

Schallimmissionsprognose für  
zwei Windenergieanlagen  
am Standort  
**Finnentrop-Hesenberg**  
(Nordrhein-Westfalen)

Datum: 22.11.2023

Bericht Nr. 23-1-3041-001-NF

Auftraggeber:

SL Windenergie GmbH

Voßbrinkstr. 67 | 45966 Gladbeck

Auftragsnummer: 352006737

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 Finnentrop-Hesenberg (Nordrhein-Westfalen) wurde der Ramboll Deutschland GmbH im November 2023 von der SL Windenergie GmbH in Auftrag gegeben. Rechtsgrundlage dieses Gutachtens ist das BImSchG [1] mit dem in §1 festgehaltenen Zweck „[...] Menschen [...] vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen [...]“. Die Ramboll Deutschland GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 [2] u. a. für die Erstellung von Schallimmissionsprognosen akkreditiert. Die firmenintern verwendeten Berechnungsverfahren gemäß den zuvor genannten Anforderungen sind in der Ramboll-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schall“ festgelegt und dokumentiert.

Die Ergebnisse basieren auf den Berechnungen nach Vorgaben der TA Lärm [3], der DIN ISO 9613-2 [4] modifiziert durch das Interimsverfahren [5] gemäß den aktuellen Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [6] und unter Berücksichtigung spezifischer Landesvorgaben für Nordrhein-Westfalen 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
001	22.11.2023	J. Feja	Planung von zwei WEA des Typs Enercon E-175 EP5

Kassel, 22.11.2023


---

 Jonas Feja, MLE  
 (Bearbeiter)


---

 Robbin Meisel, M. Sc.  
 (Prüfer)

## Inhalt:

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Berechnungsgrundlagen</b>	<b>6</b>
2.1	Aufgabenstellung	6
2.2	Ausbreitungsrechnung	8
2.3	Immissionsorte	8
2.3.1	Einwirkungsbereich	8
2.3.2	Immissionsorte und Immissionsrichtwerte	9
2.3.3	Verortung der Immissionsorte	10
2.4	Potenzielle Schallreflexionen und Abschirmungseffekte	13
2.5	Vorbelastungen	15
2.5.1	Gewerbliche Vorbelastungen	15
2.5.2	Windenergieanlagen	15
2.6	Zusatzbelastung	17
<b>3</b>	<b>Ergebnisse der Immissionsberechnungen</b>	<b>19</b>
3.1	Beurteilungspegel an den Immissionsorten	19
3.2	Bewertung der Ergebnisse	20
3.3	Tagbetrieb	20
<b>4</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Anhang</b>	<b>22</b>

# 1 Zusammenfassung

Für die Planung von zwei Windenergieanlagen am Standort Finnentrop-Hesenberg 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 Nordrhein-Westfalen für die zu berücksichtigende Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung an den dem Projekt benachbarten Immissionsorten durchgeführt.

Der Berechnung als Emissionsdaten zugrunde gelegt wurden die Herstellerangaben (siehe Abschnitt 2.6) des geplanten Anlagentyps Enercon E-175 EP5 mit einer Nabenhöhe (NH) von 162 m. Die Emissionsdaten der Vorbelastung wurden entsprechend der vorliegenden Quellen angesetzt (siehe Kapitel 2.5). Die Immissionen der einzelnen Schallquellen überlagern sich an den Immissionsorten (vgl. Kapitel 2.3) zu einem resultierenden Schalldruckpegel bzw. Beurteilungspegel  $L_{r,o}$ , der nach TA Lärm [3] zu bewerten ist. Die Beurteilung erfolgt anhand der Nacht-Immissionsrichtwerte. Die resultierenden Beurteilungspegel  $L_{r,o}$  im Nachtzeitraum nach dem oberen Vertrauensbereich (OVb) an den nach TA Lärm [3] maßgeblichen Immissionsorten sind neben den nächtlichen Immissionsrichtwerten (IRW) in Tabelle 1 aufgeführt.

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

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

**Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse**

<b>IO</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>IRW [dB(A)]</b>	<b>L<sub>r,o</sub>* [dB(A)]</b>	<b>ΔL<sub>r</sub> [dB]</b>
<b>D-1</b>	Kückelheim, Dormecke 3	45	43	-2
<b>F-1</b>	Finnentrop, Fehrenbracht 6	45	45**	0
<b>K-1</b>	Kückelheim, Stenderke 3	40	35	-5
<b>S-1</b>	Serkenrode, Poststraße 40	45	42	-3
<b>S-2</b>	Serkenrode, Robert-König-Straße 3	40	41	+1

\*) Rundung gemäß Nr. 4.5.1 DIN 1333 [7], Details siehe Kapitel 3.1 und Ergebnisse im Anhang

\*\*\*) 45,47 dB(A), siehe detaillierte Ergebnisse

## 2 Berechnungsgrundlagen

### 2.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Finnentrop-Hesenberg westlich von Kückelheim und südlich von Fehrenbracht zwei Windenergieanlagen (WEA) des Typs Enercon E-175 EP5 mit 162 m Nabhöhe zu errichten.

**Tabelle 2: Kenndaten der geplanten WEA**

WEA	WEA Hersteller / Typ	Nabenhöhe	Ost	Nord	Betriebsmodus
		[m]	[UTM 32 ETRS89]		nachts
<b>FH1</b>	Enercon E-175 EP5	162	437.157	5.674.789	OM-NR-02-0
<b>FH2</b>	Enercon E-175 EP5	162	437.642	5.675.159	OM-YO-12-0

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

Es soll der nächtliche Beurteilungspegel nach dem oberen Vertrauensbereich  $L_{r,0}$  der durch die bestehenden und 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.

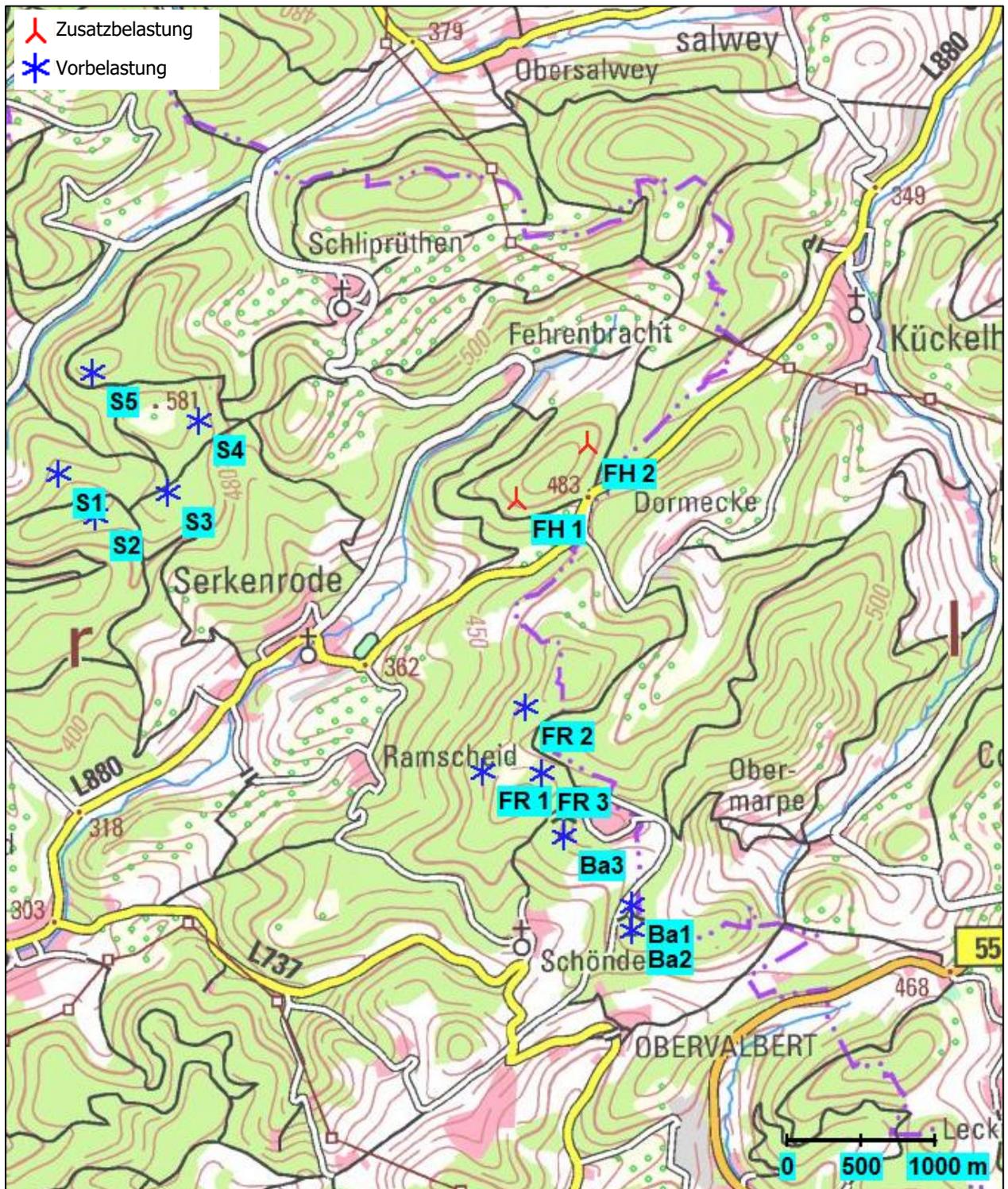


Abbildung 1: Übersichtskarte (© Geobasis NRW 2023)

## 2.2 Ausbreitungsrechnung

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 (Nordrhein-Westfalen) durchgeführt. Dabei werden günstige Schallausbreitungsbedingungen angenommen (Mitwindbedingungen, 10°C Lufttemperatur, 70 % Luftfeuchte) (vgl. DIN ISO 9613-2, Kap. 7.2, Tab. 2). Bei der Ausbreitung des Schalls werden die abschirmenden Effekte von Gebäuden und des Geländes nicht berücksichtigt. Höhenrelief wurde dem DGM 5 Nordrhein-Westfalen entnommen. Die Berechnung wurde mit der Software windPRO [8], Modul DECIBEL durchgeführt. Weitere Angaben zu den Grundlagen der Berechnungen sind dem Anhang zu entnehmen.

## 2.3 Immissionsorte

### 2.3.1 Einwirkungsbereich

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Finnentrop-Hesenberg wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden schutzbedürftigen maßgeblichen Immissionsorte (IO) auf Basis topographischer Karten, des ATKIS Basis-DLM [9] und anhand von Luftbildern ermittelt. Im Rahmen einer Standortbesichtigung am 20.04.2023 wurden diese überprüft und dokumentiert.

Die Auswahl der für die Schallimmissionsprognose relevanten Immissionsorte am Standort erfolgte auf der Basis des nach der Ziffer 2.2 a) TA Lärm [3] definierten Einwirkungsbereichs der geplanten WEA für den Nachtbetrieb. Der Einwirkungsbereich der WEA ist demnach definiert als der Bereich, in dem der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung weniger als 10 dB unter dem Immissionsrichtwert (IRW) liegt. Dazu sind auf der folgenden Karte die Iso-Schalllinien (Isophonen) für 25 dB(A), 30 dB(A) und für 35 dB(A) eingezeichnet. In der vorliegenden Immissionsberechnung sind lediglich diejenigen Immissionsorte zu berücksichtigen, die innerhalb der 25-dB(A)-Isophone liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert am Immissionsort 35 dB(A) beträgt, die innerhalb der 30-dB(A)-Isophone liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert am Immissionsort 40 dB(A) beträgt bzw. die innerhalb der 35-dB(A)-Isophone liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert 45 dB(A) beträgt.

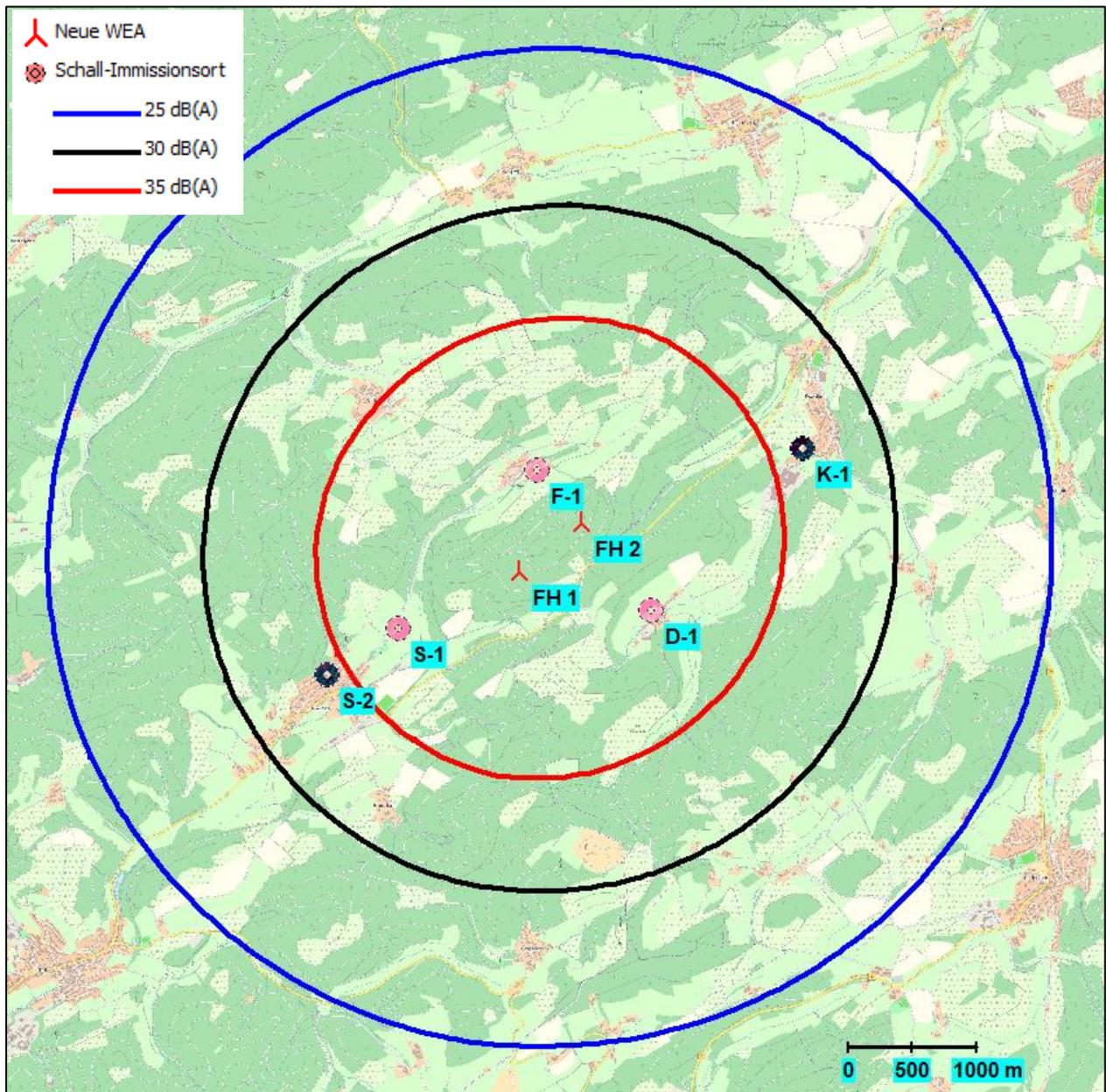


Abbildung 2: Einwirkungsbereich Zusatzbelastung (Nachtbetrieb) (© Geoglis [9])

### 2.3.2 Immissionsorte und Immissionsrichtwerte

In Tabelle 3 sind die maßgeblichen Immissionsorte mit ihren im Gutachten verwendeten Bezeichnungen und die dort jeweils relevanten Immissionsrichtwerte aufgeführt. Die Richtwerte werden entsprechend Ziffer 6.1 TA Lärm [3] oder anderen schallschutztechnischen Richtlinien (bspw. Orientierungswerte nach DIN 18005 [10]) angewendet. Für die Beurteilung der Schallimmissionen an den Immissionsorten wird der niedrigere Immissionsrichtwert für den Nachtzeitraum (22-6 Uhr) herangezogen.

