

RAMBOLL

Schallimmissionsprognose für
drei WEA am Standort

Gerstungen-Ost

(Thüringen)

Datum: 30.10.2024

Bericht Nr. 24-1-3070-001-NF

Auftraggeber:
JUWI GmbH
Energie-Allee 1 | 55286 Wörrstadt

Bearbeiter:
Ramboll Deutschland GmbH
Jonas Feja, MLE
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
Tel 0561 / 288 573-0



Die vorliegende Schallimmissionsprognose für eine Windenergieplanung für den Standort Gerstungen-Ost (Thüringen) wurde der Ramboll Deutschland GmbH von der JUWI GmbH in Auftrag gegeben. Rechtsgrundlage dieses Gutachtens ist das BlmSchG [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 Thüringen 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 finanziierenden 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	30.10.2024	J. Feja	Planung von drei WEA des Typs Nordex N163/6.x

Kassel, 30.10.2024



Jonas Feja, MLE
(Bearbeiter)



Nils Fischer
(Prüfer)

Inhalt:

1	Zusammenfassung	4
2	Berechnungsgrundlagen	5
2.1	Aufgabenstellung	5
2.2	Ausbreitungsrechnung	6
2.3	Immissionsorte	7
2.3.1	Einwirkungsbereich	7
2.3.2	Immissionsorte und Immissionsrichtwerte	8
2.3.3	Lage der Immissionsorte	10
2.4	Potenzielle Schallreflexionen und Abschirmungseffekte	15
2.5	Vorbelastungen	16
2.5.1	Gewerbliche Vorbelastungen	16
2.5.2	Windenergieanlagen	17
2.6	Zusatzbelastung	20
3	Ergebnisse der Immissionsberechnungen	22
3.1	Beurteilungspegel an den Immissionsorten	22
3.2	Bewertung der Ergebnisse	23
3.3	Tagbetrieb	23
4	Literaturverzeichnis	25
5	Anhang	26

1 Zusammenfassung

Für die Planung von drei WEA des Typs Nordex N163/6.x mit einer Nabenhöhe von 164 m am Standort Gerstungen-Ost wurde eine Schallimmissionsprognose entsprechend der TA Lärm [3] für die zu berücksichtigenden Schallquellen, ggfs. unter Berücksichtigung spezifischer Landesvorgaben für Thüringen, an den für die Planung maßgeblichen Immissionsorten durchgeführt. Für WEA wurden die Berechnungsvorschriften der DIN ISO 9613-2 [4] entsprechend den Hinweisen der LAI [6] nach dem Interimsverfahren [5] modifiziert.

Als Emissionswerte für die WEA-Planung wurden Herstellerangaben (siehe Abschnitt 2.6) zu grunde gelegt. 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 für die lauteste Nachtstunde. 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.

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

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse

IO	Bezeichnung	IRW [dB(A)]	$L_{r,o}^*$ [dB(A)]	ΔIRW [dB]
01	Unterellen, Im Kleinen Dorf 61	45	37	-8
02	Unterellen, Obereller Str.118b	40	36	-4
03	Oberellen, Friedensteinstraße	40	33	-7
04	Wünschensuhl, Am Pilgerweg 2	40	30	-10
05	Fernbreitenbach, Lindingsmühle	45	36	-9
06	Fernbreitenbach, Liliengrund 5b	40	31	-9
07	Wünschensuhl, Rengersmühle 1	45	34	-11
08	Gestungen, Lutzberg 1	45	32	-13
09	Werra-Suhl-Tal, Katzenroda 3	45	26	-19
10	Herda, geplantes WA	40	30	-10

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

2 Berechnungsgrundlagen

2.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Gerstungen-Ost westlich von Oberellen, südwestlich von Unterellen und nordöstlich von Fernbreitenbach drei WEA des Typs Nordex N163/6.x mit 164 m Nabenhöhe zu errichten (Details siehe Kapitel 2.6, Tabelle 9).

In der Umgebung des Standortes sind weitere WEA als Vorbelastung zu berücksichtigen.

Es soll der nächtliche Beurteilungspegel nach dem oberen Vertrauensbereich $L_{r,o}$ der durch die zu berücksichtigenden Schallemissionsquellen hervorgerufenen Immissionen 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.

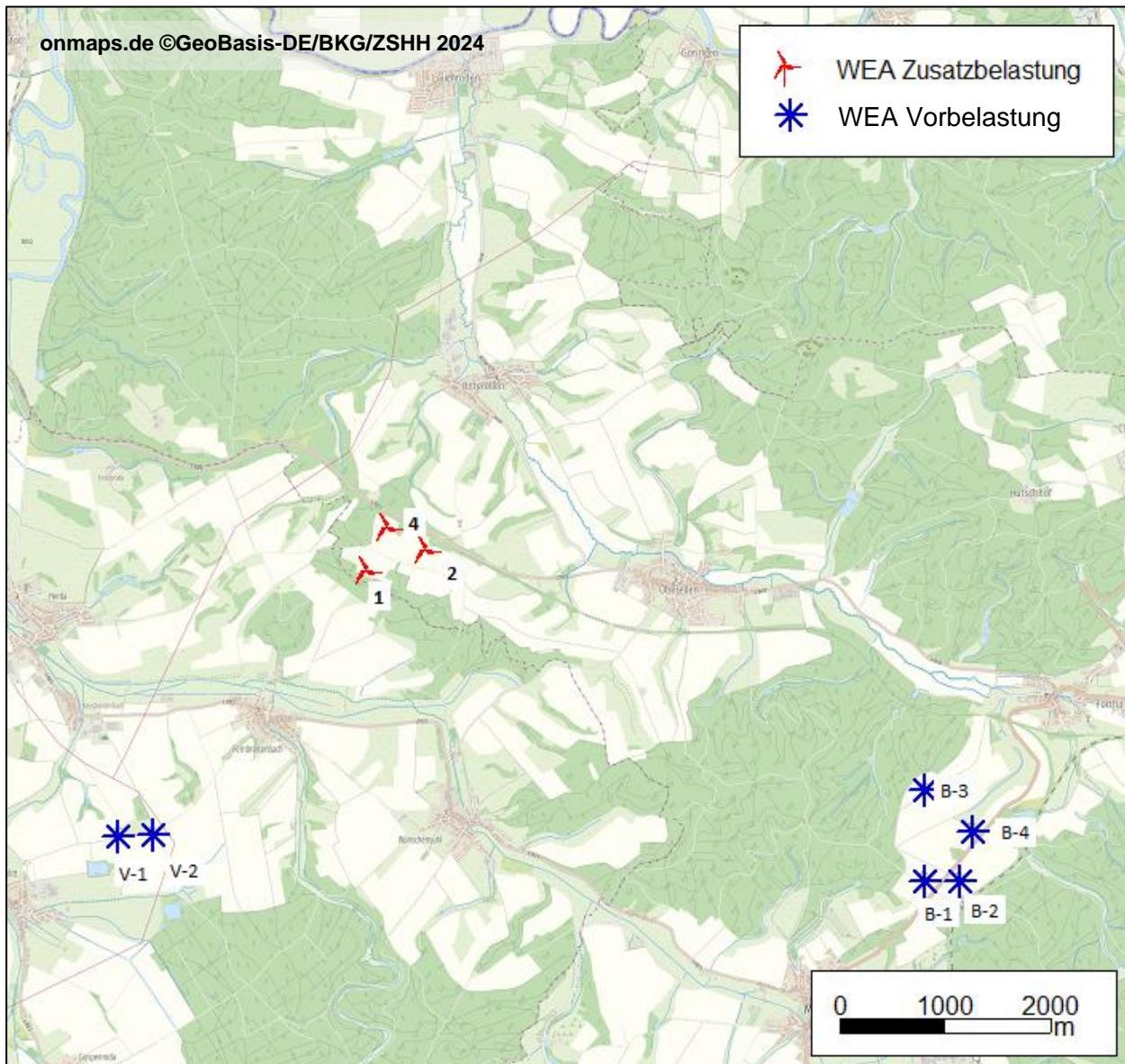


Abbildung 1: Übersichtskarte

2.2 Ausbreitungsrechnung

Die Immissionsprognose wird gemäß TA Lärm [3] nach der Berechnungsvorschrift der DIN ISO 9613-2 [4] durchgeführt. Dabei werden günstige Schallausbreitungsbedingungen angenommen (Mitwindbedingungen, 10°C Lufttemperatur, 70 % Luftfeuchte) (vgl. DIN ISO 9613-2, Kap. 7.2, Tab. 2). Für WEA wird entsprechend den aktuellen Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [6] das vom NALS modifizierte Verfahren („Interimsverfahren“) [5] angewendet. Bei der Ausbreitung des Schalls werden die abschirmenden Effekte von

Gebäuden und des Geländes berücksichtigt (konform nach ISO 9613-2 [4], LAI-Hinweisen [6] und Interimsverfahren [5], siehe dazu auch Agatz 2023 [8]). Die Empfehlungen für die Berechnungseinstellungen [9] wurden umgesetzt.

