieanlagen, Entwurf, Stand: Korrektur 1, 13.02.2018.
- [20] 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.
- [21] Monika Agatz, Windenergiehandbuch - aktuelle Version.
- [22] 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.