**Tabelle 3: Immissionsorte**

IO	Bezeichnung	IRW 22-6 Uhr [dB(A)]	Gebiets- einstu- fung <sup>1</sup>	Grundlage der Einstufung <sup>2</sup>
D-1	Kückelheim, Dormecke 3	45	AB	FNP Eslohe
F-1	Finnentrop, Fehrenbracht 6	45	AB	FNP Finnentrop
K-1	Kückelheim, Stenderke 3	40	WA	B-Plan Nr. 28 der Gemeinde Eslohe „Auf der Stenderke“
S-1	Serkenrode, Poststraße 40	45	AB	FNP Finnentrop
S-2	Serkenrode, Robert-König-Straße 3	40	WA	B-Plan Nr. 85 der Gemeinde Finnentrop „Patenberg, Serkenrode“

### 2.3.3 Verortung der Immissionsorte

Nach Abschnitt 2.3 TA Lärm [3] sind die Immissionsorte maßgeblich, an denen eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte am ehesten zu erwarten ist. Aus diesem Grund wurden die Immissionsorte an den am stärksten betroffenen Gebäuden gesetzt. Die Höhe der Immissionsorte über Grund beträgt in der Regel 5 m. Die genaue Lage der Immissionsorte lässt sich den folgenden Abbildungen entnehmen. Die Koordinaten und Höhen der einzelnen Immissionspunkte sind den Berechnungsgrundlagen im Anhang zu entnehmen.

<sup>1</sup> AB = Außenbereich

WA = Allgemeines Wohngebiet

<sup>2</sup> BP = Bebauungsplan

FNP = Flächennutzungsplan

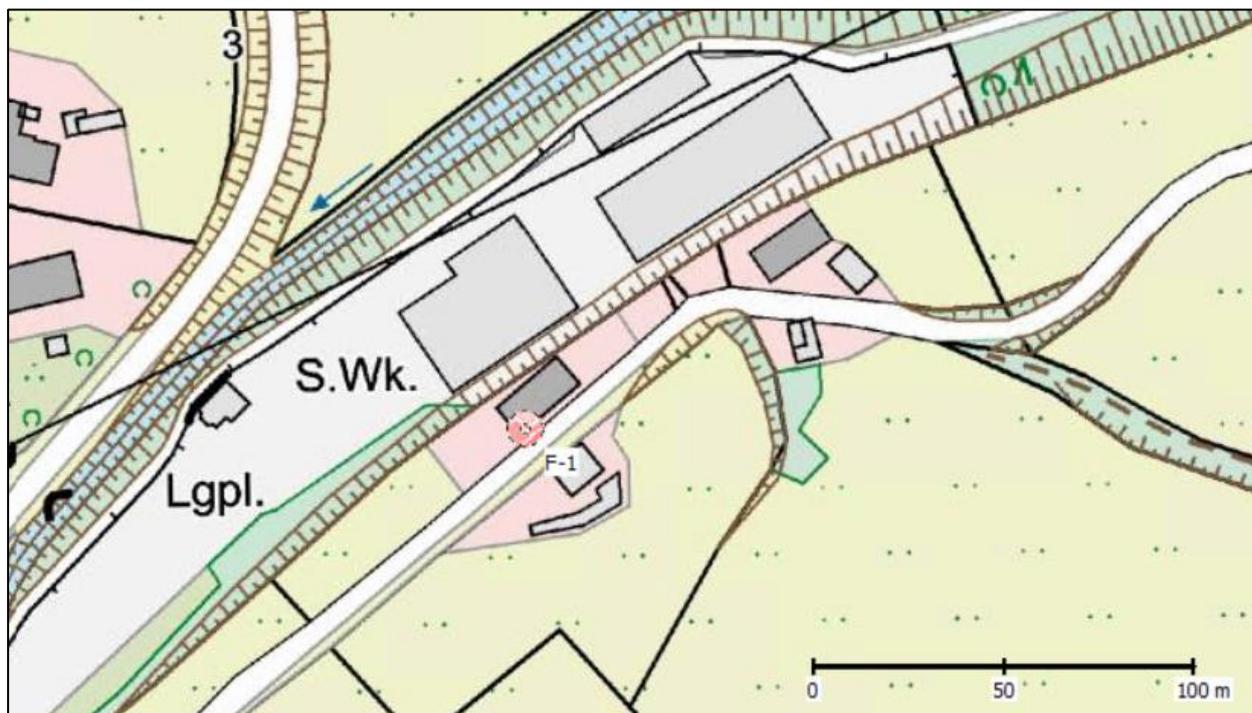


Abbildung 3: Lage des Immissionsortes in Fehrenbracht (© Geobasis NRW 2023)



Abbildung 4: Lage des Immissionsortes D-1 in Dormecke (© Geobasis NRW 2023)

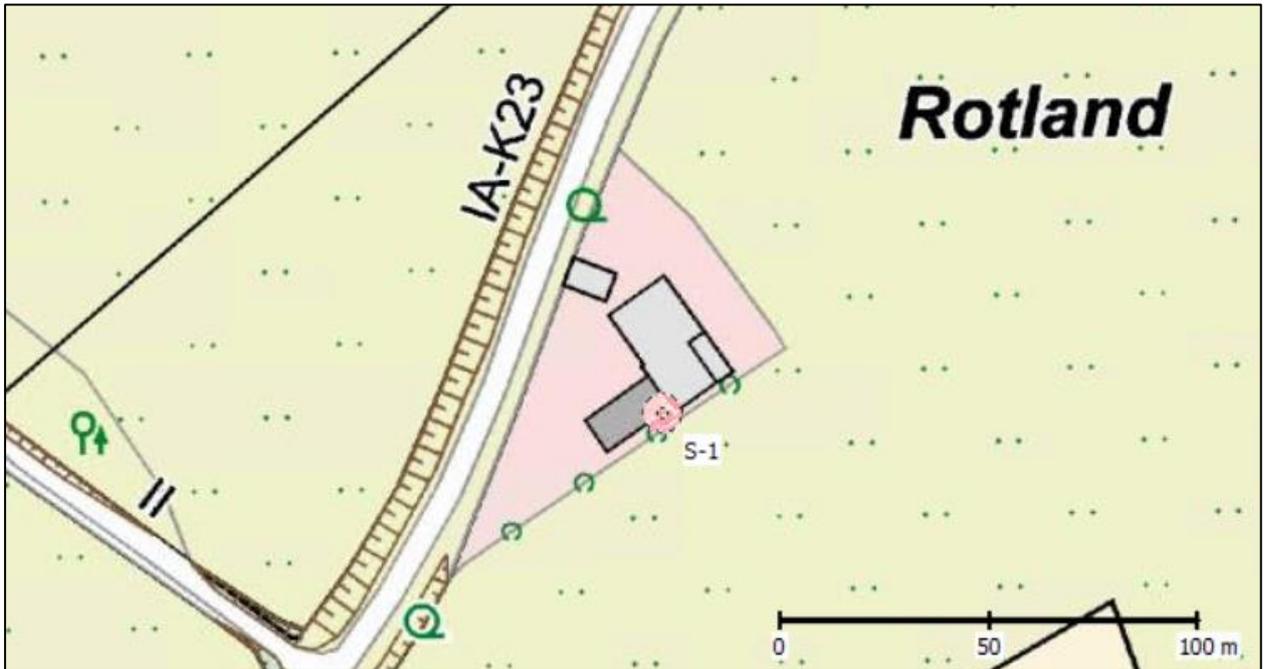


Abbildung 5: Lage des Immissionsortes S-1 in Serkenrode (© Geobasis NRW 2023)



Abbildung 6: Lage des Immissionsortes S-2 in Serkenrode (© Geobasis NRW 2023)



Abbildung 7: Lage des Immissionsortes K-1 in Küchelheim (© Geobasis NRW 2023)

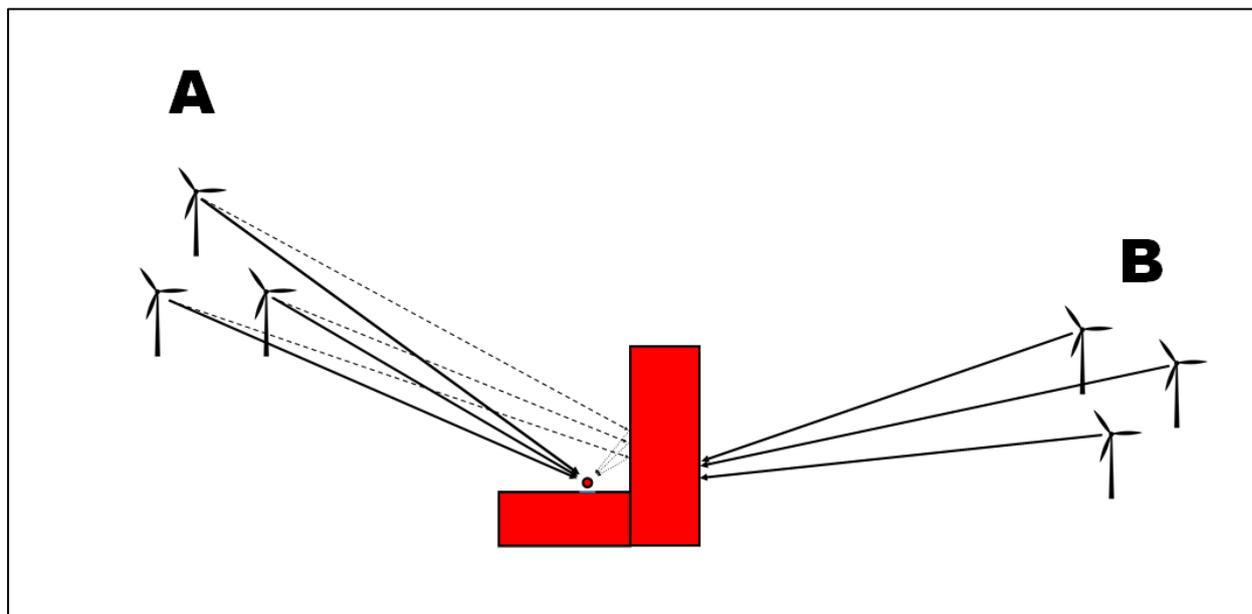
## 2.4 Potenzielle Schallreflexionen und Abschirmungseffekte

Für Schallreflexionen kann davon ausgegangen werden, dass sich der Schalldruckpegel an einem Aufpunkt durch eine vollständige Reflexion an einer Gebäudefläche maximal verdoppeln kann (+3 dB) [11]. Ausgehend von einem üblichen Reflexionsverlust von 1 dB an Gebäudewänden sind Reflexionen dementsprechend nur an Aufpunkten relevant, an denen ein Beurteilungspegel von weniger als 2 dB unter dem Immissionsrichtwert berechnet wurde.

Schallreflexionen, die den Beurteilungspegel relevant erhöhen, treten in der Regel bei Gebäude-WEA-Konstellationen auf, bei denen sich Fenster nahe an über Eck stehenden Gebäudewinkeln befinden, also bei L- oder U-förmigen Gebäudekonstellationen wobei die WEA mehrheitlich in Richtung der geöffneten Seite stehen (vgl. Abbildung 8).

Merkliche Reflexionen ergeben sich in der Praxis überwiegend an eher niedrigen Nebengebäuden wie Schuppen, Garagen, Gewächshäusern im Erdgeschossbereich der Wohngebäude. Hier können aber auch Abschirmungen vorgelagerter Gebäude (-teile) wieder zu Pegelsenkungen führen. Im Regelfall ergibt die Berechnung für freie Schallausbreitung (ohne Gebäudeeffekte) für

die meisten Immissionsorte höhere Pegel, als bei der Berücksichtigung der konkreten abschirmenden Bebauungsstruktur. Dies gilt im Besonderen innerhalb von zusammenhängend bebauten Gebieten.



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

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

Da die Beurteilungspegel durch der Gesamtbelastung an den maßgeblichen Immissionsorten D-1, K-1 und S-1 Y die jeweiligen Immissionsrichtwerte um mehr als 2,5 dB unterschreiten, kann eine relevante, die Immissionsrichtwerte überschreitende Reflexion an diesen oder benachbarten Gebäuden ausgeschlossen werden.

## 2.5 Vorbelastungen

### 2.5.1 Gewerbliche Vorbelastungen

Im Vorfeld der Ortsbesichtigung wurde das Planungsgebiet anhand von Kartenmaterial auf potenzielle gewerbliche Vorbelastungsquellen untersucht. Während der Ortsbesichtigung am 20.04.2023 wurde das Gebiet auf relevante Geräuschemissionen geprüft. Zudem wurde an den maßgeblichen Immissionsorten auf Geräusche einer potenziellen Vorbelastung geachtet.

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

Westlich der Ortschaft Kükelheim existiert der Betrieb „KettenWulf“ als potenzielle Vorbelastung. Der nächstliegende maßgebliche Immissionsort ist K-1 (Kükelheim, Stenderke 3). Da die Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6 der TA Lärm am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB unterschreitet kann nach TÄ Lärm 3.2.1 eine Bestimmung der Vorbelastung entfallen.

### 2.5.2 Windenergieanlagen

Nach hauseigenen Datengrundlagen [12] sowie Behördeninformationen [Email, des Kreis Olpe vom 25.04.2023 und des Hochsauerlandkreises HSK] besteht eine zu berücksichtigende Vorbelastung durch bestehende und geplante Windenergieanlagen in der Nähe des Standorts. Es wurden insgesamt zwölf Vorbelastungs-WEA berücksichtigt.

Die berechnete Vorbelastung durch die parallel geplanten WEA südlich von Eslohe (5x V150), südlich von Cobbenroden (2x GE 5.5-158) sowie südöstlich von Rönkhausen (5x V162) unterschreiten an allen relevanten Immissionsorten die jeweiligen Immissionsrichtwerte um mindestens 10 dB. Somit befindet sich kein hier im Gutachten berücksichtigter Immissionsort im Einwirkungsbereich dieser Vorbelastung nach Ziffer 2.2 a) TA Lärm [3]. Folglich bleiben diese im Weiteren unberücksichtigt. Entsprechende Berechnungen befinden sich im Anhang.

Die Anlagen wurden anhand ihrer technischen Daten sowie ihren Schalleistungspegeln in die Berechnungssoftware implementiert und der Beurteilungspegel der Vorbelastung an den maßgeblichen Immissionsorten berechnet.

**Tabelle 4: Kenndaten relevante Vorbelastungs-WEA (nachts)**

ID	Ost	Nord	Hersteller	Typ	P <sub>Nenn</sub> [kW]	NH [m]
Ba1	437.903	5.672.017	Enercon	E-58/10.58	1.000	70,5
Ba2	437.898	5.671.839	Enercon	E-40/6.44	600	78,0
Ba3	437.451	5.672.486	Enercon	E-40/6.44	600	78,0
FR 1	436.905	5.672941	Enercon	E-175 EP5	6.000	162,0
FR 2	437.198	5.673.371	Enercon	E-175 EP5	6.000	162,0
FR 3	436.905	5.672.921	Enercon	E-175 EP5	6.000	162,0
S1	434.042	5.675.008	GE Wind	5.5-158	5.500	161,0
S2	434.291	5.674.714	GE Wind	5.5-158	5.500	161,0
S3	434.784	5.674.869	GE Wind	5.5-158	5.500	161,0
S4	435.000	5.675.351	GE Wind	5.5-158	5.500	161,0
S5	434.285	5.675.690	GE Wind	5.5-158	5.500	161,0

NH: Nabenhöhe, P<sub>Nenn</sub>: Nennleistung

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

Der Zuschlag im Sinne des oberen Vertrauensbereichs für jedes einzelne Oktavband  $\Delta L_o$  wurde 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 oder aus vorliegenden Genehmigungswerten übernommen.