Die Berechnungen wurden mit der Software Soundplan [10] durchgeführt. Das Höhenrelief wurde dem DGM-5 Thüringen entnommen. Die Immissionen werden für die lauteste Nachtstunde berechnet (Nachtbetrieb der WEA im jeweiligen Modus). 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 Gerstungen-Ost wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden schutzbedürftigen maßgeblichen Immissionsorte (IO) auf Basis topographischer Karten, des amtlichen Liegenschaftskatasters Deutschland (ALKIS) und anhand von Luftbildern ermittelt. Im Rahmen einer Standortbesichtigung am 09.07.2024 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 (für den Tagbetrieb siehe 3.3). 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.

Die Immissionsorte wurden mit dem Umweltamt des Warburgkreises abgestimmt (Email, 14.10.2024) und um die Immissionsorte 07 bis 10 ergänzt, welche außerhalb des Einwirkungsbereichs der geplanten WEA nach TA Lärm gelegen sind.

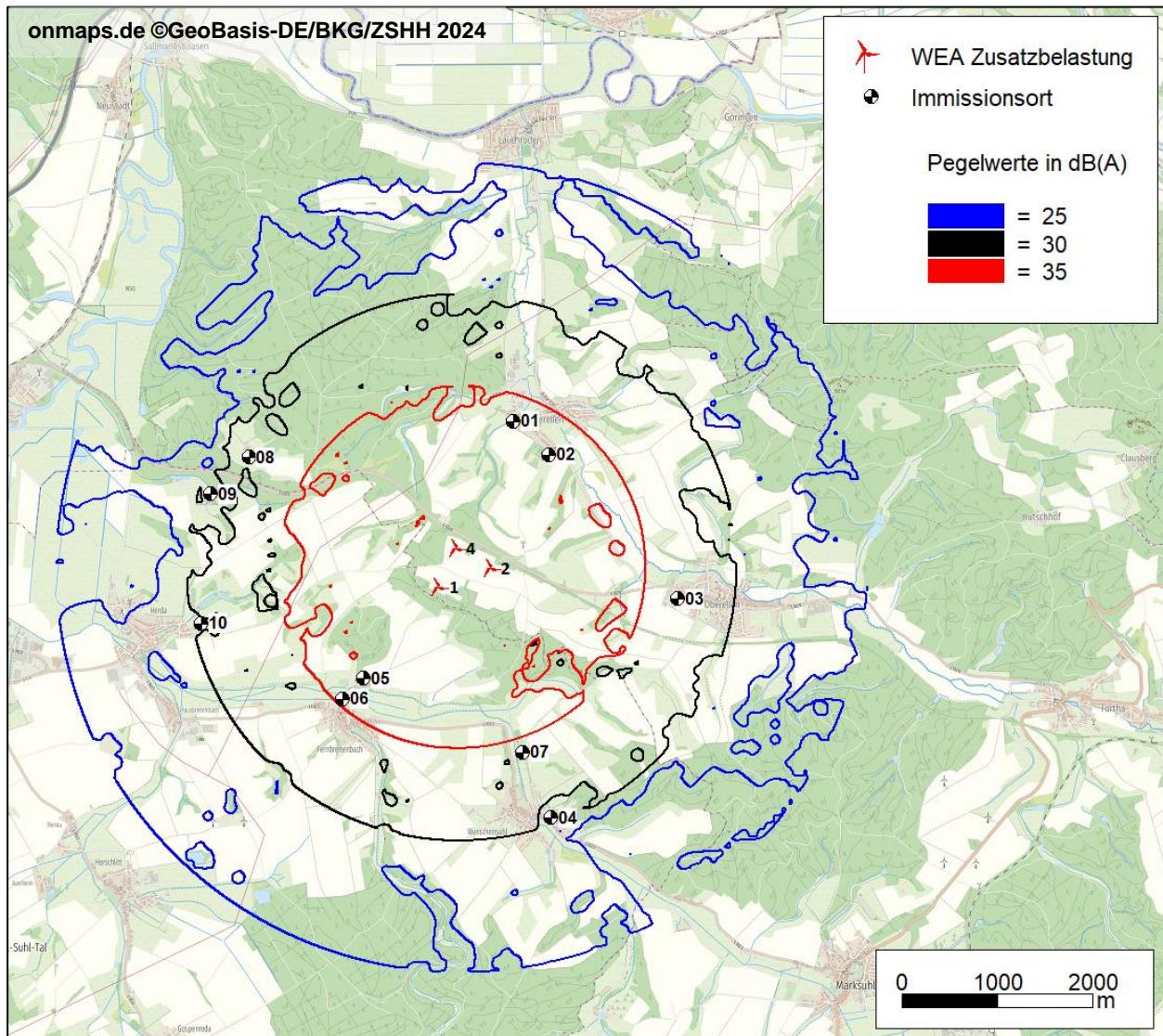


Abbildung 2: Einwirkungsbereich Zusatzbelastung (nachts) $L_o = 109,3 \text{ dB(A)}$

2.3.2 Immissionsorte und Immissionsrichtwerte

In Tabelle 2 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 [11]) angewendet. Für die Beurteilung der Schallimmissionen an den Immissionsorten wird der niedrigere Immissionsrichtwert für den Nachtzeitraum (22-6 Uhr) herangezogen.

Tabelle 2: Immissionsorte

ID	Bezeichnung	IRW _N 22-6 Uhr [dB(A)]	Gebiets- einstufung ¹	Grundlage der Einstufung ²
01	Unterellen, Im Kleinen Dorf 61	45	MD	FNP Gerstungen in Aufstellung, gutacht. Einschätzung
02	Unterellen, Obereller Str.118b	40	W / WA	FNP Gerstungen in Aufstellung, gutacht. Einschätzung
03	Oberellen, Friedensteinstraße	40	W / WA	FNP Gerstungen in Aufstellung, gutacht. Einschätzung
04	Wünschensuhl, Am Pilgerweg 2	40	W / WA	FNP Wünschensuhl, gutacht. Einschätzung
05	Fernbreitenbach, Lindingsmühle	45	AB	FNP Fernbreitenbach
06	Fernbreitenbach, Liliengrund 5b	40	W / WA	FNP Fernbreitenbach, gutacht. Einschätzung
07	Wünschensuhl, Rengersmühle 1	45	AB	nach Umweltamt Wartburgkreis
08	Gestungen, Lutzberg 1	45	AB	nach Umweltamt Wartburgkreis
09	Werra-Suhl-Tal, Katzenroda 3	45	AB	nach Umweltamt Wartburgkreis
10	Herda, geplantes WA	40	WA	B- Plan „In der Gänsestelle“ der Stadt Berka, Ortsteil Herda

Für die Ortslage Unterellen im Bereich des IO 01 sind keine planungsrechtlichen Festlegungen vorhanden. Die historische Genese und die aktuelle städtebauliche Struktur entsprechen mit der Vielzahl von landwirtschaftlichen Gebäuden der eines Dorfgebietes. Nach dem Amtlichen Leitsatz des Bundesverwaltungsgerichts vom 29.05.2001, Az.:BVerwG 4B 33/01 wird eine Dorfgebietsfestsetzung erst dann unwirksam, wenn in dem maßgeblichen Bereich nur noch Wohnhäuser und keine Wirtschaftsstellen land- oder forstwirtschaftlicher Betriebe (mehr) vorhanden sind und auch mit ihrer Errichtung auf unabsehbare Zeit erkennbar nicht mehr gerechnet werden kann, weil es keine Fläche mehr gibt, auf der sich eine solche Wirtschaftsstelle sinnvoll realisieren ließe. Somit kann für die Ortslage ein Immissionsrichtwert von 45 dB(A) (Dorfgebiet) angenommen werden. Dies deckt sich auch mit der Planzeichnung Dorf/Mischgebiet des FNPs Gerstungen (In Aufstellung).

¹ AB = Außenbereich

M = Gemischte Baufläche

MI = Mischgebiet

W = Wohnbaufläche

WA = Allgemeines Wohngebiet

² BP = Bebauungsplan

FNP = Flächennutzungsplan

2.3.3 Lage 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 und Fassaden gesetzt.

Die Gebäude wurden dem LoD1 Datensatz des Geodatendienstes Thüringen entnommen an einzelnen Gebäuden verfeinert.