Für die Vorbelastungs-WEA mit bekannten Genehmigungspegeln (Email, Hochsauerlandkreis vom 19.04.2023) wurden die Oktavspektren aus Behördenangaben der jeweiligen Anlagentypen entnommen und bei Abweichungen zum Genehmigungspegel mittels einen Skalierungsfaktors ( $\Delta L_s$ ) auf diesen skaliert.

Für die Vorbelastungs-WEA ohne bekannten bzw. festgelegten Genehmigungspegel wurden Schalleistungspegel aus Vermessungen verwendet und mit entsprechenden Zuschlägen für den oberen Vertrauensbereich ( $\Delta L_o$ ) versehen.

Die jeweiligen Auszüge aus den Herstellerangaben und Messberichten sind als Kopien in der Anlage dieses Gutachtens beigelegt.

**Tabelle 5: Schallemissionsdaten Vorbelastung - Übersicht**

WEA	Quell-Oktavdaten $L_{o,okt}$ [dB(A)]								$L_o$ [dB(A)]
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
<b>Ba1</b>	85,6	90,8	94,0	96,6	97,6	93,6	84,2	76,1	102,3
<b>Ba2</b>	80,7	85,9	93,2	97,0	97,8	93,7	89,2	82,0	102,3
<b>Ba3</b>	80,5	85,7	93,0	96,8	97,6	93,5	89,0	81,8	102,1
<b>FR 1-3</b>	92,9	95,7	100,4	104,4	104,7	101,7	93,2	74,6	109,6
<b>S1-S5</b>	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1	108,1

**Tabelle 6: Schallemissionsdaten Vorbelastung - Unsicherheiten und Datenquellen**

WEA	Unsicherheit			Zu- schlag	Skal.	Quelle Oktavdaten		
	$\sigma_R$	$\sigma_P$	$\sigma_{Prog}$			$\Delta L_o$	$\Delta L_s$	Dokument
<b>Ba1</b>	0,5	0,1	1,0	1,3	-	KCE 26118-2.001	11.03.2004	Vermessung
<b>Ba2</b>	0,5	0,4	1,0	1,5	0,9	WICO 287SEA01/01	05.12.2001	Vermessung
<b>Ba3</b>	0,5	0,4	1,0	1,5	-	WICO 287SEA01/01	05.12.2001	Vermessung
<b>FR 1-3</b>	0,5	1,2	1,0	2,1	-	D02886584/1.0-de	21.06.2023	Herstellerangabe
<b>S1-S5</b>	0,5	1,2	1,0	2,1	-	NO_NRO_4.x_5.x-158-50Hz_FGW_DE_r02	14.09.2020	Herstellerangabe

## 2.6 Zusatzbelastung

Für die geplanten Anlagen (Zusatzbelastung) des Typs Enercon E-175 EP5 mit schallmindernden Flügelementen („TES“) wurden die Oktavspektren aus Herstellerangaben verwendet (siehe Anhang) und mit entsprechenden Zuschlägen für den oberen Vertrauensbereich ( $\Delta L_o$ , siehe oben) versehen. Gemäß LAI Hinweisen [6] ist die Geräuschcharakteristik von WEA i. d. R. weder als ton- noch als impulshaltig einzustufen.

Tabelle 7: WEA-Schallwerte Zusatzbelastung Tagbetrieb, Nachtbetrieb WEA FH02

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung				Betriebsmodus		NH
	Tags: FH01, FH02 Nachts: FH02		E-175 EP5				OM-YO-12-0		162
Quelle Oktavspektrum	Berichtsnummer			Datum			Typ		
	D02886584/1.0-de			21.06.2023			Herstellerangabe		
Unsicherheiten	$\sigma_R$ [dB(A)]		$\sigma_P$ [dB(A)]		$\sigma_{Prog}$ [dB(A)]		$\Delta L_o$ [dB(A)]		
	0,5		1,2		1,0		2,1		
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$L_{ges}$
$L_{WA, Okt}$ [dB(A)]	90,8	93,6	98,3	102,3	102,6	99,6	91,1	72,5	<b>107,5</b>
$L_{e,max, Okt}$ [dB(A)]	92,5	95,3	100,0	104,0	104,3	101,3	92,8	74,2	<b>109,2</b>
$L_{o, Okt}$ [dB(A)]	92,9	95,7	100,4	104,4	104,7	101,7	93,2	74,6	<b>109,6</b>

Tabelle 8: WEA-Schallwerte Zusatzbelastung Nachtbetrieb

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung				Betriebsmodus		NH
	FH01		E-175 EP5				OM-NR-02-0		NH
Quelle Oktavspektrum	Berichtsnummer			Datum			Typ		
	D02886581/3.0-de			21.08.2023			Herstellerangabe		
Unsicherheiten	$\sigma_R$ [dB]		$\sigma_P$ [dB]		$\sigma_{Prog}$ [dB]		$\Delta L_o$ [dB]		
	0,5		1,2		1,0		2,1		
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$L_{ges}$
$L_{WA, Okt}$ [dB(A)]	90,3	90,6	95,8	100,2	99,6	93,3	82,4	62,7	<b>104,5</b>
$L_{e,max, Okt}$ [dB(A)]	92,0	92,3	97,5	101,9	101,3	95,0	84,1	64,4	<b>106,2</b>
$L_{o, Okt}$ [dB(A)]	92,4	92,7	97,9	102,3	101,7	95,4	84,5	64,8	<b>106,6</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 [6] genehmigungsrechtlich festzulegen. Die Emissionsdaten als  $L_{e,max, Okt}$  stellen dabei das rechtlich zulässige Maß an Emissionen der WEA dar, welche einzuhalten und nachzuweisen sind. Die mit diesen Emissionsdaten einhergehenden Immissionswerte an den relevanten Immissionsorten („Kontrollwerte“) 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 [13], S. 243).

### 3 Ergebnisse der Immissionsberechnungen

#### 3.1 Beurteilungspegel an den Immissionsorten

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

**Tabelle 9: 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	Kückelheim, Dormecke 3	45	37,9	41,0	42,7
F-1	Finnentrop, Fehrenbracht 6	45	35,3	45,1	45,5*
K-1	Kückelheim, Stenderke 3	40	30,0	32,6	34,5
S-1	Serkenrode, Poststraße 40	45	40,5	37,2	42,2
S-2	Serkenrode, Robert-König-Straße 3	40	40,8	32,5	41,4

\*)  $L_{r,o}$  = 45,47 dB(A), siehe detaillierte Ergebnisse im Anhang

**Tabelle 10: Beurteilungspegel ( $L_{r,o}$ ) Gesamtbelastung**

IO	Bezeichnung	IRW <sub>nacht</sub> [dB(A)]	$L_{r,o}^3$ [dB(A)]	$\Delta L_r$ [dB]
D-1	Kückelheim, Dormecke 3	45	43	-2
F-1	Finnentrop, Fehrenbracht 6	45	45	0
K-1	Kückelheim, Stenderke 3	40	35	-5
S-1	Serkenrode, Poststraße 40	45	42	-3
S-2	Serkenrode, Robert-König-Straße 3	40	41	+1

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

<sup>3</sup> Es wurden die Rundungsregeln gemäß Nr. 4.5.1 DIN 1333 [7] angewendet. In Einzelfällen kann es Abweichungen in der Darstellung bei auf eine und auf keine Nachkommastellen gerundeten Werten geben (z. Bsp. 32,47 → 32,5 → 32). Siehe dazu auch die detaillierten Ergebnisse im Anhang.

## 3.2 Bewertung der Ergebnisse

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

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

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

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

## 3.3 Tagbetrieb

Im Tagbetrieb können beide WEA mit dem maximalen Schallleistungspegel (OM-YO-12-0) betrieben werden, da während des Tagzeitraums (6-22 Uhr) die Immissionsrichtwerte der in diesem Gutachten relevanten Immissionsorte entsprechend Ziffer 6.1 TA Lärm [3] 15 dB über den Immissionsrichtwerten für den Nachtzeitraum (22-6 Uhr) liegen. So werden auch bei einem höheren Emissionspegel für die WEA im Tagbetrieb die Immissionsrichtwerte weit unterschritten. Der Immissionspegel an den relevanten Immissionsorten liegt um mehr als 10 dB unter dem Immissionsrichtwert, womit diese nach Ziffer 2.2 a) TA Lärm [3] nicht mehr im Einwirkungsbereich der geplanten WEA liegen. Siehe Isophonenkarte im Anhang.

## 4 Literaturverzeichnis

- [1] BImSchG, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG)*, Ausfertigungsdatum: 15.03.1974; Neugefasst durch Bek. v. 17.5.2013; zuletzt geändert durch Art. 1 G. v. 19.10.2022.
- [2] Norm, „DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien,“ 2018.
- [3] TA Lärm, *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)*, Vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503); Inkrafttreten der letzten Änderung: 9. Juni 2017.
- [4] Norm, *DIN ISO 9613-2:1999-10, Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren.*
- [5] NALS im DIN und VDI, *Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen*, Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien", 2015.
- [6] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz - LAI , *Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)*, Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016.
- [7] Norm, *DIN 1333:1992-02, Zahlenangaben.*
- [8] EMD International A/S, *windPRO 3.4 (jeweils aktuellste Version).*
- [9] geoGLIS oHG, *Karte: onmaps.de (c) GEOBasis-DE / BKG / ZSHH, 2022.*
- [10] Norm, DIN 18005-1 - Schallschutz im Städtebau - Beiblatt 1 - Orientierungswerte, 2002-07.
- [11] Hoffmann/von\_Lüpke, *0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel - Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung des Lärms,*, Erich Schmidt Verlag, 1993.
- [12] Ramboll, *Windenergieanlagen Datenbank "Windpark Deutschland".*
- [13] Monika Agatz, *Windenergie Handbuch - 18. Ausgabe*, Gelsenkirchen, Dezember 2021.

## 5 Anhang

### Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen

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

### Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen

- Herstellerangabe zum Schalleistungspegel mit zugehörigem Oktavspektrum des WEA-Typs Enercon E-175 EP5,
- Messberichte zur Ermittlung von Schalleistungspegeln und Oktavbändern der Vorbelastungs-WEA:
  - E-40
  - E-58
  - GE 5.5-158

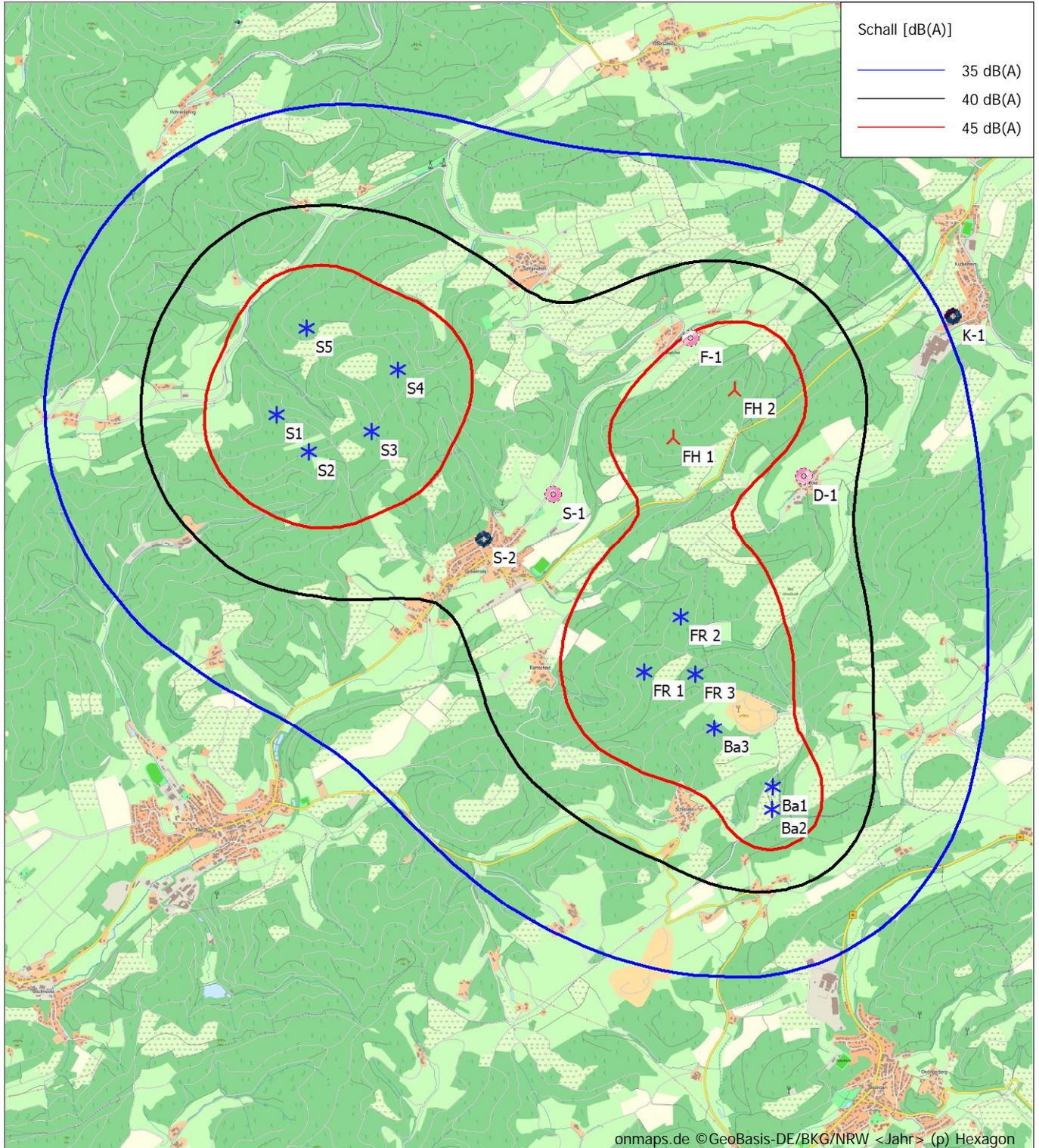
### Teil III: Akkreditierung und Theoretische Grundlagen

- Akkreditierungsurkunde,
- Theoretische Grundlagen.

## Anhang Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen

### DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: Gesamtbelastung



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: tk, Maßstab 1:45.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 435.972 Nord: 5.673.765

▲ Neue WEA

\* Existierende WEA

■ Schall-Immissionsort

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

Projekt:  
23-1-3041  
SL Windenergie GmbH  
Voßbrinkstr. 67  
45966 Gladbeck

Beschreibung:  
Windpark Finntrop-Hesenberg, Gemeinde Finntrop,  
Landkreis Olpe, NRW

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



Berechnet:  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
16.11.2023 14:37/3.6.377

## DECIBEL - Hauptergebnis

### Berechnung: Vorbelastung

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

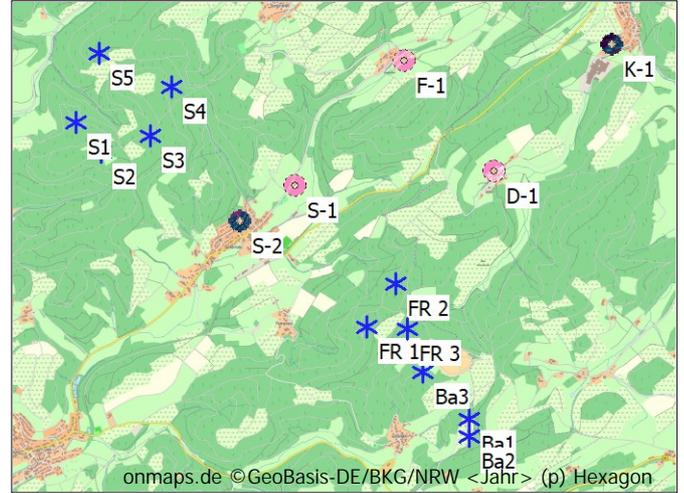
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2  
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

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

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

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



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

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle Name	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]
Ba1	437.903	5.672.017	550,7	ENERCON E-58/10...	Nein	ENERCON	E-58/10.58-1.000	1.000	58,0	70,5	USER Genehmigungsspegel: 101,0 dB(A) + 1,3 dB(A)	(95%)	102,3
Ba2	437.898	5.671.839	542,3	ENERCON E-40/6.4...	Nein	ENERCON	E-40/6.44-600	600	44,0	78,0	USER Genehmigungsspegel: 101,0 dB(A) + 1,3 dB(A)	(95%)	102,3
Ba3	437.451	5.672.486	561,3	ENERCON E-40/6.4...	Nein	ENERCON	E-40/6.44-600	600	44,0	78,0	USER 3-fach Vermessung: 100,6 dB(A) + 1,5 dB(A)	(95%)	102,1
FR 1	436.905	5.672.941	547,4	ENERCON E-175 E...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	USER 0 H [Mode OM-YO-12-0] Lwa = 107,5 dB(A) + 2,1dB OVB	(95%)	109,6
FR 2	437.198	5.673.371	557,4	ENERCON E-175 E...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	USER 0 H [Mode OM-YO-12-0] Lwa = 107,5 dB(A) + 2,1dB OVB	(95%)	109,6
FR 3	437.305	5.672.921	553,2	ENERCON E-175 E...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	USER 0 H [Mode OM-YO-12-0] Lwa = 107,5 dB(A) + 2,1dB OVB	(95%)	109,6
S1	434.042	5.675.008	531,8	GE WIND ENERGY ...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	USER NO 106 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	108,1
S2	434.291	5.674.714	543,5	GE WIND ENERGY ...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	USER NO 106 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	108,1
S3	434.784	5.674.869	548,1	GE WIND ENERGY ...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	USER NO 106 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	108,1
S4	435.000	5.675.351	543,0	GE WIND ENERGY ...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	USER NO 106 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	108,1
S5	434.285	5.675.690	556,9	GE WIND ENERGY ...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	USER NO 106 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	108,1

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung Beurteilungspegel	
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]
D-1	Küchelheim, Dormecke 3	438.178	5.674.470	426,4	5,0	45,0	37,9
F-1	Finntrop, Fehrenbracht 6	437.306	5.675.577	416,4	5,0	45,0	35,3
K-1	Küchelheim, Stenderke 3	439.369	5.675.721	380,6	5,0	40,0	30,0
S-1	Serkenrode, Poststraße 40	436.210	5.674.355	370,7	5,0	45,0	40,5
S-2	Serkenrode, Robert-König-Straße 3	435.657	5.674.007	362,5	5,0	40,0	40,8

#### Abstände (m)

WEA	D-1	F-1	K-1	S-1	S-2
Ba1	2468	3610	3983	2886	3000
Ba2	2645	3785	4151	3029	3118
Ba3	2113	3095	3760	2243	2352
FR 1	1989	2666	3714	1575	1641
FR 2	1472	2209	3199	1394	1667
FR 3	1778	2656	3478	1804	1974
S1	4171	3313	5374	2264	1900
S2	3895	3136	5176	1952	1538
S3	3418	2619	4663	1516	1227
S4	3298	2317	4384	1567	1496
S5	4080	3023	5084	2343	2171

Projekt:  
23-1-3041  
SL Windenergie GmbH  
Voßbrinkstr. 67  
45966 Gladbeck

Beschreibung:  
Windpark Finentrop-Hesenberg, Gemeinde Finentrop,  
Landkreis Olpe, NRW

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



Berechnet:  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
22.11.2023 15:21/3.6.377

## DECIBEL - Hauptergebnis

### Berechnung: Zusatzbelastung

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

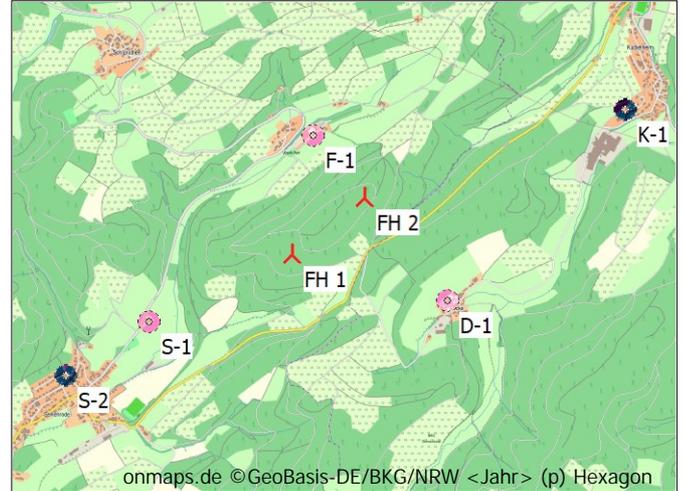
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

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

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

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:50.000  
Neue WEA Schall-Immissionsort

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle Name	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]
FH 1	437.157	5.674.789	515,3	ENERCON E-175 ...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	USER 4 H [Mode OM-NR-02-0] Lwa = 104,5 dB(A) + 2,1 dB OVB	(95%)	106,6
FH 2	437.642	5.675.159	520,8	ENERCON E-175 ...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	USER 0 H [Mode OM-YO-12-0] Lwa = 107,5 dB(A) + 2,1dB OVB	(95%)	109,6

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	Ost	Nord	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung Beurteilungspegel	
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]
D-1	Küchelheim, Dormecke 3	438.178	5.674.470	426,4	5,0	45,0	41,0
F-1	Finentrop, Fehrenbracht 6	437.306	5.675.577	416,4	5,0	45,0	45,1
K-1	Küchelheim, Stenderke 3	439.369	5.675.721	380,6	5,0	40,0	32,6
S-1	Serkenrode, Poststraße 40	436.210	5.674.355	370,7	5,0	45,0	37,2
S-2	Serkenrode, Robert-König-Straße 3	435.657	5.674.007	362,5	5,0	40,0	32,5

#### Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA	
	FH 1	FH 2
D-1	1070	873
F-1	802	537
K-1	2400	1816
S-1	1042	1642
S-2	1692	2295

Projekt:  
23-1-3041  
SL Windenergie GmbH  
Voßbrinkstr. 67  
45966 Gladbeck

Beschreibung:  
Windpark Finntrop-Hesenberg, Gemeinde Finntrop,  
Landkreis Olpe, NRW

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



Berechnet:  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
22.11.2023 15:23/3.6.377

## DECIBEL - Hauptergebnis

### Berechnung: Gesamtbelastung

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

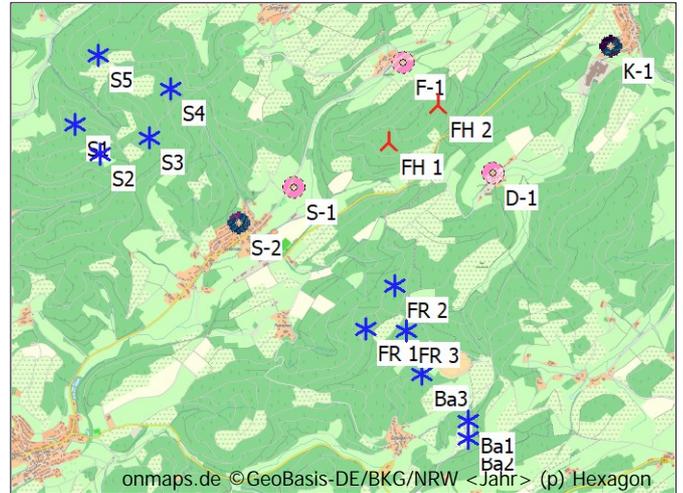
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2  
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

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

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

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:75.000  
▲ Neue WEA    ★ Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schallwerte		Windgeschwindigkeit	LWA
					Aktuell	Hersteller					Quelle	Name		
Ba1	437.903	5.672.017	550,7	ENERCON E-58/10...	Nein	ENERCON	E-58/10.58-1.000	1.000	58,0	70,5	USER	Genehmigungspegel: 101,0 dB(A) + 1,3 dB(A)	(95%)	102,3
Ba2	437.898	5.671.839	542,3	ENERCON E-40/6.4...	Nein	ENERCON	E-40/6.44-600	600	44,0	78,0	USER	Genehmigungspegel: 101,0 dB(A) + 1,3 dB(A)	(95%)	102,3
Ba3	437.451	5.672.486	561,3	ENERCON E-40/6.4...	Nein	ENERCON	E-40/6.44-600	600	44,0	78,0	USER	3-fach Vermessung: 100,6 dB(A) + 1,5 dB(A)	(95%)	102,1
FH 1	437.157	5.674.789	515,3	ENERCON E-175 E...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	USER	4 H [Mode OM-NR-02-0] Lwa = 104,5 dB(A) + 2,1 dB OVB	(95%)	106,6
FH 2	437.642	5.675.159	520,8	ENERCON E-175 E...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	USER	0 H [Mode OM-YO-12-0] Lwa = 107,5 dB(A) + 2,1dB OVB	(95%)	109,6
FR 1	436.905	5.672.941	547,4	ENERCON E-175 E...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	USER	0 H [Mode OM-YO-12-0] Lwa = 107,5 dB(A) + 2,1dB OVB	(95%)	109,6
FR 2	437.198	5.673.371	557,4	ENERCON E-175 E...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	USER	0 H [Mode OM-YO-12-0] Lwa = 107,5 dB(A) + 2,1dB OVB	(95%)	109,6
FR 3	437.305	5.672.921	553,2	ENERCON E-175 E...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	USER	0 H [Mode OM-YO-12-0] Lwa = 107,5 dB(A) + 2,1dB OVB	(95%)	109,6
S1	434.042	5.675.008	531,8	GE WIND ENERGY	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	USER	NO 106 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	108,1
S2	434.291	5.674.714	543,5	GE WIND ENERGY	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	USER	NO 106 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	108,1
S3	434.784	5.674.869	548,1	GE WIND ENERGY	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	USER	NO 106 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	108,1
S4	435.000	5.675.351	543,0	GE WIND ENERGY	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	USER	NO 106 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	108,1
S5	434.285	5.675.690	556,9	GE WIND ENERGY	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	USER	NO 106 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	108,1

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe	Anforderung Beurteilungspegel	
						Schall	Von WEA
					[m]	[dB(A)]	[dB(A)]
D-1	Kückelheim, Dormecke 3	438.178	5.674.470	426,4	5,0	45,0	42,7
F-1	Finntrop, Fehrenbracht 6	437.306	5.675.577	416,4	5,0	45,0	45,5
K-1	Kückelheim, Stenderke 3	439.369	5.675.721	380,6	5,0	40,0	34,5
S-1	Serkenrode, Poststraße 40	436.210	5.674.355	370,7	5,0	45,0	42,2
S-2	Serkenrode, Robert-König-Straße 3	435.657	5.674.007	362,5	5,0	40,0	41,4

#### Abstände (m)

WEA	D-1	F-1	K-1	S-1	S-2
Ba1	2468	3610	3983	2886	3000
Ba2	2645	3785	4151	3029	3118
Ba3	2113	3095	3760	2243	2352
FH 1	1070	802	2400	1042	1692
FH 2	873	537	1816	1642	2295
FR 1	1989	2666	3714	1575	1641
FR 2	1472	2209	3199	1394	1667
FR 3	1778	2656	3478	1804	1974
S1	4171	3313	5374	2264	1900
S2	3895	3136	5176	1952	1538
S3	3418	2619	4663	1516	1227
S4	3298	2317	4384	1567	1496
S5	4080	3023	5084	2343	2171

Projekt:  
23-1-3041  
SL Windenergie GmbH  
Voßbrinkstr. 67  
45966 Gladbeck

Beschreibung:  
Windpark Finnentrop-Hesenberg, Gemeinde Finnentrop,  
Landkreis Olpe, NRW

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

Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
22.11.2023 15:23/3.6.377

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s  
Annahmen

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

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

### Berechnungsergebnisse

Schall-Immissionsort: D-1 Kückelheim, Dormecke 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]
Ba1	2.468	2.475	21,10	102,3	0,00	78,87	5,33	-3,00	0,00	0,00	81,21
Ba2	2.645	2.652	19,28	102,3	0,00	79,47	6,55	-3,00	0,00	0,00	83,02
Ba3	2.113	2.123	21,98	102,1	0,00	77,54	5,57	-3,00	0,00	0,00	80,11
FH 1	1.070	1.098	35,13	106,6	0,00	71,81	2,62	-3,00	0,00	0,00	71,43
FH 2	873	909	39,67	109,6	0,00	70,17	2,73	-3,00	0,00	0,00	69,90
FR 1	1.989	2.009	30,53	109,6	0,00	77,06	4,98	-3,00	0,00	0,00	79,04
FR 2	1.472	1.500	34,03	109,6	0,00	74,52	4,02	-3,00	0,00	0,00	75,54
FR 3	1.778	1.800	31,87	109,6	0,00	76,11	4,60	-3,00	0,00	0,00	77,71
S1	4.171	4.179	19,16	108,1	0,00	83,42	8,54	-3,00	0,00	0,00	88,97
S2	3.895	3.905	20,09	108,1	0,00	82,83	8,20	-3,00	0,00	0,00	88,03
S3	3.418	3.429	21,85	108,1	0,00	81,70	7,57	-3,00	0,00	0,00	86,28
S4	3.298	3.310	22,33	108,1	0,00	81,40	7,41	-3,00	0,00	0,00	85,80
S5	4.080	4.090	19,46	108,1	0,00	83,23	8,43	-3,00	0,00	0,00	88,67
Summe			42,71								

Schall-Immissionsort: F-1 Finnentrop, Fehrenbracht 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]
Ba1	3.610	3.615	16,27	102,3	0,00	82,16	6,87	-3,00	0,00	0,00	86,03
Ba2	3.785	3.790	14,32	102,3	0,00	82,57	8,41	-3,00	0,00	0,00	87,98
Ba3	3.095	3.102	16,94	102,1	0,00	80,83	7,32	-3,00	0,00	0,00	85,15
FH 1	802	842	37,97	106,6	0,00	69,51	2,09	-3,00	0,00	0,00	68,59
FH 2	537	597	44,11	109,6	0,00	66,52	1,95	-3,00	0,00	0,00	65,47
FR 1	2.666	2.682	26,90	109,6	0,00	79,57	6,11	-3,00	0,00	0,00	82,67
FR 2	2.209	2.229	29,25	109,6	0,00	77,96	5,36	-3,00	0,00	0,00	80,32
FR 3	2.656	2.672	26,94	109,6	0,00	79,54	6,09	-3,00	0,00	0,00	82,63
S1	3.313	3.324	22,27	108,1	0,00	81,43	7,43	-3,00	0,00	0,00	85,86
S2	3.136	3.148	22,99	108,1	0,00	80,96	7,18	-3,00	0,00	0,00	85,14
S3	2.619	2.635	25,31	108,1	0,00	79,41	6,40	-3,00	0,00	0,00	82,81
S4	2.317	2.334	26,86	108,1	0,00	78,36	5,91	-3,00	0,00	0,00	81,27
S5	3.023	3.037	23,46	108,1	0,00	80,65	7,01	-3,00	0,00	0,00	84,66
Summe			45,48								