Die Isophonenkarten wurden für eine Höhe von 4 m berechnet. Die Höhe der Immissionsorte wurde auf Basis der Standortbesichtigung und der bestehenden Fenster der jeweiligen Häuser bestimmt. Die Immissionspunkte wurden 0,5 m vor den jeweiligen Fassaden verortet. 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.

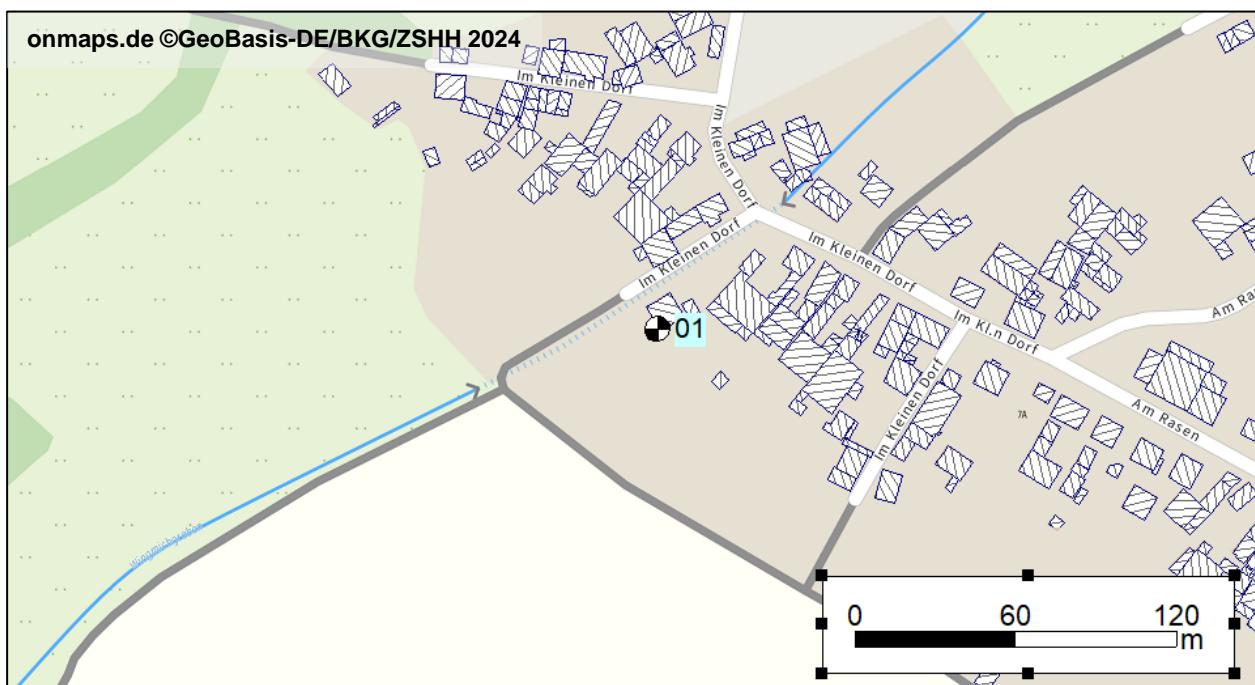


Abbildung 3: Lage des Immissionsortes 01



Abbildung 4: Lage des Immissionsortes 2