Schall-Immissionsort: K-1 Kückelheim, Stenderke 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]
Ba1	3.983	3.990	14,97	102,3	0,00	83,02	7,31	-3,00	0,00	0,00	87,33
Ba2	4.151	4.157	12,97	102,3	0,00	83,38	8,95	-3,00	0,00	0,00	89,32
Ba3	3.760	3.769	14,20	102,1	0,00	82,52	8,37	-3,00	0,00	0,00	87,90

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:  
23-1-3041  
SL Windenergie GmbH  
Voßbrinkstr. 67  
45966 Gladbeck

Beschreibung:  
Windpark Finntrop-Hesenberg, Gemeinde Finntrop,  
Landkreis Olpe, NRW

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



Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
22.11.2023 15:23/3.6.377

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung 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]
FH 1	2.400	2.418	25,94	106,6	0,00	78,67	4,96	-3,00	0,00	0,00	80,62
FH 2	1.816	1.840	31,60	109,6	0,00	76,30	4,67	-3,00	0,00	0,00	77,97
FR 1	3.714	3.728	22,53	109,6	0,00	82,43	7,61	-3,00	0,00	0,00	87,04
FR 2	3.199	3.216	24,52	109,6	0,00	81,15	6,91	-3,00	0,00	0,00	85,05
FR 3	3.478	3.494	23,41	109,6	0,00	81,87	7,30	-3,00	0,00	0,00	86,16
S1	5.374	5.383	15,62	108,1	0,00	85,62	9,88	-3,00	0,00	0,00	92,50
S2	5.176	5.186	16,15	108,1	0,00	85,30	9,68	-3,00	0,00	0,00	91,98
S3	4.663	4.674	17,61	108,1	0,00	84,39	9,12	-3,00	0,00	0,00	90,52
S4	4.384	4.396	18,46	108,1	0,00	83,86	8,80	-3,00	0,00	0,00	89,66
S5	5.084	5.094	16,40	108,1	0,00	85,14	9,58	-3,00	0,00	0,00	91,73
Summe			34,54								

Schall-Immissionsort: S-1 Serkenrode, Poststraße 40

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]
Ba1	2.886	2.896	19,13	102,3	0,00	80,24	5,94	-3,00	0,00	0,00	83,18
Ba2	3.029	3.039	17,43	102,3	0,00	80,65	7,21	-3,00	0,00	0,00	84,87
Ba3	2.243	2.258	21,19	102,1	0,00	78,08	5,83	-3,00	0,00	0,00	80,91
FH 1	1.042	1.085	35,26	106,6	0,00	71,71	2,59	-3,00	0,00	0,00	71,30
FH 2	1.642	1.671	32,76	109,6	0,00	75,46	4,35	-3,00	0,00	0,00	76,81
FR 1	1.575	1.610	33,20	109,6	0,00	75,14	4,24	-3,00	0,00	0,00	76,37
FR 2	1.394	1.436	34,54	109,6	0,00	74,14	3,89	-3,00	0,00	0,00	75,03
FR 3	1.804	1.836	31,63	109,6	0,00	76,28	4,66	-3,00	0,00	0,00	77,94
S1	2.264	2.286	27,12	108,1	0,00	78,18	5,83	-3,00	0,00	0,00	81,01
S2	1.952	1.980	28,91	108,1	0,00	76,93	5,28	-3,00	0,00	0,00	79,22
S3	1.516	1.552	31,85	108,1	0,00	74,82	4,46	-3,00	0,00	0,00	76,28
S4	1.567	1.601	31,47	108,1	0,00	75,09	4,56	-3,00	0,00	0,00	76,65
S5	2.343	2.368	26,68	108,1	0,00	78,49	5,96	-3,00	0,00	0,00	81,45
Summe			42,20								

Schall-Immissionsort: S-2 Serkenrode, Robert-König-Straße 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]
Ba1	3.000	3.011	18,63	102,3	0,00	80,57	6,10	-3,00	0,00	0,00	83,67
Ba2	3.118	3.128	17,03	102,3	0,00	80,91	7,36	-3,00	0,00	0,00	85,27
Ba3	2.352	2.368	20,57	102,1	0,00	78,49	6,04	-3,00	0,00	0,00	81,52
FH 1	1.692	1.720	30,05	106,6	0,00	75,71	3,80	-3,00	0,00	0,00	76,51
FH 2	2.295	2.317	28,76	109,6	0,00	78,30	5,51	-3,00	0,00	0,00	80,81
FR 1	1.641	1.677	32,72	109,6	0,00	75,49	4,36	-3,00	0,00	0,00	76,85
FR 2	1.667	1.704	32,52	109,6	0,00	75,63	4,42	-3,00	0,00	0,00	77,05
FR 3	1.974	2.004	30,56	109,6	0,00	77,04	4,97	-3,00	0,00	0,00	79,01
S1	1.900	1.928	29,24	108,1	0,00	76,70	5,19	-3,00	0,00	0,00	78,89
S2	1.538	1.574	31,68	108,1	0,00	74,94	4,51	-3,00	0,00	0,00	76,45
S3	1.227	1.273	34,15	108,1	0,00	73,10	3,87	-3,00	0,00	0,00	73,97
S4	1.496	1.533	31,99	108,1	0,00	74,71	4,43	-3,00	0,00	0,00	76,14
S5	2.171	2.199	27,61	108,1	0,00	77,85	5,68	-3,00	0,00	0,00	80,52
Summe			41,42								

Projekt:  
23-1-3041  
SL Windenergie GmbH  
Voßbrinkstr. 67  
45966 Gladbeck

Beschreibung:  
Windpark Finentrop-Hesenberg, Gemeinde Finentrop,  
Landkreis Olpe, NRW

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

-  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
22.11.2023 15:23/3.6.377

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

### Berechnung: Gesamtbelastung

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

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

Meteorologischer Koeffizient, CO:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

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

Schallleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel; Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

WEA-Katalog

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

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

Unsicherheitszuschlag:

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]							
0,10	0,40	1,00	1,90	3,70	9,70	32,80	117,00

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O!

Schall: 4 H [Mode OM-NR-02-0] Lwa = 104,5 dB(A) + 2,1 dB OVB

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
D02886581/2.0-de	21.06.2023	USER	22.11.2023 14:23

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	106,6	Nein	92,4	92,7	97,9	102,3	101,7	95,4	84,5	64,8

WEA: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O!

Schall: 0 H [Mode OM-YO-12-0] Lwa = 107,5 dB(A) + 2,1dB OVB

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
D02886584/1.0-de	21.06.2023	USER	06.07.2023 08:49

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	109,6	Nein	92,9	95,7	100,4	104,4	104,7	101,7	93,2	74,6

WEA: ENERCON E-40/6.44 600 44.0 !O!

Schall: 3-fach Vermessung: 100,6 dB(A) + 1,5 dB(A)

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
	19.07.2022	USER	16.11.2023 14:19

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	102,1	Nein	80,5	85,7	93,0	96,8	97,6	93,5	89,0	81,8

Projekt:  
 23-1-3041  
 SL Windenergie GmbH  
 Voßbrinkstr. 67  
 45966 Gladbeck

Beschreibung:  
 Windpark Finnentrop-Hesenberg, Gemeinde Finnentrop,  
 Landkreis Olpe, NRW

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



-  
 Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
 Berechnet:  
 22.11.2023 15:23/3.6.377

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Gesamtbelastung

WEA: ENERCON E-40/6.44 600 44.0 !O!

Schall: Genehmigungspegel: 101,0 dB(A) + 1,3 dB(A)

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
 19.07.2022 USER 16.11.2023 14:18

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton Nein	Oktavbänder							
				63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	102,3	Nein	80,7	85,9	93,2	97,0	97,8	93,7	89,2	82,0

WEA: ENERCON E-58/10.58 1000 58.0 !O!

Schall: Genehmigungspegel: 101,0 dB(A) + 1,3 dB(A)

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
 21.03.2023 USER 16.11.2023 14:30

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton Nein	Oktavbänder							
				63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	102,3	Nein	85,6	90,8	94,0	96,6	97,6	93,6	84,2	76,1

WEA: GE WIND ENERGY 5.5-158 5500 158.0 !O!

Schall: NO 106 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
 Noise\_Emission-NO\_NRO\_4.x\_5.x-158-50Hz\_FGW\_DE\_r02 14.09.2020 USER 07.10.2021 10:47

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton Nein	Oktavbänder							
				63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	108,1	Nein	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1

WEA: GE WIND ENERGY 5.5-158 5500 158.0 !O!

Schall: NO 106 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
 Noise\_Emission-NO\_NRO\_4.x\_5.x-158-50Hz\_FGW\_DE\_r02 14.09.2020 USER 07.10.2021 10:47

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton Nein	Oktavbänder							
				63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	108,1	Nein	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1

### Schall-Immissionsort: D-1 Kückelheim, Dormecke 3

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)  
 Keine Abstandsanforderung

### Schall-Immissionsort: F-1 Finnentrop, Fehrenbracht 6

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)  
 Keine Abstandsanforderung

### Schall-Immissionsort: K-1 Kückelheim, Stenderke 3

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)  
 Keine Abstandsanforderung

Projekt:

23-1-3041  
SL Windenergie GmbH  
Voßbrinkstr. 67  
45966 Gladbeck

Beschreibung:

Windpark Finnentrop-Hesenberg, Gemeinde Finnentrop,  
Landkreis Olpe, NRW

Lizenzierter Anwender:

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



-  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
22.11.2023 15:23/3.6.377

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Gesamtbelastung

Schall-Immissionsort: S-1 Serkenrode, Poststraße 40

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: S-2 Serkenrode, Robert-König-Straße 3

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Projekt:  
23-1-3041  
SL Windenergie GmbH  
Voßbrinkstr. 67  
45966 Gladbeck

Beschreibung:  
Windpark Finentrop-Hesenberg, Gemeinde Finentrop,  
Landkreis Olpe, NRW

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



Berechnet:  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
22.11.2023 15:21/3.6.377

## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung Lemax  
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

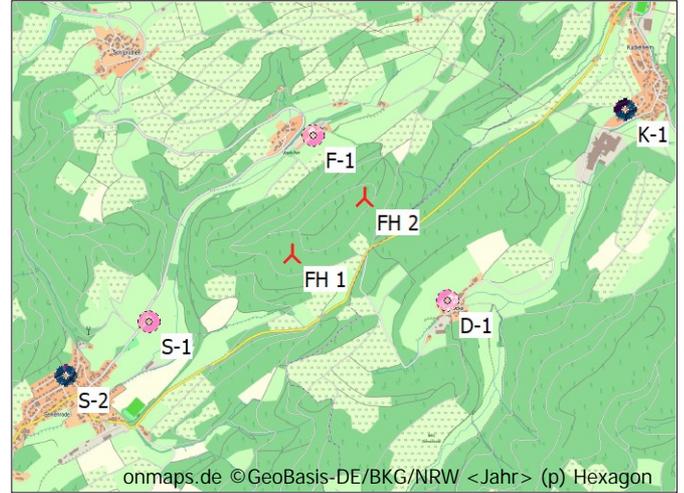
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2  
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

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

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

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:50.000  
Neue WEA Schall-Immissionsort

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Ak- tu- ell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung [kW]	Rotor- durch- messer [m]	Naben- höhe [m]	Schallwerte Quelle	Name	Windge- schwin- digkeit [m/s]	LWA [dB(A)]
FH 1	437.157	5.674.789	515,3	ENERCON E-175 E...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	USER	4 H [Mode OM-NR-02-0]	Lwa = 104,5 dB(A) + 1,7 dB Lemax	106,2
FH 2	437.642	5.675.159	520,8	ENERCON E-175 E...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	USER	0 H [Mode OM-YO-12-0]	Lwa = 107,5 dB(A) + 1,7 dB Lemax	109,2

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung Beurteilungspegel	
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]
D-1	Kückelheim, Dormecke 3	438.178	5.674.470	426,4	5,0	45,0	40,6
F-1	Finentrop, Fehrenbracht 6	437.306	5.675.577	416,4	5,0	45,0	44,7
K-1	Kückelheim, Stenderke 3	439.369	5.675.721	380,6	5,0	40,0	32,2
S-1	Serkenrode, Poststraße 40	436.210	5.674.355	370,7	5,0	45,0	36,8
S-2	Serkenrode, Robert-König-Straße 3	435.657	5.674.007	362,5	5,0	40,0	32,1

#### Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA	
	FH 1	FH 2
D-1	1070	873
F-1	802	537
K-1	2400	1816
S-1	1042	1642
S-2	1692	2295

Projekt:  
23-1-3041  
SL Windenergie GmbH  
Voßbrinkstr. 67  
45966 Gladbeck

Beschreibung:  
Windpark Finnentrop-Hesenberg, Gemeinde Finnentrop,  
Landkreis Olpe, NRW

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

-  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
22.11.2023 15:21/3.6.377

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Zusatzbelastung Lemax Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s  
Annahmen

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

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

### Berechnungsergebnisse

Schall-Immissionsort: D-1 Kückelheim, Dormecke 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]
FH 1	1.070	1.098	34,73	106,2	0,00	71,81	2,62	-3,00	0,00	0,00	71,43
FH 2	873	909	39,27	109,2	0,00	70,17	2,73	-3,00	0,00	0,00	69,90
Summe			40,58								

Schall-Immissionsort: F-1 Finnentrop, Fehrenbracht 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]
FH 1	802	842	37,57	106,2	0,00	69,51	2,09	-3,00	0,00	0,00	68,59
FH 2	537	597	43,71	109,2	0,00	66,52	1,95	-3,00	0,00	0,00	65,47
Summe			44,65								

Schall-Immissionsort: K-1 Kückelheim, Stenderke 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]
FH 1	2.400	2.418	25,54	106,2	0,00	78,67	4,96	-3,00	0,00	0,00	80,62
FH 2	1.816	1.840	31,20	109,2	0,00	76,30	4,67	-3,00	0,00	0,00	77,97
Summe			32,25								

Schall-Immissionsort: S-1 Serkenrode, Poststraße 40

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]
FH 1	1.042	1.085	34,86	106,2	0,00	71,71	2,59	-3,00	0,00	0,00	71,30
FH 2	1.642	1.671	32,36	109,2	0,00	75,46	4,35	-3,00	0,00	0,00	76,81
Summe			36,80								

Schall-Immissionsort: S-2 Serkenrode, Robert-König-Straße 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]
FH 1	1.692	1.720	29,65	106,2	0,00	75,71	3,80	-3,00	0,00	0,00	76,51
FH 2	2.295	2.317	28,36	109,2	0,00	78,30	5,51	-3,00	0,00	0,00	80,81
Summe			32,07								

Projekt:  
23-1-3041  
SL Windenergie GmbH  
Voßbrinkstr. 67  
45966 Gladbeck

Beschreibung:  
Windpark Finnentrop-Hesenberg, Gemeinde Finnentrop,  
Landkreis Olpe, NRW

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

-  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
22.11.2023 15:21/3.6.377

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Zusatzbelastung Lemax

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

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

Meteorologischer Koeffizient, CO:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

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

Schallleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel; Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

WEA-Katalog

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

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

Unsicherheitszuschlag:

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]							
0,10	0,40	1,00	1,90	3,70	9,70	32,80	117,00

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O!

Schall: 4 H [Mode OM-NR-02-0] Lwa = 104,5 dB(A) + 1,7 dB Lemax

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
D02886581/2.0-de	21.06.2023	USER	22.11.2023 14:25

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	106,2	Nein	92,0	92,3	97,5	101,9	101,3	95,0	84,1	64,4

WEA: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O!

Schall: 0 H [Mode OM-YO-12-0] Lwa = 107,5 dB(A) + 1,7 dB Lemax

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
D02886584/1.0-de	21.06.2023	USER	06.07.2023 08:49

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	109,2	Nein	92,5	95,3	100,0	104,0	104,3	101,3	92,8	74,2

Schall-Immissionsort: D-1 Kückelheim, Dormecke 3

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: F-1 Finnentrop, Fehrenbracht 6

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Projekt:

23-1-3041  
SL Windenergie GmbH  
Voßbrinkstr. 67  
45966 Gladbeck

Beschreibung:

Windpark Finnentrop-Hesenberg, Gemeinde Finnentrop,  
Landkreis Olpe, NRW

Lizenzierter Anwender:

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



-  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
22.11.2023 15:21/3.6.377

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Zusatzbelastung Lemax

Schall-Immissionsort: K-1 Kückelheim, Stenderke 3

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: S-1 Serkenrode, Poststraße 40

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: S-2 Serkenrode, Robert-König-Straße 3

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet

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

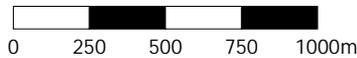
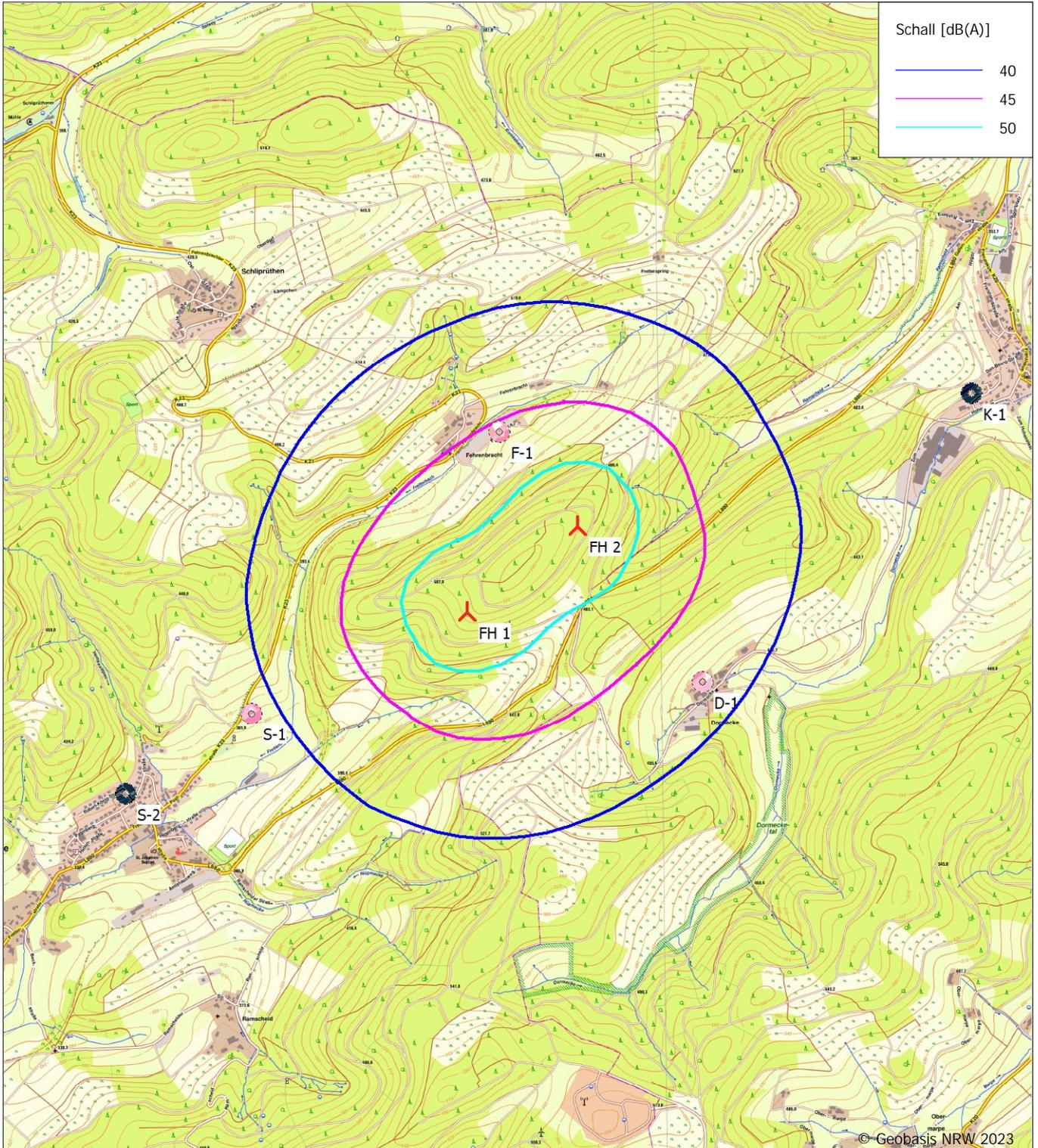
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

### DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: Zusatzbelastung -Tagzeitraum-



Karte: DE Nordrhein-Westfalen Topo , Maßstab 1:25.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 437.400 Nord: 5.674.974

🚧 Neue WEA      🏠 Schall-Immissionsort

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

Projekt:  
23-1-3041  
SL Windenergie GmbH  
Voßbrinkstr. 67  
45966 Gladbeck

Beschreibung:  
Windpark Finentrop-Hesenberg, Gemeinde Finentrop,  
Landkreis Olpe, NRW

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



Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
Berechnet:  
08.11.2023 14:19/3.6.377

## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: nicht relevante Vorbelastung HSK  
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

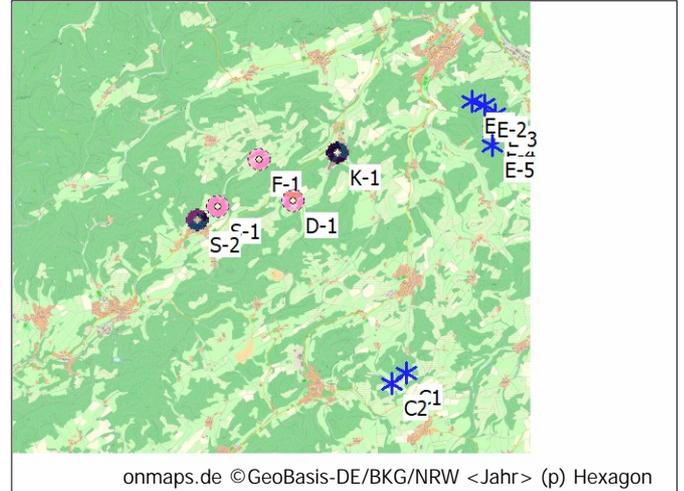
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2  
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

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

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

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:200.000  
\* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]
					Aktuell	Hersteller					Quelle	Name		
C1	441.098	5.669.895	537,8	GE WIND ENER...	Nein	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	USER	lt. HSK: 108,1 dB(A)	(95%)	108,1
C2	440.724	5.669.622	549,1	GE WIND ENER...	Nein	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	USER	lt. HSK: 108,1 dB(A)	(95%)	108,1
E-1	442.909	5.677.054	465,6	VESTAS V150-4...	Ja	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	166,0	USER	lt. HSK: 106,0 dB(A)	(95%)	106,0
E-2	443.258	5.676.949	460,9	VESTAS V150-4...	Ja	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	166,0	USER	lt. HSK: 106,0 dB(A)	(95%)	106,0
E-3	443.518	5.676.688	453,3	VESTAS V150-4...	Ja	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	166,0	USER	lt. HSK: 106,0 dB(A)	(95%)	106,0
E-4	443.473	5.676.272	483,8	VESTAS V150-4...	Ja	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	166,0	USER	lt. HSK: 106,0 dB(A)	(95%)	106,0
E-5	443.439	5.675.879	508,0	VESTAS V150-4...	Ja	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	166,0	USER	lt. HSK: 106,0 dB(A)	(95%)	106,0

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung		Anforderung erfüllt?
						Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	
D-1	Kückelheim, Dormecke 3	438.178	5.674.470	426,4	5,0	45,0	22,4	Ja
F-1	Finentrop, Fehrenbracht 6	437.306	5.675.577	416,4	5,0	45,0	20,4	Ja
K-1	Kückelheim, Stenderke 3	439.369	5.675.721	380,6	5,0	40,0	25,0	Ja
S-1	Serkenrode, Poststraße 40	436.210	5.674.355	370,7	5,0	45,0	19,0	Ja
S-2	Serkenrode, Robert-König-Straße 3	435.657	5.674.007	362,5	5,0	40,0	18,2	Ja

#### Abstände (m)

WEA	D-1	F-1	K-1	S-1	S-2
C1	5427	6832	6077	6617	6820
C2	5475	6867	6247	6540	6701
E-1	5391	5795	3783	7223	7867
E-2	5653	6109	4079	7510	8151
E-3	5782	6311	4261	7672	8306
E-4	5593	6207	4141	7512	8138
E-5	5446	6141	4074	7388	8004

Projekt:  
23-1-3041  
SL Windenergie GmbH  
Voßbrinkstr. 67  
45966 Gladbeck

Beschreibung:  
Windpark Finentrop-Hesenberg, Gemeinde Finentrop,  
Landkreis Olpe, NRW

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



Berechnet:  
Jonas Feja / jonas.feja@ramboll.com  
08.11.2023 14:20/3.6.377

## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: nicht relevante Vorbelastung WP Rönkhausen  
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

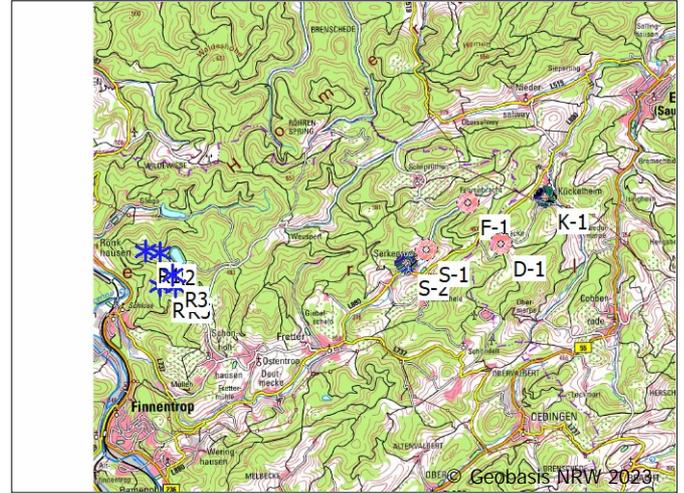
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2  
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

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

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

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:200.000  
\* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Ak- tu- ell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung [kW]	Rotor- durch- messer [m]	Naben- höhe [m]	Schallwerte Quelle	Name	Windge- schwin- digkeit [m/s]	LWA [dB(A)]
R1	428.760	5.674.426	510,7	VESTAS V162-5.6...Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0/6.2-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Mode PO6200: Lwa 104,8 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,9	
R2	429.148	5.674.362	534,6	VESTAS V162-5.6...Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0/6.2-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Mode PO6200: Lwa 104,8 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,9	
R3	429.458	5.673.773	544,7	VESTAS V162-5.6...Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0/6.2-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Mode PO6200: Lwa 104,8 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,9	
R4	429.137	5.673.489	505,2	VESTAS V162-5.6...Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0/6.2-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Mode PO6200: Lwa 104,8 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,9	
R5	429.550	5.673.453	518,7	VESTAS V162-5.6...Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0/6.2-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Mode PO6200: Lwa 104,8 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,9	

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung		Beurteilungspegel		Anforderung erfüllt?
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	Schall	Schall	
D-1	Kükelheim, Dormecke 3	438.178	5.674.470	426,4	5,0	45,0	15,8		Ja	
F-1	Finentrop, Fehrenbracht 6	437.306	5.675.577	416,4	5,0	45,0	17,0		Ja	
K-1	Kükelheim, Stenderke 3	439.369	5.675.721	380,6	5,0	40,0	13,7		Ja	
S-1	Serkenrode, Poststraße 40	436.210	5.674.355	370,7	5,0	45,0	19,4		Ja	
S-2	Serkenrode, Robert-König-Straße 3	435.657	5.674.007	362,5	5,0	40,0	20,6		Ja	

#### Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA				
	R1	R2	R3	R4	R5
D-1	9419	9032	8748	9094	8688
F-1	8623	8248	8052	8431	8041
K-1	10688	10311	10100	10472	10077
S-1	7451	7063	6777	7126	6721
S-2	6910	6519	6203	6540	6132

## Anhang Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen

# Technisches Datenblatt

Oktavbandpegel Betriebsmodus OM-YO-12-0

ENERCON Windenergieanlage E-175 EP5 / 6000 kW

Technische Änderungen vorbehalten.

## 4 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

Folgende Oktavbandpegelwerte gelten unter Berücksichtigung der im Datenblatt Betriebsmodus aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 2: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe  $v_H$

$v_H$ in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	90,8	93,6	98,3	102,3	102,6	99,6	91,1	72,5

# Technisches Datenblatt

Oktavbandpegel Betriebsmodus OM-NR-02-0

ENERCON Windenergieanlage E-175 EP5 / 6000 kW

Technische Änderungen vorbehalten.

## 4 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

Folgende Oktavbandpegelwerte gelten unter Berücksichtigung der im Datenblatt Betriebsmodus aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 2: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe  $v_H$

$v_H$ in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5,5	90,3	90,6	95,8	100,2	99,6	93,3	82,4	62,7

**Auszug aus dem Prüfbericht**

Seite 1

**Stamtblatt „Geräusche“, entsprechend den „Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte“**

Rev. 13 vom 01. Januar 2000 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e. V., Flotowstr. 41 - 43, D-22083 Hamburg)

**Auszug aus dem Prüfbericht WICO 287SEA01/01  
zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ ENERCON E-40/6.44**

Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)	
Anlagenhersteller:	ENERCON GmbH Dreekamp 5 D-26605 Aurich	Nennleistung (Generator):	600 kW
Seriennummer:	44979	Rotordurchmesser:	44 m
WEA-Standort (ca.):	RW 3418170, HW 5883430	Nabenhöhe über Grund:	78 m
		Turmbauart:	Stahlrohrturm
		Leistungsregelung:	Pitch/Stall/Aktiv-Stall
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerangaben)	
Rotorblatthersteller:	ENERCON GmbH	Getriebehersteller:	entfällt
Typenbezeichnung Blatt:	E-40/6.44	Typenbezeichnung Getriebe:	entfällt
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatorhersteller:	ENERCON GmbH
Rotorblattanzahl	3	Typenbezeichnung Generator:	E-40/6.44
Rotordrehzahlbereich:	18 – 34,5 U/min	Generatornenn Drehzahl:	18 – 34,5 U/min

**Prüfbericht zur Leistungskurve: WT1859/01**

	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung		
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	6 ms <sup>-1</sup>	212 kW	96,9 dB(A)	(1)
	7 ms <sup>-1</sup>	343 kW	98,5 dB(A)	
	8 ms <sup>-1</sup>	484 kW	99,6 dB(A)	
	8,9 ms <sup>-1</sup>	570 kW	100,1 dB(A)	
Tonzuschlag für den Nahbereich $K_{TN}$	6 ms <sup>-1</sup>	212 kW	0 dB bei - Hz	(1)
	7 ms <sup>-1</sup>	343 kW	0 dB bei - Hz	
	8 ms <sup>-1</sup>	484 kW	0 dB bei - Hz	
	8,9 ms <sup>-1</sup>	570 kW	0 dB bei - Hz	
Impulszuschlag für den Nahbereich $K_{IN}$	6 ms <sup>-1</sup>	212 kW	0 dB	(1)
	7 ms <sup>-1</sup>	343 kW	0 dB	
	8 ms <sup>-1</sup>	484 kW	0 dB	
	8,9 ms <sup>-1</sup>	570 kW	0 dB	

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

Frequenz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
$L_{WA,P}$	55,5	59,5	62,9	65,7	67,3	70,6	72,8	74,5	77,3	78,7	80,9	83,7	84,6	87,3	88,9	90,8
Frequenz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
$L_{WA,P}$	89,5	90,5	91,2	89,1	87,7	85,4	83,4	82,2	81,4	79,1	76,6	73,4	70,3	62,6	53,1	45,9

**Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt  $v_{10} = 8,9 \text{ ms}^{-1}$  in dB(A)**

Frequenz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
$L_{WA,P}$	54,5	57,9	61,3	64,7	66,7	69,6	72,7	76,4	76,7	75,8	81,8	85,0	85,2	87,9	89,4	90,9
Frequenz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
$L_{WA,P}$	89,7	90,8	91,7	89,7	88,5	86,4	84,4	83,4	82,6	80,2	77,7	74,1	70,3	62,2	52,1	42,9

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 12.11.2001. Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen:

- (1) Der Betriebspunkt der 95%igen Nennleistung, für den der maximale Schalleistungspegel angegeben wird, liegt unter Berücksichtigung der verwendeten Leistungskurve und der Nabenhöhe der vermessenen WEA bei  $v_{10} = 8,9 \text{ ms}^{-1}$  in 10 m ü.G..