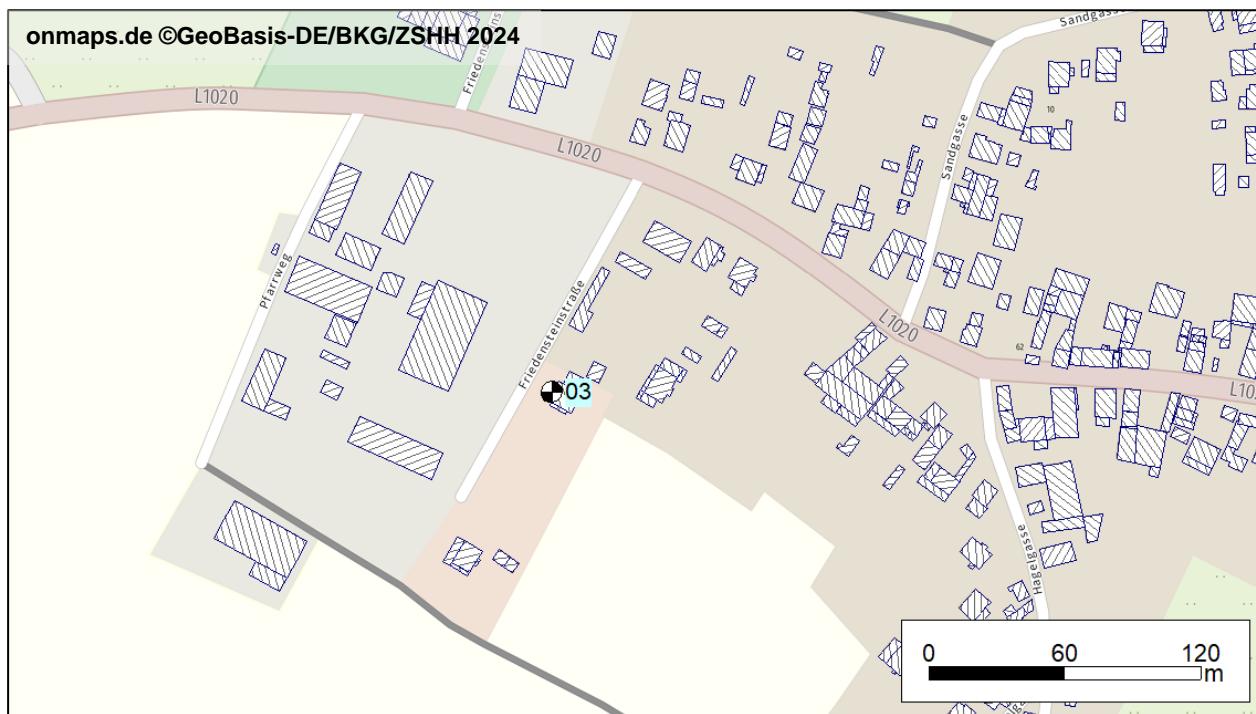


Abbildung 5: Lage des Immissionsortes 03

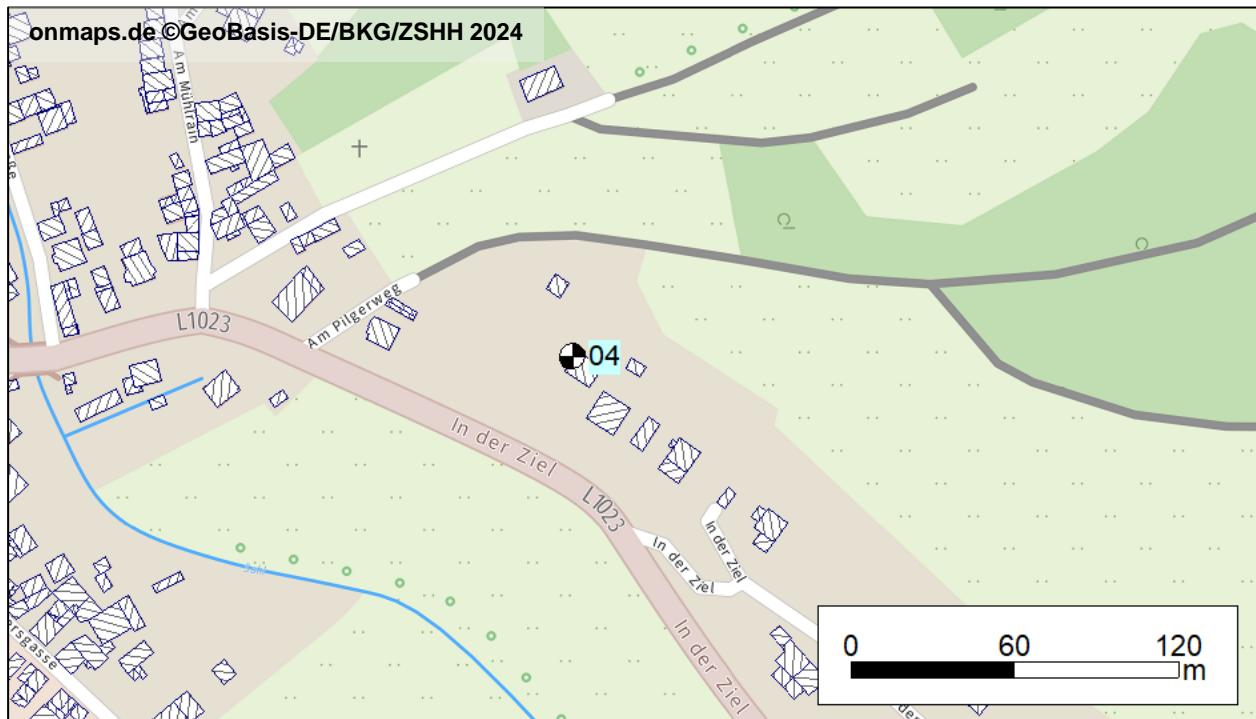


Abbildung 6: Lage des Immissionsortes 04

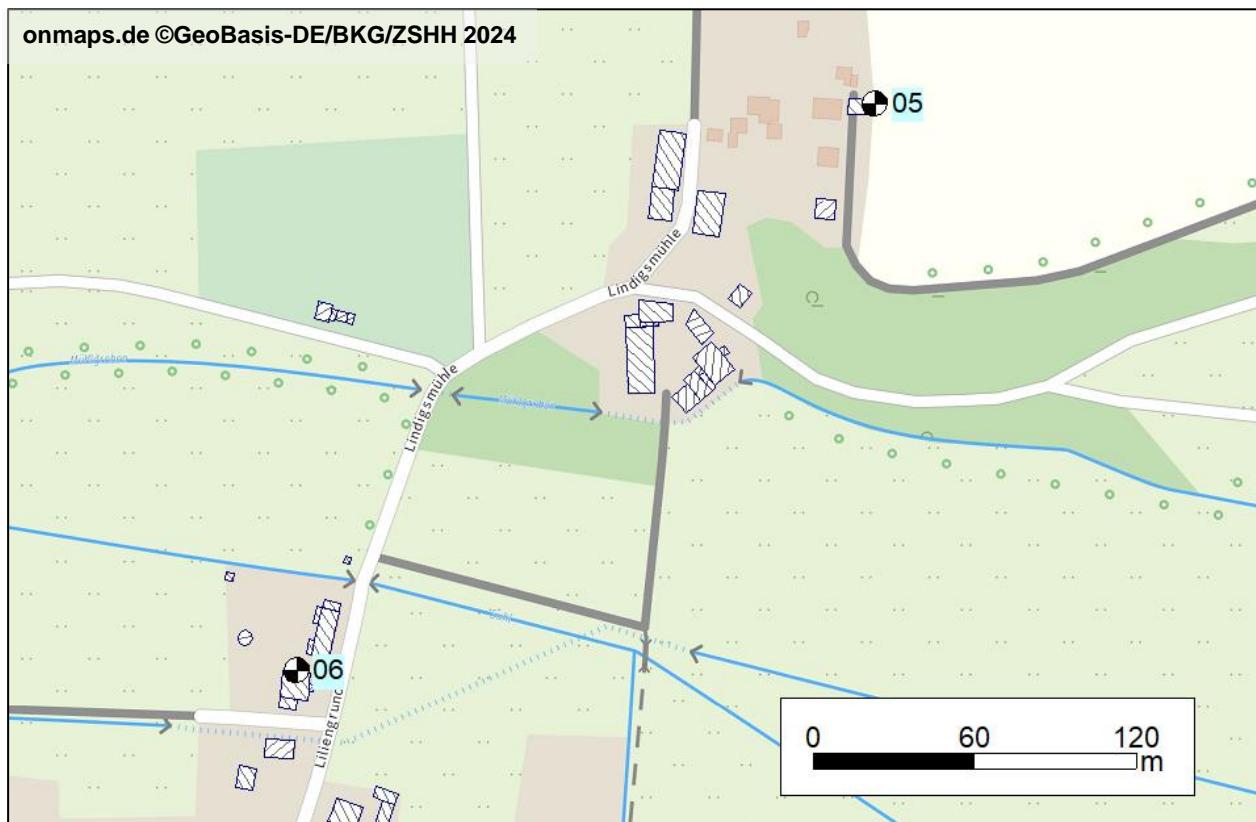


Abbildung 7: Lage der Immissionsorte 05 und 06

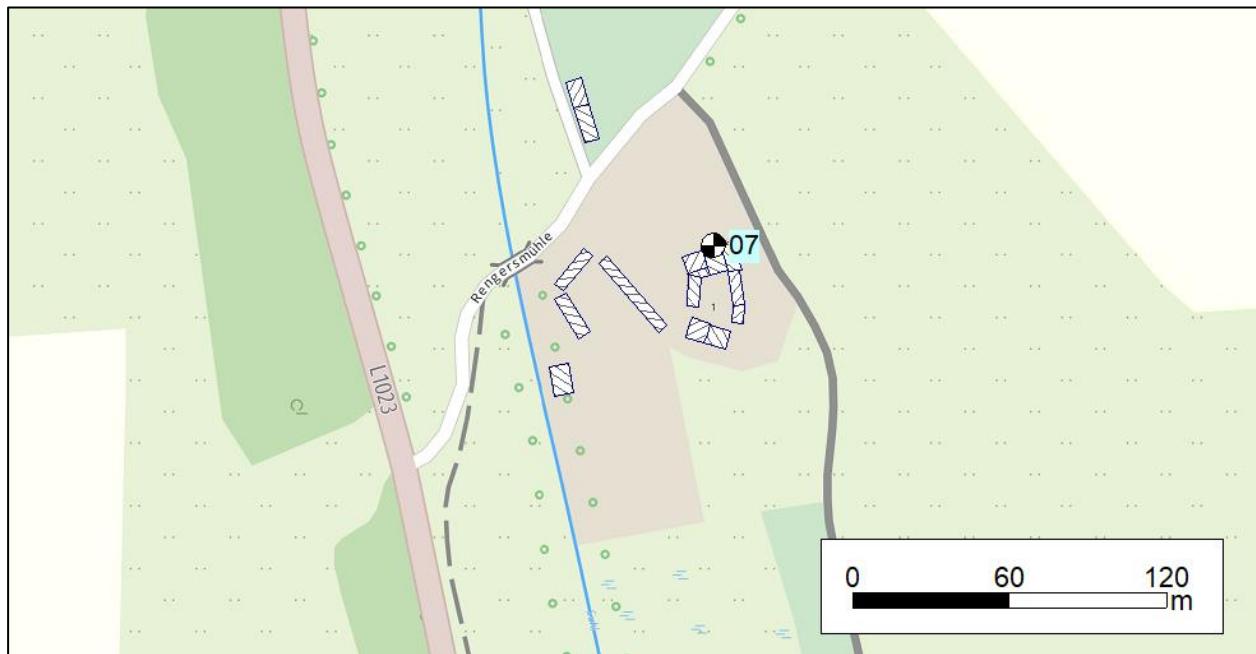


Abbildung 8: Lage des Immissionsortes 07

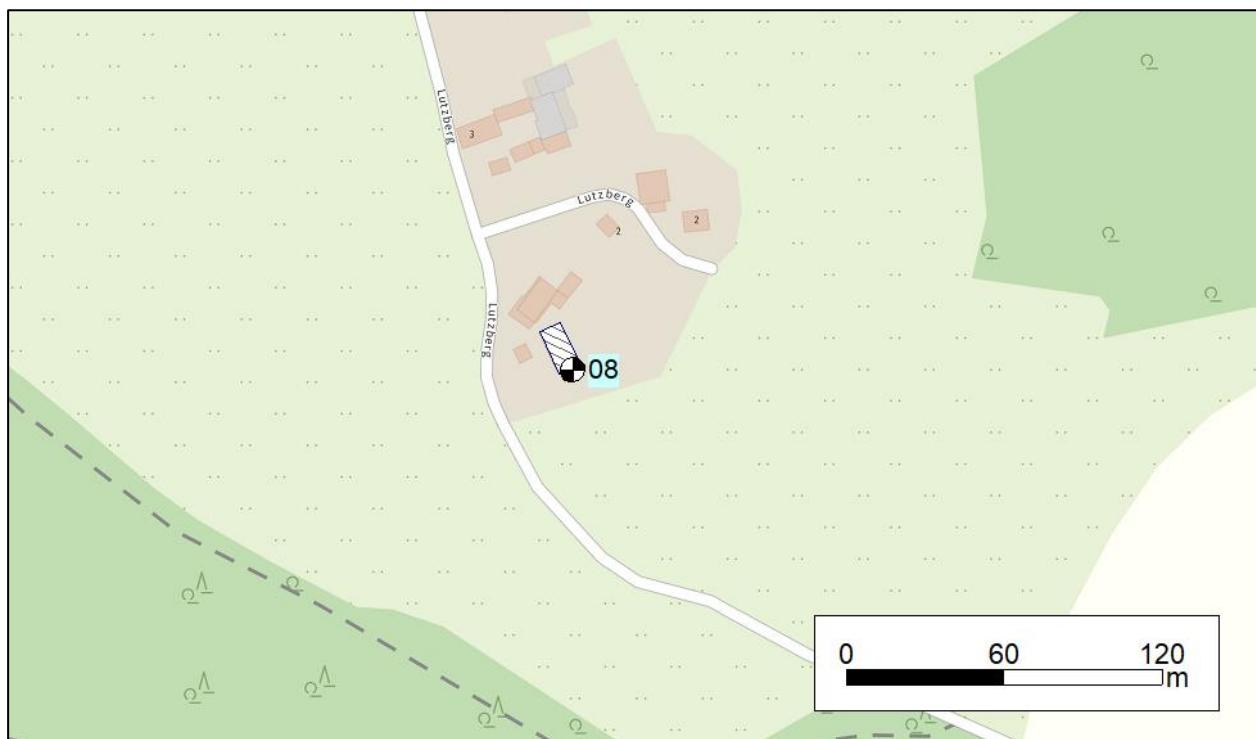


Abbildung 9: Lage des Immissionsortes 08