Gemessen durch: WIND-consult GmbH  
Reuterstraße 9  
D-18211 Bargeshagen



Datum: 05.12.2001

**WIND-consult**  
Unterschrift  
Dipl.-Ing. R. Haevernick

**WILKE**  
Unterschrift  
Dipl.-Ing. W. Wilke

## Bestimmung der Schallemissions-Parameter aus mehreren Einzelmessungen

Anlagendaten entsprechend Seite 1 dieses Auszugs aus dem Prüfbericht

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

Schallemissions-Parameter	Wind-Geschwindigkeit in 10m Höhe	1. Messung	2. Messung	3. Messung	Energie- tischer Mittelwert	Standard- Abweichung  S	K  nach /1/  $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$
		Messinstitut: WIND-consult Prüfbericht - Nr.: 207SE899 Datum der Messung: 31.01./01.02. 2000 Getriebe: entfällt Generator: E-40/6.44 Rotorblatt: E-40/6.44	Messinstitut: WINDTEST KWK Prüfbericht - Nr.: 1740/01 Datum der Messung: 13.12.2000 Getriebe: entfällt Generator: E-40/6.44 Rotorblatt: E-40/6.44	Messinstitut: WIND-consult Prüfbericht - Nr.: 287SEA01/01 Datum der Messung: 06.11.2001 Getriebe: entfällt Generator: E-40/6.44 Rotorblatt: E-40/6.44			
Schalleistungs- pegel $L_{WA,P}$ :	6 m/s	98,4 dB(A)	96,8 dB(A)	96,9 dB(A)	97,4 dB(A)	0,9 dB(A)	1,9 dB(A)
	7 m/s	99,4 dB(A)	98,6 dB(A)	98,5 dB(A)	98,9 dB(A)	0,5 dB(A)	1,3 dB(A)
	8 m/s	100,3 dB(A)	99,9 dB(A)	99,6 dB(A)	99,9 dB(A)	0,4 dB(A)	1,2 dB(A)
	9 m/s	100,7 dB(A)	100,8 dB(A) <sup>1)</sup>	100,1 dB(A) <sup>1)</sup>	100,5 dB(A)	0,4 dB(A)	1,2 dB(A)
	10 m/s <sup>2)</sup>	100,8 dB(A)	100,8 dB(A)	100,1 dB(A)	100,6 dB(A)	0,4 dB(A)	1,2 dB(A)
Tonzuschlag KTN :	6 m/s	0 dB (- Hz)	0 dB (- Hz)	0 dB (- Hz)	0 dB (- Hz)	-	-
	7 m/s	2 dB (304 Hz)	0 dB (- Hz)	0 dB (- Hz)	1 dB (304 Hz)	-	-
	8 m/s	0 dB (- Hz)	0 dB (- Hz)	0 dB (- Hz)	0 dB (- Hz)	-	-
	9 m/s	0 dB (- Hz)	0 dB (- Hz) <sup>3)</sup>	0 dB (- Hz) <sup>3)</sup>	0 dB (- Hz)	-	-
	10 m/s <sup>2)</sup>	0 dB (- Hz)	0 dB (- Hz)	0 dB (- Hz)	0 dB (- Hz)	-	-
Impulszuschlag KIN :	6 m/s	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB(A)	-	-
	7 m/s	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB(A)	-	-
	8 m/s	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB(A)	-	-
	9 m/s	0 dB	0 dB <sup>3)</sup>	0 dB <sup>3)</sup>	0 dB(A)	-	-
	10 m/s <sup>2)</sup>	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB(A)	-	-

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

- Bemerkungen: 1) Der angegebene Schalleistungspegel entspricht dem Schalleistungspegel bei 95% der Nennleistung. Bei der 2. und 3. Messung wurden 95% der Nennleistung bei einer Windgeschwindigkeit von  $v_{10} = 8,9 \text{ m/s}$  in 10 m ü.G. erreicht, während bei der 1. Messung 95% der Nennleistung bei  $v_{10} = 10 \text{ m/s}$  in 10 m ü.G. erreicht wurden. Es wurde der maximal im jeweils zu vermessenen Windgeschwindigkeitsbereich auftretende Schalleistungspegel verwendet.
- 2) Die angegebenen Werte entsprechen den Werten bei 95% der Nennleistung.
- 3) Es wurden die maximal im jeweils zu vermessenen Windgeschwindigkeitsbereich auftretenden Emissionsparameter verwendet.

Ausgestellt durch: WIND-consult GmbH  
Reuterstraße 9  
D-18211 Bargeshagen



Datum: 05.12.2001

  
  
 Unterschrift  
 Dipl.-Ing. R. Haevernick

  
 Unterschrift  
 Dipl.-Ing. W. Wilke

/1/ CENELEC / BTTF83-2-WG4, 5. Draft Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines 1999-11".

**Auszug aus dem Prüfbericht****Stamtblatt "Geräusche", entsprechend den "Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte"**

Rev. 15 vom 01. Januar 2004 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V. Flotowstraße 41-43, D-22083 Hamburg)

**Auszug aus dem Prüfbericht 26118-2.001  
zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ Enercon E-58/10.58**

Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)	
Anlagenhersteller:	Enercon GmbH	Nennleistung (Generator):	1000 kW
Seriennummer:	58047	Rotordurchmesser:	58 m
WEA-Standort (ca.):	32130 Enger	Nabenhöhe über Grund:	70,5m
Standortkoordinaten	GK RW 34.67.220 GK HW 57.76.016	Turmbauart:	Stahlrohrturm
		Leistungsregelung:	Pitch
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerang.)	
Rotorblatthersteller:	Enercon GmbH	Getriebehersteller:	entfällt
Typenbezeichnung Blatt:	E-58	Typenbezeichnung Getriebe:	entfällt
Blatteinstellwinkel:	Variabel	Generatorhersteller:	Enercon GmbH
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-58
Rotordrehzahlbereich:	10 - 24,5 U/min	Generatordrehzahlbereich:	10 - 24,5 U/min

Auszug des Prüfberichtes Nr.: WT2115/02 der Fa. Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH zur Leistungsvermessung der E-58/10.58

	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung		
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	6 ms <sup>-1</sup> 7 ms <sup>-1</sup> 8 ms <sup>-1</sup> 8.3 ms <sup>-1</sup> —	441 kW 683 kW 916 kW 950 kW —	96,0 dB(A) 98,9 dB(A) 100,5 dB(A) 100,9 dB(A) —	
Tonzuschlag für den Nahbereich $K_{TN}$	6 ms <sup>-1</sup> 7 ms <sup>-1</sup> 8 ms <sup>-1</sup> 8.3 ms <sup>-1</sup> —	441 kW 683 kW 916 kW 950 kW —	0 dB 0 dB 0 dB 0 dB —	
Impulszuschlag für den Nahbereich $K_{IN}$	6 ms <sup>-1</sup> 7 ms <sup>-1</sup> 8 ms <sup>-1</sup> 8.3 ms <sup>-1</sup> —	441 kW 683 kW 916 kW 950 kW —	0 dB 0 dB 0 dB 0 dB —	

**Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt  $v_{10} = 8,3 \text{ ms}^{-1}$  in dB(A) entsprechen 95% der Nennleistung**

Frequenz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
$L_{WA,P}$	54,3	60,1	65,5	69,6	73,3	76,1	79,2	81,3	83,3	84,6	85,6	86,0	87,3	89,3	90,0	89,5
Frequenz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
$L_{WA,P}$	91,4	90,8	92,3	90,8	89,3	87,2	84,1	80,5	76,8	74,1	71,5	69,5	67,6	66,2	65,0	63,7

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

Frequenz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
$L_{WA,P}$	53,3	64,0	65,3	70,5	72,7	74,4	78,8	83,6	84,0	88,4	87,2	86,3	87,9	89,0	89,2	88,9
Frequenz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
$L_{WA,P}$	90,3	89,2	91,5	90,1	88,9	86,0	83,1	78,6	74,2	70,6	67,7	65,8	64,7	64,3	63,4	62,1

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

Bemerkungen: Standardisierte Windgeschwindigkeit in von  $v_{10} = 8,3 \text{ ms}^{-1}$  entspricht 95 % der Nennleistung

Gemessen durch: KÖTTER Consulting Engineers

- Rheine

Stempel

Unterschrift

Datum: 11.03.2004



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

*O. Zel*  
*Frank Wenzel*

## E-58

	LWA	Bericht
1. Vermessung	100,8	WICO 05002200
2. Vermessung	100,7	KCE 25715-1.001
3. Vermessung	100,9	KCE 26118-2.001
Mittel	100,8	
Stabw	0,1	

<b>KCE 26118-2.001</b>					
<b>f (Hz)</b>	<b>f<sub>u</sub></b>	<b>f<sub>m</sub></b>	<b>f<sub>o</sub></b>		<b>Oktavband</b>
<b>63</b>	76,1	79,2	81,3	→	<b>84,1</b>
<b>125</b>	83,3	84,6	85,6	→	<b>89,4</b>
<b>250</b>	86,0	87,3	89,3	→	<b>92,5</b>
<b>500</b>	90,0	89,5	91,4	→	<b>95,1</b>
<b>1000</b>	90,8	92,3	90,8	→	<b>96,1</b>
<b>2000</b>	89,3	87,2	84,1	→	<b>92,1</b>
<b>4000</b>	80,5	76,8	74,1	→	<b>82,7</b>
<b>8000</b>	71,5	69,5	67,6	→	<b>74,6</b>
<b>Summe</b>					<b>100,8</b>

## 4.1 5.x-158 - 106.0 dB immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlsollwerte und Nabenhöhen.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlsollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]
120.9	9.70	5300, 5500
150.0	9.70	5300, 5500
161.0	9.70	5300, 5500

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frequenz [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	59.4	62.0	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5
	32	67.4	67.3	69.6	72.8	75.5	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0
	63	76.3	77.1	79.2	82.0	84.6	87.2	87.2	87.2	87.2	87.2	87.2
	125	83.0	85.0	87.1	89.0	91.0	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6
	250	86.8	88.7	91.8	94.1	96.1	97.2	97.2	97.2	97.2	97.2	97.2
	500	87.2	87.7	91.7	95.5	98.3	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7
	1000	87.6	87.0	90.6	95.1	98.7	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3
	2000	86.4	86.4	88.7	92.4	95.9	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1
	4000	80.9	82.2	84.0	86.6	89.1	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
8000	65.1	67.2	69.6	72.4	74.6	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.9	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0

Tabelle 3: 5.x-158 - 106.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

## 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		
Betriebsmode	Modus 0 (104,9)	LO1 (104,9)	LO2 (103,7)
$\overline{L}_W$ (P50)	104,9	104,9	103,7
$\sigma_{WTG}$	1,3	1,3	1,3
$1,28 \times \sigma_{WTG}$	1,7	1,7	1,7
<b><math>L_{e,max}</math> (P90)</b>	<b>106,6</b>	<b>106,6</b>	<b>105,4</b>
<b>Frequenzen</b>	<b>Oktavspektrum <math>\overline{L}_W</math> (P50)</b>		
63 Hz	84,0	84,0	82,7
125 Hz	92,2	92,2	91,0
250 Hz	97,4	97,4	96,3
500 Hz	99,8	99,8	98,7
1 kHz	99,4	99,4	98,2
2 kHz	96,1	96,1	94,7
4 kHz	90,0	90,0	88,3
8 kHz	80,9	81,0	78,8
<b>A-wgt (P50)</b>	<b>104,9</b>	<b>104,9</b>	<b>103,7</b>

Tabelle 2: Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen V150-4.0/4.2 MW, Herstellerangabe

# 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	Schalleistungs-, 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>VI</b>
2.1	Normative Grundlagen	VI
2.2	Berechnungsgrundlagen	VI
2.3	Tieffrequente Geräusche und Infraschall	XI
<b>3</b>	<b>GENEHMIGUNGSFESTSETZUNGEN UND RECHTSKONFORMER BETRIEB</b>	<b>XII</b>
3.1	Kontrolle des genehmigungskonformen Betriebs	XII
3.2	Aufnahme des Nachtbetriebs	XIII
<b>4</b>	<b>QUELLENVERZEICHNIS – THEORETISCHER TEIL</b>	<b>XIV</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.

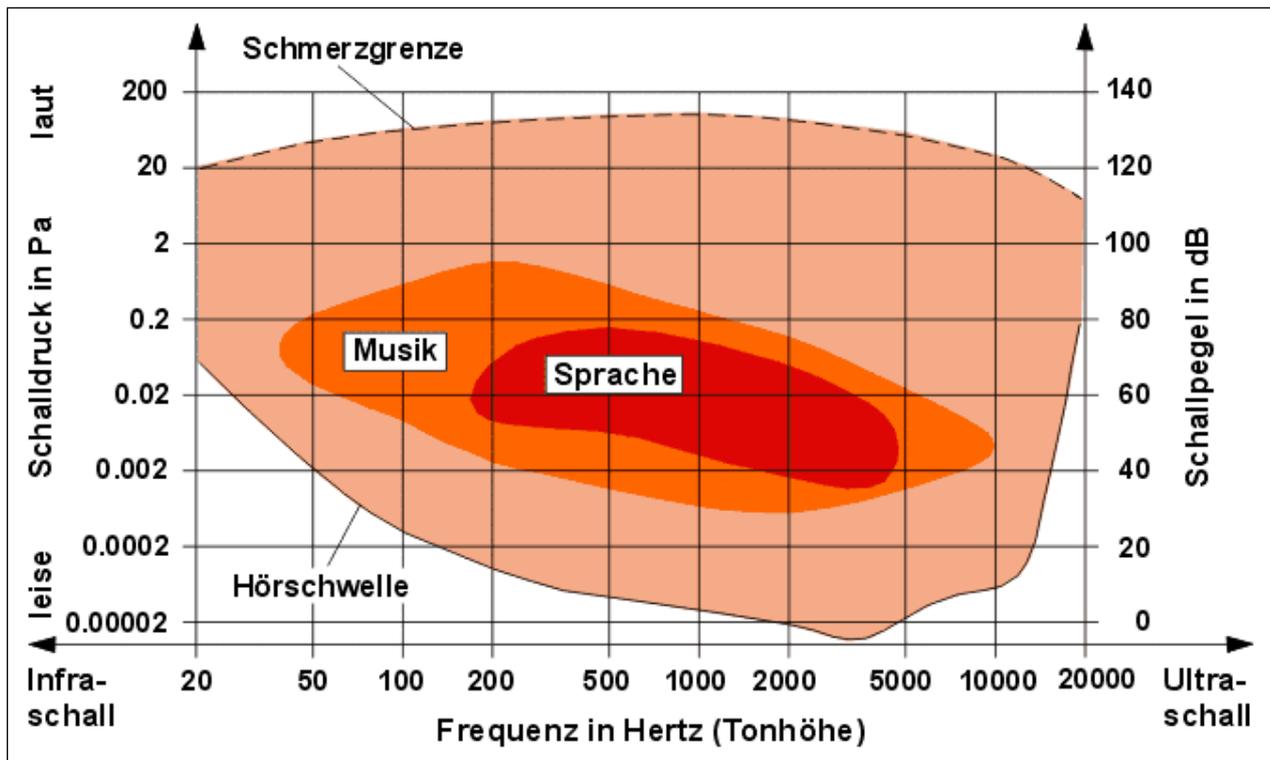


Abbildung 1: Hörbereich des Menschen [1]

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 (110 dB) wird der Schall als schmerzhaft wahrgenommen. Der Schall unter 20 Hz wird als Infraschall, der Schall über 20.000 Hz als Ultraschall bezeichnet.

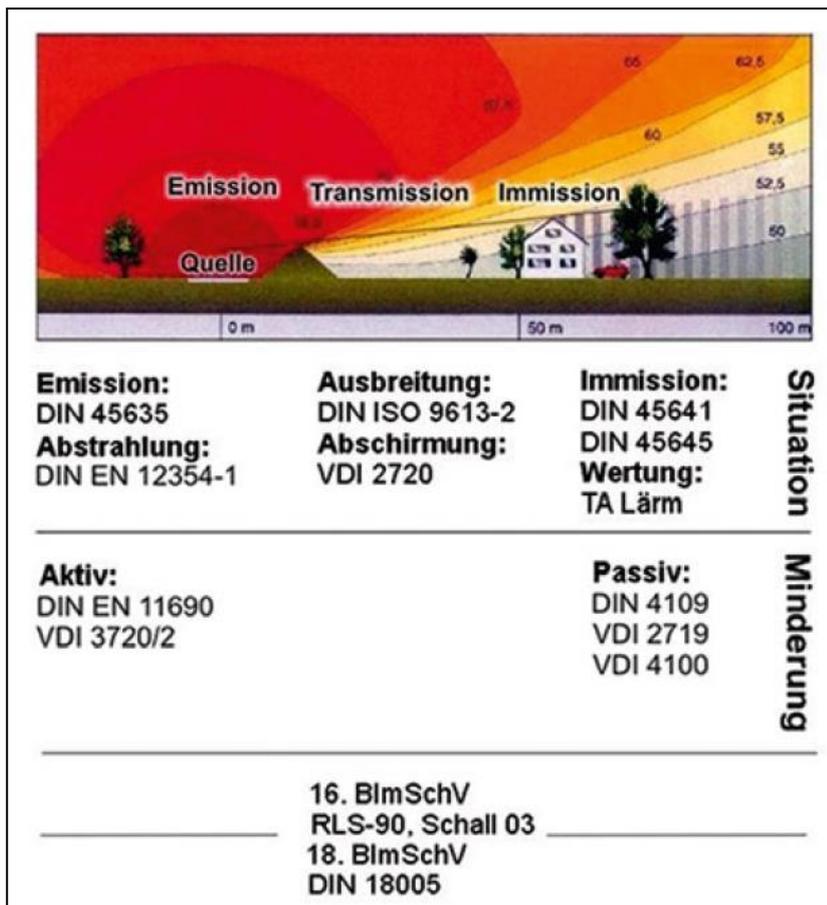
## 1.2 Schallausbreitung und Vorschriften

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

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

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

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



**Abbildung 2: Normen und Grundlagen zum Schall [2]**

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

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

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

### 1.3 Schalleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel

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

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

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

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

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

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

## 1.4 Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung

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

## 1.5 Schallimmissionen von Windenergieanlagen

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

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

## 2 Immissionsprognose

### 2.1 Normative Grundlagen

Die Prognosen sind nach der Technischen Anleitung Lärm (TA-Lärm [4]) als detaillierte Prognose anhand der DIN ISO 9613-2 [7] zu erstellen, wobei evtl. bestehende Vorbelastungen durch gewerbliche Geräusche an den Immissionsorten berücksichtigt werden müssen. Die DIN ISO 9613-2 gilt für die Berechnung bei bodennahen Quellen (bis 30 m mittlere Höhe zwischen Quelle und Empfänger; s. Kapitel 9, Tabelle 5). Zur Anpassung des Prognoseverfahrens auf hochliegende Quellen hat der Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) auf Basis neuerer Untersuchungsergebnisse und auf Basis theoretischer Berechnungen ein Interimsverfahren [10] veröffentlicht. Für WKA als hochliegende Schallquellen (> 30 m) sind diese neueren Erkenntnisse mittlerweile in allen Bundesländern im Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen. Die Immissionsprognose ist daher nach dem Interimsverfahren – sowohl für Vorbelastungsanlagen als auch für neu beantragte Anlagen – frequenzselektiv durchzuführen. Hierbei sind zur Berechnung der Luftabsorption die Luftdämpfungskoeffizienten  $\alpha$  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 werden bei der schalltechnischen Vermessung von Windenergieanlagen der A-bewertete mittlere Schallleistungspegel  $L_{WA}$  sowie nach FGW-Richtlinie [8] oktavbandbezogene Werte  $L_{WA,Okt}$  ermittelt. Bei noch nicht vermessenen WEA sind nach LAI Hinweisen [11] auch Herstellerangaben heranziehbar, die im Allgemeinen nur geringfügig von Vermessungen abweichen und in der Prognose mit entsprechenden Unsicherheitszuschlägen beaufschlagt werden (siehe Kapitel 2.2.2). Die verwendeten Angaben zum Schallleistungspegel  $L_{WA,Okt}$  beziehen sich auf den lautesten Gesamtschallleistungspegel des WEA-Typs im jeweiligen Betriebsmodus. Die WEA werden im Modell als Punktschallquellen nachgebildet.

#### 2.2.2 Unsicherheiten

Auf die Oktavdaten  $L_{WA,Okt}$  wird ein Aufschlag entsprechend der Quelle der Daten angewendet. Der Zuschlag  $\Delta L_o$  zum oberen Vertrauensbereich wurde, soweit keine anderen Angaben aus den Genehmigungsunterlagen vorlagen, nach den Hinweisen der LAI [11] wahrscheinlichkeitsmathematisch aus den Unsicherheiten für die Serienstreuung  $\sigma_P$ , die Typvermessung  $\sigma_R$  und die Prognoseunsicherheit  $\sigma_{Prog}$  ermittelt. Sie können für jede WEA dem Kapitel 3.2 des Berichts entnommen werden.

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

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

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

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

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

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

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

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

### 2.2.3 Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) $K_T$

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

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

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 in immissionsrelevanter Entfernung zu bestimmen, inwiefern Tonhaltigkeiten dort auftreten und ggf. technische Minderungsmaßnahmen an der WEA vorzunehmen. WEA, die im Nahbereich höhere

tonhaltige Geräuschemissionen hervorrufen, entsprechen nicht dem Stand der Technik [11].

#### 2.2.4 Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) $K_I$

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

Im Nahbereich einer WEA ist das während des 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 Blattermissionen im Fernbereich ab 300-500 m jedoch nicht mehr auf. Weitere Quellen für impulshaltige Geräusche bei WEA gibt es in der Regel nicht, so dass die Impulshaltigkeit für eine Schallimmissionsprognose i.d.R. nicht relevant ist.

#### 2.2.5 Ausbreitungsrechnung

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

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

- **$L_{WA}$ : Oktavband-Schalleistungspegel** der Punktschallquelle, in Dezibel, bezogen auf eine Bezugsschalleistung von einem Picowatt (1 pW), A-bewertet.
- **$D_C$ : Richtwirkungskorrektur**, die beschreibt, um wieviel der von der Punktquelle erzeugte äquivalente Dauerschalldruckpegel in der festgelegten Richtung von dem Pegel einer gerichteten Punktschallquelle mit einem Schalleistungspegel  $L_W$  abweicht.  $D_C$  ist gleich dem Richtwirkungsmaß  $D_I$  der Punktschallquelle zuzüglich eines Richtwirkungsmaßes  $D_\Omega$ , dass eine Schallausbreitung im Raumwinkel von weniger als  $4\pi$  Sterad berücksichtigt. Die

Richtwirkungskorrektur ist bei Anwendung des bisher verwendeten Alternativen Verfahrens nach [4] anzuwenden, um der Bodenreflexion Rechnung zu tragen. Durch den pauschalen Ansatz der negativen Bodendämpfung nach dem Interimsverfahren entfällt diese und es wird  $D_C = 0$  gesetzt.

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

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

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

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

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionsort.

$A_{\text{atm}}$ : Dämpfung durch die Luftabsorption

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

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

**Tabelle 1: Parameter Luftabsorption**

Temperatur	Rel. Feuchte	Luftdämpfungskoeffizient $\alpha$ , 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

$A_{\text{gr}}$ : Bodendämpfung:

Die Bodendämpfung ergibt sich in der Hauptsache aus dem Reflexionsgrad von

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

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

nach dem Interimsverfahren.

$A_{bar}$ : Dämpfung aufgrund von Abschirmung.

und

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

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

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

## 2.2.6 Überlagerung mehrerer Schallquellen

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

Liegen den Berechnungen mehrere Schallquellen (z. Bsp. bei Windparks) zugrunde, so überlagern sich die einzelnen Schalldruckpegel  $L_{ATi}$  entsprechend den Abständen zum betrachteten Immissionsort. In der Bewertung der Lärmimmission nach TA-Lärm ist der aus allen Schallquellen resultierende Schalldruckpegel  $L_{AT}$  unter Berücksichtigung der Zuschläge nach der folgenden

Gleichung zu ermitteln:

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

$L_{AT}$ : Beurteilungspegel am Immissionsort

$L_{ATi}$ : Schallimmissionspegel am Immissionsort einer Emissionsquelle  $i$

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

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

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

$C_{met}$ : Meteorologische Korrektur.

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

## 2.3 Tieffrequente Geräusche und Infraschall

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

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

## 3 Genehmigungsfestsetzungen und rechtskonformer Betrieb

### 3.1 Kontrolle des genehmigungskonformen Betriebs

Nach Nr. 5.2 der LAI-Hinweise [11]<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 [21].

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

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

<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 [19] [20] [22].

<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, 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 – theoretischer Teil

- [1] LUBW, Amt für Umweltschutz - Abt. Stadtklimatologie, Stuttgart, 2019.
- [2] WMBW, Städtebauliche Lärmfibel Online, Stuttgart: Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg / Amt für Umweltschutz Stuttgart, 2019.
- [3] BImSchG, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. Juli.*
- [4] TA\_Lärm, *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)*, (GMBI S. 503), 1998.
- [5] BauNVO, Baunutzungsverordnung, 26. Juni 1962, Letzte Änderung 13. Mai 2017.
- [6] Norm, DIN EN 61672-1:2014-07, 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] FGW - Fördergesellschaft Windenergie e.V., Technische Richtlinien für Windenergieanlagen - Teil 1 (TR 1) – Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18 & Revision 19 - 19.11.2020.
- [9] Norm, DIN EN 61400-11:2019-05; VDE 0127-11:2019-05, Vols. Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren (IEC 61400-11:2012); Deutsche Fassung EN 61400-11:2013, 2013.
- [10] NALS im DIN und VDI, *Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen*, Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien", 2015.
- [11] LAI, *Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016.*
- [12] Norm, *ISO 1996-2:2017-07, Akustik - Beschreibung, Messung und Beurteilung von Umgebungslärm - Teil 2: Bestimmung vom Schalldruckpegeln.*
- [13] D.-I. P. Kudella, "Verbundprojekt: Objektive Kriterien zu Erschütterungs- und Schallemissionen durch Windenergieanlagen im Binnenland. Akronym/Kurzbezeichnung: TremAc," Karlsruhe, 2020.
- [14] HMWVL, *Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung: Faktenpapier Windenergie und Infraschall, Bürgerforum Energieland Hessen, Mai 2015.*
- [15] LUBW, *Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen - Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015, Karlsruhe, Februar 2016.*
- [16] DNR, *Deutscher Naturschutzring, Dachverband des deutschen Natur- und Umweltverbände, Umwelt- und Naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (Onshore), www.dnr.de/downloads/infraschall\_04-2011.pdf.*
- [17] L. LfU\_Bayern, *Bayerisches Landesamt für Umwelt & Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, UmweltWissen, Windkraftanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?’, 4. Auflage - November 2014.*
- [18] Dipl.-Ing. Detlef Piorr (LANUV NRW), Festlegung von Abnahmebedingungen für Windenergieanlagen, Entwurf, Stand: Korrektur 1, 13.02.2018.
- [19] FGW\_Fördergesellschaft\_Windenergie, *Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) Überarbeiter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 Stand 30.06.2016 – Stellungnahme des FGW e. V., Berlin, 27. März 2018.*
- [20] Monika Agatz, *Windenergiehandbuch - aktuelle Version.*
- [21] LLUR 718, *Umsetzung des Erlasses „Einführung der aktuellen LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) in Schleswig-Holstein“ vom 31.01.2018, Flintbek, 31.03.2020.*

## Anhang Teil III: Akkreditierung und Theoretische Grundlagen



### Deutsche Akkreditierungsstelle

#### Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-PL-21488-01-00 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

**Gültig ab:** 14.12.2022

Ausstellungsdatum: 14.12.2022

Inhaber der Akkreditierungsurkunde:

**Ramboll Deutschland GmbH**

mit den Standorten:

**Elisabeth-Consbruch-Straße 3, 34131 Kassel**

**Lister Straße 9, 30163 Hannover**

Das Prüflaboratorium erfüllt die Mindestanforderungen gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 und gegebenenfalls zusätzliche gesetzliche und normative Anforderungen, einschließlich solcher in relevanten sektoralen Programmen, um die nachfolgend aufgeführten Konformitätsbewertungstätigkeiten durchzuführen.

Die Anforderungen an das Managementsystem in der DIN EN ISO/IEC 17025 sind in einer für Prüflaboratorien relevanten Sprache verfasst und stehen insgesamt in Übereinstimmung mit den Prinzipien der DIN EN ISO 9001.

**Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von Windenergieanlagen (WEA) einschließlich Prüfung windklimatologischer Eingangsdaten; Bestimmung des Referenzertrages; Bestimmung der Standortgüte; Durchführung und Auswertung von Windmessungen zur Bestimmung des Windpotenzials; Verifizierung von Fernmessgeräten (Lidar und Sodar), 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**

Innerhalb der mit \* gekennzeichneten Prüfverfahren ist dem Prüflaboratorium, ohne dass es einer vorherigen Information und Zustimmung der DAkKS bedarf, die Anwendung der hier aufgeführten genormten oder ihnen gleichzusetzenden Prüfverfahren mit unterschiedlichen Ausgabeständen gestattet.

Das Prüflaboratorium verfügt über eine aktuelle Liste aller Prüfverfahren im flexiblen Akkreditierungsbereich.

*Diese Urkundenanlage gilt nur zusammen mit der schriftlich erteilten Urkunde und gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand der gültigen und überwachten Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle zu entnehmen ([www.dakks.de](http://www.dakks.de))*

Verwendete Abkürzungen: siehe letzte Seite

Seite 1 von 3