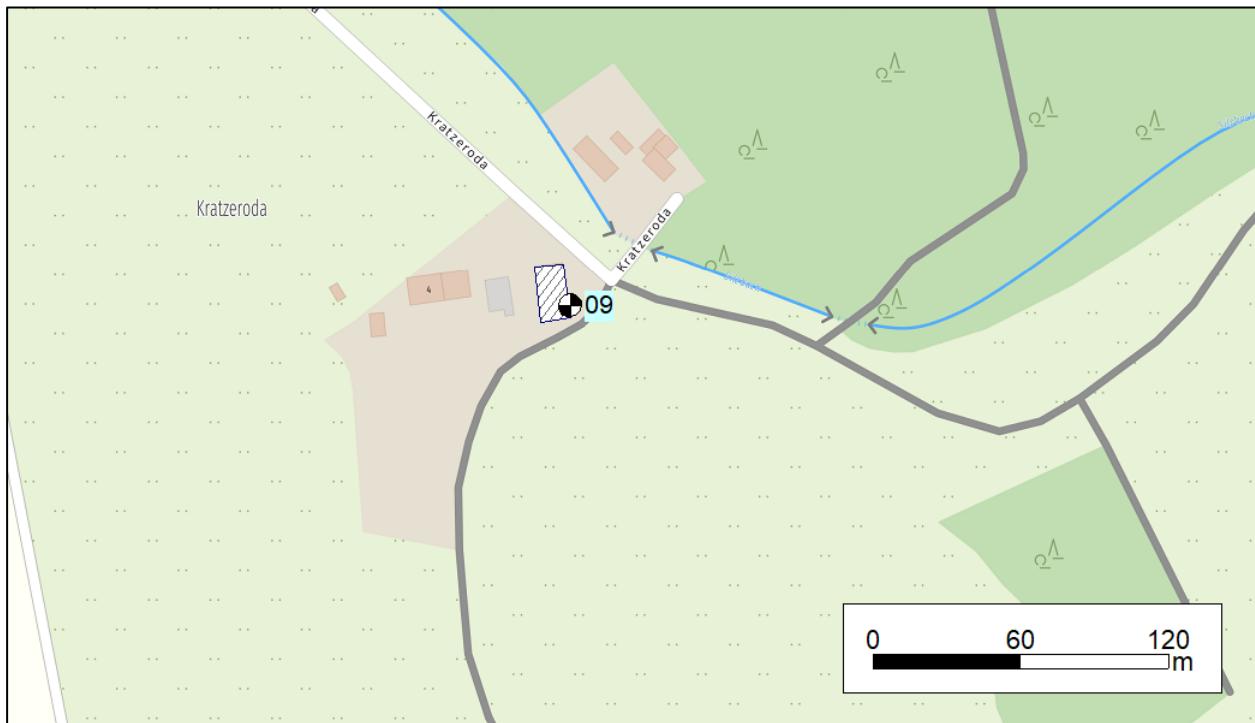


Abbildung 10: Lage des Immissionsortes 09

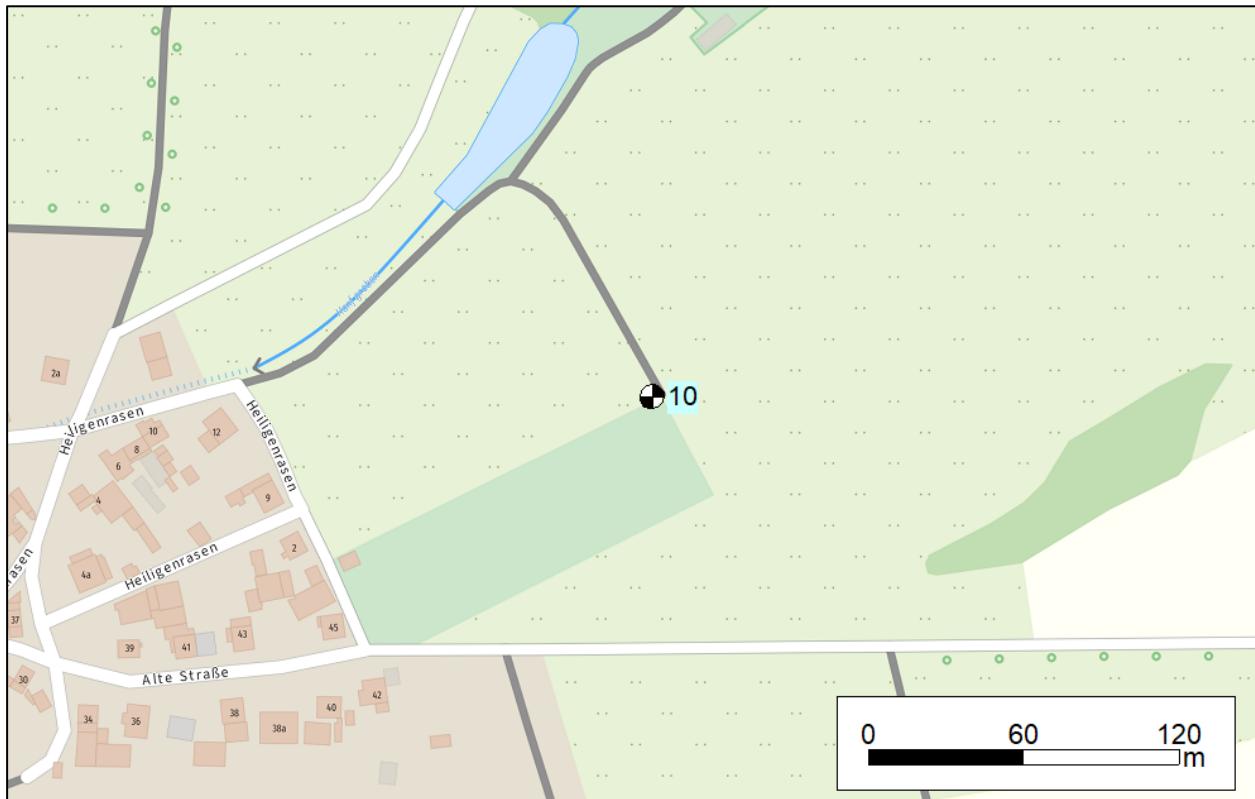


Abbildung 11: Lage des Immissionsortes 10

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) [12]. 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 12).

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 insbesondere innerhalb von zusammenhängend bebauten Gebieten.

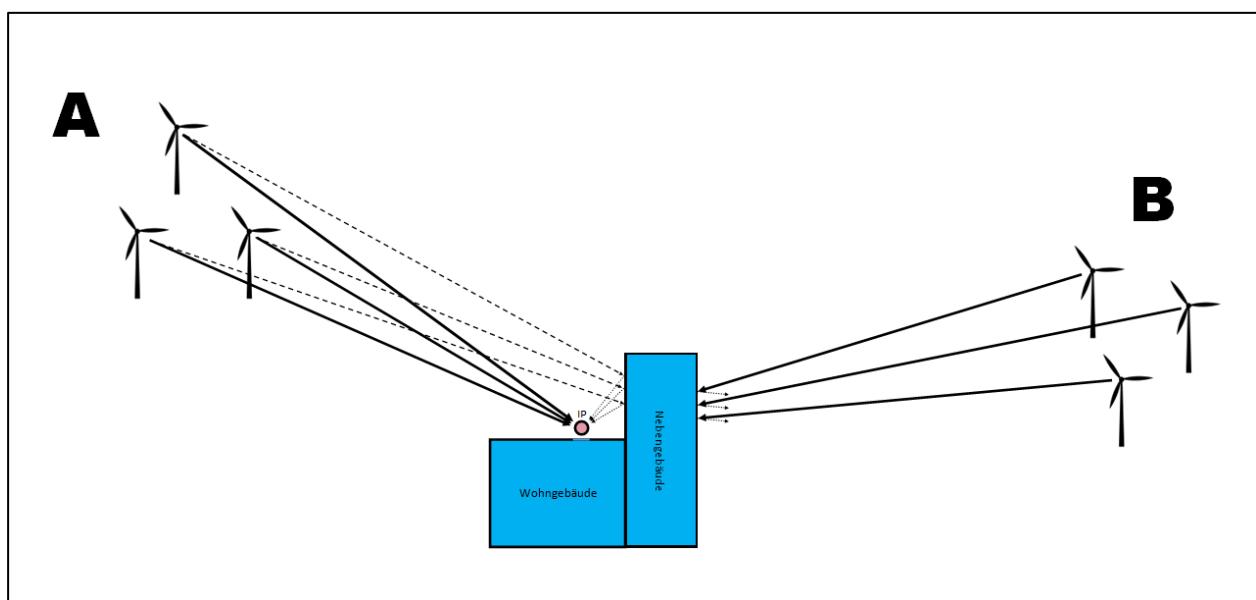


Abbildung 12: Reflexionen (A) und Abschirmungen (B) an Gebäuden

In der vorliegenden Berechnung mittels Soundplan werden die abschirmenden Effekte des

Geländes sowie die reflektierenden und abschirmenden Effekte von Gebäuden mit berücksichtigt (konform nach ISO 9613-2 [4] / LAI [6] / Interimsverfahren [5], siehe dazu auch Agatz 2023 [8]). Die Empfehlungen für die Berechnungseinstellungen [9] wurden umgesetzt.

Die Wohn- und Nebengebäude wurden als 3D-Gebäudemodell (LoD1) auf Grundlage der Amtlichen Basiskarte von den Geodatenämtern des Bundeslandes Thüringen an einzelnen Gebäuden verfeinert. Alle Gebäude wurden mit reflektierenden Hauswänden (Wand-Absorptionsverlust = 1 dB) eingerichtet.

Vor allem für Immissionsorte in Tallagen und hinter abschirmenden Gebäudeteilen ergeben sich durch die Berücksichtigung des Abschirmungseffektes niedrigere Schallimmissionspegel als bei Berechnungen mit freier Ausbreitung.

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 09.07.2024 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.

Im nördlichen Bereich von Unterellen sowie im westlichen Bereich von Oberellen bestehen Gewerbebetriebe.

Die Zusatzbelastung unterschreitet an den zu den gewerblichen Vorbelastungen am nächsten liegenden maßgeblichen Immissionsorten 1 und 3 die dort geltenden Immissionsrichtwerte um mindestens 6 dB. Die TA Lärm Ziffer 3.2.1 Absatz 6 Satz 2 enthält für diesen Fall eine Ausnahmeregelung zur Vereinfachung des Verfahrens und zur Einschränkung des Ermittlungsaufwands (vgl. Feldhaus/Tegeder zu 3.2.1 Abs. 6, Rn 50 [13]). Demnach kann auf die detaillierte Bestimmung der Vorbelastung verzichtet werden, wenn die Geräuschemissionen der Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte um mindestens 6 dB unterschreiten. Dadurch wird sichergestellt, dass auch bei einer Ausschöpfung der Richtwerte durch die gewerbliche Vorbelastung an den maßgeblichen Immissionsorten eine unzulässige Überschreitung der Richtwerte nicht auftreten kann.

(vgl. dazu auch TA Lärm Ziffer 3.2.1 Absatz 2). In der vorliegenden Prognose wird aus den dargelegten Gründen auf eine detaillierte Betrachtung der Vorbelastung durch die Gewerbe verzichtet. Das oben genannte Vorgehen wurde vom Umweltamt des Warburgkreises bestätigt (Email, 23.10.2024).

2.5.2 Windenergieanlagen

Nach Behördeninformationen [Email, Warburgkreis, 20.06.2024 und 24.06.2024 [14]] besteht eine zu berücksichtigende Vorbelastung durch bestehende Windenergieanlagen in der Nähe des Standorts (vgl. Tabelle 3). Zwei weitere WEA vom Typ Enercon E-40 südlich von Berka und südöstlich von Marksuhl liegen einen größeren Abstand zu den relevanten Immissionsorten als die betrachtete Vorbelastung. Somit leisten diese zwei WEA rechnerisch keinen relevanten Immissionsbeitrag und können daher vernachlässigt werden.

Tabelle 3: Kenndaten Vorbelastungs-WEA

Nr.	Ost	Nord	Hersteller	Typ	P_{Nenn} [kW]	NH [m]
V-1	577.950	5.642.475	Enercon	E40/6.44	600	78
V-2	578.271	5.642.479	Enercon	E40/5.40	500	65
B-1	585.595	5.642.052	DeWind	DeWind 48	600	70
B-2	585.928	5.642.041	Enercon	E58	1.000	71
B-3	585.596	5.642.902	Enercon	E58	1.000	71
B-4	586.052	5.642.518	Fuhrländer	MD77	1.500	100

NH: Nabenhöhe, P_{Nenn} : Nennleistung

Für die Immissionsprognose wurden die Oktavspektren der WEA ggfs. unter Berücksichtigung der oberen Vertrauensbereichsgrenze angesetzt. Die Angaben zu den Oktavspektren $L_{\text{WA,Okt}}$ beziehen sich auf den lautesten Gesamtschallleistungspegel des WEA-Typs im jeweiligen Betriebsmodus.

Gemäß Rechtslage [15] [16] [17] ist die Vorbelastung entsprechend ihrem rechtlich festgelegten genehmigungskonformen Betriebs anzusetzen. Bei Fehlen rechtlich definierter Emissionen ist eine technisch plausibel begründete Annahme nach dem Stand des Wissens zum Zeitpunkt der Erteilung der Genehmigung zu treffen.

Für die Vorbelastungs-WEA mit bekannten Genehmigungspegeln wurden für die Oktavbanddaten das Referenzspektrum berücksichtigt. Der Zuschlag im Sinne des oberen Vertrauensbereichs

für jedes einzelne Oktavband ΔL_o wurde nach den Hinweisen der LAI [6] wahrscheinlichkeitsmathematisch aus der Unsicherheit für die Prognoseunsicherheit σ_{Prog} ermittelt.

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

Tabelle 4: WEA-Schallwerte Vorbelastung A

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung		Betriebsmodus		NH			
	B-1		DeWind 48		-		70			
Quelle Schallpegel	Quelle			Schallpegel $L_{WA,genehmigt}$ [dB(A)]						
	Wartburgkreis			99,1						
Quelle Oktavspektrum	Berichtsnummer		Datum		Typ					
	-		-		Referenzspektrum					
Unsicherheiten	σ_R [dB(A)]	σ_P [dB(A)]	σ_{Prog} [dB(A)]	ΔL_o [dB(A)]						
	0	0	1,0	1,3						
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$\sum L_{gesamt}$	
L_{WA} Okt [dB(A)]	78,8	87,2	91,4	93,6	93,1	91,1	87,1	76,2	99,1	
L_o Okt [dB(A)]	80,1	88,5	92,7	94,9	94,4	92,4	88,4	77,5	100,4	

Tabelle 5: WEA-Schallwerte Vorbelastung B

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung		Betriebsmodus		NH			
	B-2, B-3		Enercon E-58		-		71			
Quelle Schallpegel	Quelle			Schallpegel $L_{WA,genehmigt}$ [dB(A)]						
	Wartburgkreis			101,0						
Quelle Oktavspektrum	Berichtsnummer		Datum		Typ					
	-		-		Referenzspektrum					
Unsicherheiten	σ_R [dB(A)]	σ_P [dB(A)]	σ_{Prog} [dB(A)]	ΔL_o [dB(A)]						
	0	0	1,0	1,3						
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$\sum L_{gesamt}$	
L_{WA} Okt [dB(A)]	80,7	89,1	93,3	95,5	95,0	93,0	89,0	78,1	101,0	
L_o Okt [dB(A)]	82,0	90,4	94,6	96,8	96,3	94,3	90,3	79,4	102,3	

Tabelle 6: WEA-Schallwerte Vorbelastung C

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung		Betriebsmodus		NH		
	B-4		Fuhrländer MD77		-		100		
Quelle Schallpegel	Quelle			Schallpegel $L_{WA,genehmigt}$ [dB(A)]					
	Wartburgkreis			105,0					
Quelle Oktavspektrum	Berichtsnummer			Datum		Typ			
	-			-		Referenzspektrum			
Unsicherheiten	σ_R [dB(A)]	σ_P [dB(A)]	σ_{Prog} [dB(A)]	ΔL_o [dB(A)]					
	0	0	1,0	1,3					
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	ΣL_{gesamt}
L_{WA} Okt [dB(A)]	84,7	93,1	97,3	99,5	99,0	97,0	93,0	82,1	105,0
L_o Okt [dB(A)]	86,0	94,4	98,6	100,8	100,3	98,3	94,3	83,4	106,3

Tabelle 7: WEA-Schallwerte Vorbelastung D

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung		Betriebsmodus		NH		
	V-1		Enercon E-40/6.44		-		78		
Quelle Schallpegel	Quelle			Schallpegel $L_{WA,genehmigt}$ [dB(A)]					
	Wartburgkreis			101,8					
Quelle Oktavspektrum	Berichtsnummer			Datum		Typ			
	-			-		Referenzspektrum			
Unsicherheiten	σ_R [dB(A)]	σ_P [dB(A)]	σ_{Prog} [dB(A)]	ΔL_o [dB(A)]					
	0	0	1,0	1,3					
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	ΣL_{gesamt}
L_{WA} Okt [dB(A)]	81,5	89,9	94,1	96,3	95,8	93,8	89,8	78,9	101,8
L_o Okt [dB(A)]	82,8	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1

Tabelle 8: WEA-Schallwerte Vorbelastung E

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung		Betriebsmodus		NH		
	V-2		Enercon E-40/5.40		-		65		
Quelle Schallpegel	Quelle			Schallpegel $L_{WA,genehmigt}$ [dB(A)]					
	Wartburgkreis			100,0					
Quelle Oktavspektrum	Berichtsnummer			Datum		Typ			
	-			-		Referenzspektrum			
Unsicherheiten	σ_R [dB(A)]	σ_P [dB(A)]	σ_{Prog} [dB(A)]	ΔL_o [dB(A)]					
	0	0	1,0	1,3					
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	ΣL_{gesamt}
L_{WA} Okt [dB(A)]	79,7	88,1	92,3	94,5	94,0	92,0	88,0	77,1	100,0
L_o Okt [dB(A)]	81,0	89,4	93,6	95,8	95,3	93,3	89,3	78,4	101,3

2.6 Zusatzbelastung

Der Auftraggeber plant am Standort Gerstungen-Ost drei WEA des Typs Nordex N163/6.x mit 164 m Nabenhöhe zu errichten. Der WEA-Typ verfügt standardmäßig über schallmindernde Hinterkantenkämme an den Rotorblättern.

Tabelle 9: Kenndaten der geplanten WEA

WEA	WEA	WEA	NH	Ost	Nord	Betriebsmodus
ID	Hersteller	Typ	[m]	[UTM 32 ETRS89]		nachts
1	Nordex	N163/6.x	164	580.304	5.644.991	Mode 1
2	Nordex	N163/6.x	164	580.849	5.645.188	Mode 1
4	Nordex	N163/6.x	164	580.489	5.645.396	Mode 1

Als Emissionsansatz für den o.g. WEA-Typ wurden die Oktavdaten aus den Herstellerangaben verwendet (siehe Anhang) und mit einem entsprechenden Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich ($\Delta L_o = 2,1$ dB) gemäß den Unsicherheiten nach LAI Hinweisen ($\sigma_R = 0,5$ dB, $\sigma_P = 1,2$ dB, $\sigma_{Prog} = 1,0$ dB) versehen. Auszüge aus den zu Grunde liegenden Dokumenten sind in der Anlage dieses Gutachtens beigefügt. Gemäß LAI Hinweisen [6] ist die Geräuschcharakteristik von WEA i. d. R. weder als ton- noch als impulsartig einzustufen.

Die dargestellte nächtlichen Betriebsweise entspricht dem Emissionsansatz, in dem die Vorgaben der TA Lärm für die lauteste Nachtstunde sowie weiterer landesspezifischer Bestimmungen eingehalten werden.

Tabelle 10: WEA-Schallwerte Zusatzbelastung Tag- und Nachtbetrieb

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung		Betriebsmodus		NH		
	1, 2 und 4		N163 6.X		Mode 1				
Quelle Oktavspektrum	Berichtsnummer		Datum		Typ				
	F008_277_A19_IN_Rev.09		13.10.2023		Herstellerangabe				
Unsicherheiten	σ_R [dB(A)]		σ_P [dB(A)]		σ_{Prog} [dB(A)]		ΔL_o [dB(A)]		
	0,5		1,2		1,0		2,1		
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	ΣL_{gesamt}
L_{WA} Okt [dB(A)]	88,4	96,0	98,1	99,3	101,1	101,8	96,2	81,8	107,2
$L_{e,max}$ Okt [dB(A)]	90,1	97,7	99,8	101,0	102,8	103,5	97,9	83,5	108,9
L_o Okt [dB(A)]	90,5	98,1	100,2	101,4	103,2	103,9	98,3	83,9	109,3

Die Emissionsdaten als $L_{e,max,Okt}$ inkl. der in diesem Zusammenhang angesetzten Unsicherheitsparameter stellen dabei das rechtlich zulässige Maß an Emissionen der WEA dar, welche nach LAI-Hinweisen [6] genehmigungsrechtlich festzulegen und einzuhalten 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, Gesamtschallleistungspegel) in der Genehmigung zusätzlich mit aufgeführt werden, entscheidend sind jedoch die festgelegten o.g. Oktavdaten (siehe auch [8], 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 für die lauteste Nachtstunde nach dem oberen Vertrauensbereich L_r sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Tabelle 11: Immissions-/ Beurteilungspegel (L_r) der Vor-, Zusatz und Gesamtbelastung

IO	Bezeichnung	IRW _N [dB(A)]	L _{r,VB} [dB(A)]	L _{r,ZB} [dB(A)]	L _{r,GB} [dB(A)]
01	Unterellen, Im Kleinen Dorf 61	45	13,1	36,9	36,9
02	Unterellen, Obereller Str.118b	40	16,0	35,8	35,8
03	Oberellen, Friedensteinstraße	40	15,7	32,4	32,5
04	Wünschensuhl, Am Pilgerweg 2	40	19,8	29,3	29,8
05	Fernbreitenbach, Lindingsmühle	45	14,0	36,0	36,1
06	Fernbreitenbach, Liliengrund 5b	40	12,7	30,7	30,7
07	Wünschensuhl, Rengersmühle 1	45	16,1	34,0	34,1
08	Gestungen, Lutzberg 1	45	18,7	31,7	31,9
09	Werra-Suhl-Tal, Katzenroda 3	45	12,3	25,8	26,0
10	Herda, geplantes WA	40	21,0	29,7	30,2

Tabelle 12: Beurteilungspegel ($L_{r,o}$) Gesamtbelastung

IO	Bezeichnung	IRW _N [dB(A)]	L _r ³ [dB(A)]	ΔIRW _{GB} [dB]	ΔIRW _{ZB} [dB]
01	Unterellen, Im Kleinen Dorf 61	45	37	-8	-8
02	Unterellen, Obereller Str.118b	40	36	-4	-4
03	Oberellen, Friedensteinstraße	40	33	-7	-8
04	Wünschensuhl, Am Pilgerweg 2	40	30	-10	-11
05	Fernbreitenbach, Lindingsmühle	45	36	-9	-9
06	Fernbreitenbach, Liliengrund 5b	40	31	-9	-9

³ Es wurden die Rundungsregeln gemäß Nr. 4.5.1 DIN 1333 [10] 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.

IO	Bezeichnung	IRW _N [dB(A)]	L _r ³ [dB(A)]	ΔIRW _{GB} [dB]	ΔIRW _{ZB} [dB]
07	Wünschensuhl, Rengersmühle 1	45	34	-11	-11
08	Gestungen, Lutzberg 1	45	32	-13	-13
09	Werra-Suhl-Tal, Katzenroda 3	45	26	-19	-19
10	Herda, geplantes WA	40	30	-10	-10

Im Anhang liegen für die oben genannten Beurteilungspegel Ausdrucke der Berechnungssoftware Soundplan vor. Weiterhin ist im Anhang eine Isophonenkarte für den Beurteilungspegel der Gesamtbelastung wiedergegeben.

3.2 Bewertung der Ergebnisse

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

Unter Berücksichtigung aller beurteilungsrelevanter immissionsschutzrechtlicher Kriterien halten wir eine Genehmigung aus schalltechnischer Sicht sowie im Rahmen der Güterabwägung für zulässig.

Die detaillierten, auf Grundlage der in Kapitel 2 beschriebenen Daten erzielten Ergebnisse für den Standort Gerstungen-Ost sind in Kapitel 3 wiedergegeben. Änderungen an den Positionen der Anlagen, dem Anlagentyp, den in den Herstellerangaben 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 die ebenfalls WEA mit dem Schallleistungspegel [Mode 1] 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 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. Eine entsprechende Berechnung (Zusatzbelastung: Spalte Tag) befindet sich im Anhang.

4 Literaturverzeichnis

- [1] BImSchG, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG)*, Inkrafttreten: 22.03.1974, in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013, zuletzt geändert durch Gesetz vom 26.07.2023..
- [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] Monika Agatz, Windenergie Handbuch - 19. Ausgabe, Gelsenkirchen, März 2023.
- [9] Monika Agatz, Fachseminar - Das Interimsverfahren in der Praxis, 30.09.19.
- [10] Soundplan GmbH, Software Soundplan, aktuellste Version, Backnang.
- [11] Norm, DIN 18005-1 - Schallschutz im Städtebau - Beiblatt 1 - Orientierungswerte, 2023-07.
- [12] Hoffmann/von_Lüpke, *0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel - Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung des Lärms*, Erich Schmidt Verlag, 1993.
- [13] Feldhaus/Tegeder, Kommentar zur TA Lärm, c.f.müller, März 2014.
- [14] Email Warburgkreis Vorbelastung WEA, 20.06.2024 und 24.06.2024.
- [15] OVG Münster, 8 A 894/17, 5.10.2020.
- [16] OVG Lüneburg, 12 LA 105/11, 16.07.2012.
- [17] OVG Münster, 8 B 797/09, 27.08.2009.
- [18] Ramboll, Windenergieanlagen Datenbank "Windpark Deutschland".

5 Anhang

Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen

- Isophonenkarten
 - Gesamtbelastung Nacht
- Berechnungsergebnisse
 - Vorbelastung
 - Zusatzbelastung OVB
 - Gesamtbelastung
 - Zusatzbelastung $L_{e,max}$

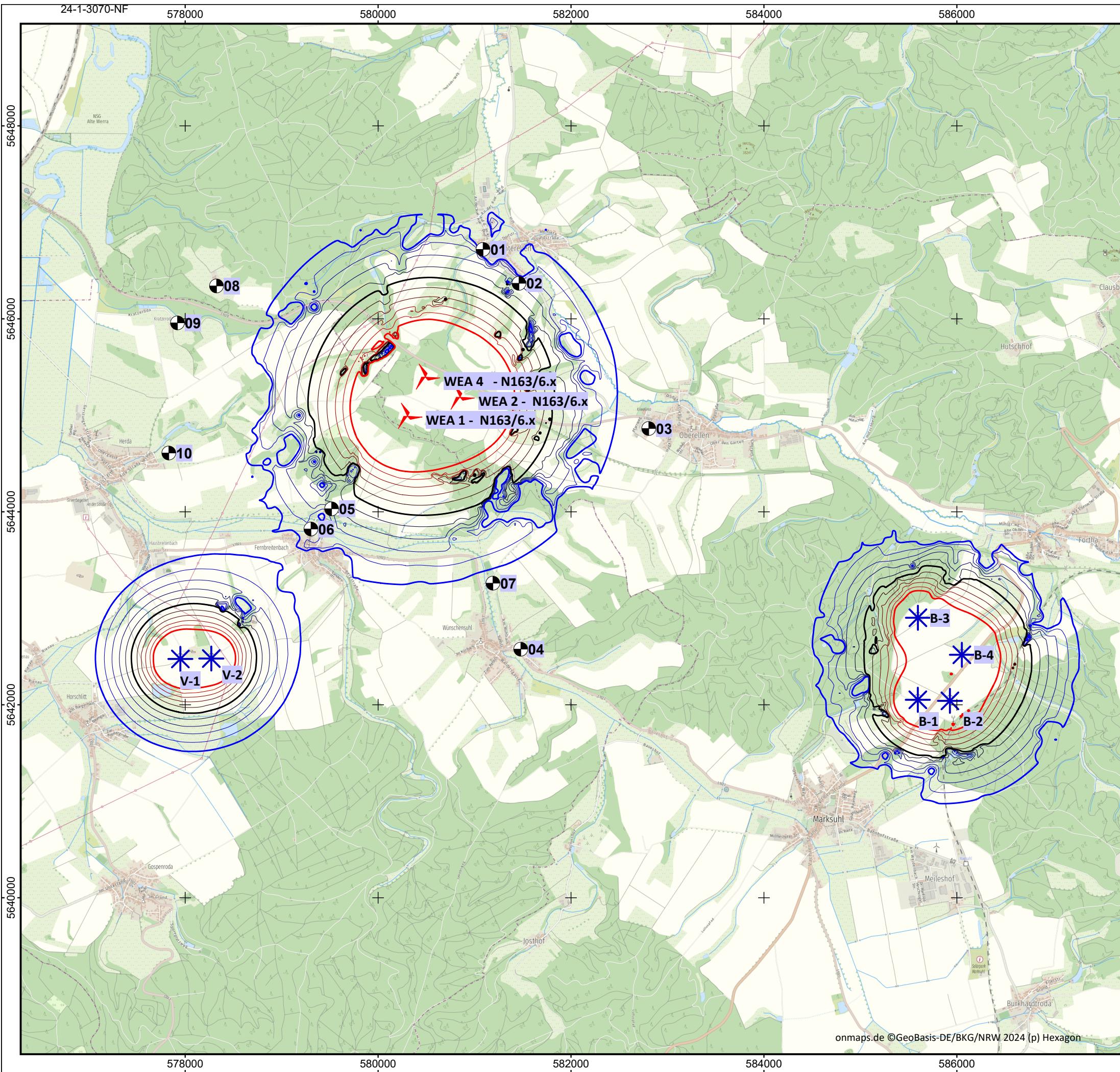
Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen

- Herstellerangabe zum Schallleistungspegel mit zugehörigem Oktavspektrum des WEA-Typs Nordex N163/6.x
- Vorbelastungsdaten vom Umweltamt Wartburgkreis

Teil III: Akkreditierung und Theoretische Grundlagen

- Akkreditierungsurkunde,
- Theoretische Grundlagen.

Anhang Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen



Auftraggeber:
JUWI
Projekt: Gerstungen Ost
Projekt-Nr. 24-1-3070

GB Isophonen Nacht

Berechnung in 4 m über Grund
Schallberechnungs-Modell:
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Isophonen LrN

in dB(A)

■	= 35
■	= 40
■	= 45

Windenergieanlagen

- ↗ Zusatzbelastung
- ✳ Vorbelastung

Immissionsorte

- Immissionsort

Bearbeiter: Jonas Feja
Erstellt: 28.10.2024
SoundPLAN 9.0, Update 18.04.2024

Maßstab 1:40.000
0 300 600 1200 1800 2400 m

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

RAMBOLL

Gerstungen Ost

Beurteilungspegel

VB

Obj.-Nr	Immissionsort	X m	Y m	Z m	GH m	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)	LrT,diff dB	LrN,diff dB	
01	Unterellen, Im Kleinen Dorf 61	581089	5646718	230,2	224,9	60	45	13,1	13,1	-46,9	-31,9	
02	Unterellen, Obereller Str.118b	581461	5646367	232,5	231,1	55	40	16,0	16,0	-39,0	-24,0	
03	Oberellen, Friedensteinstraße	582807	5644863	247,5	240,2	55	40	15,7	15,7	-39,3	-24,3	
04	Wünschensuhl, Am Pilgerweg 2	581479	5642576	246,5	240,0	55	40	19,8	19,8	-35,2	-20,2	
05	Fernbreitenbach, Lindingsmühle	579519	5644031	244,0	242,4	60	45	14,0	14,0	-46,0	-31,0	
06	Fernbreitenbach, Liliengrund 7	579304	5643821	223,0	220,0	55	40	12,7	12,7	-42,3	-27,3	
07	Wünschensuhl, Rengersmühle 1	581191	5643260	230,1	225,0	60	45	16,1	16,1	-43,9	-28,9	
08	Gestungen, Lutzberg 1	578325	5646340	322,1	317,7	60	45	18,7	18,7	-41,3	-26,3	
09	Werra-Suhl-Tal, Katzenroda 3	577921	5645958	234,8	232,1	60	45	12,3	12,3	-47,7	-32,7	
10	Herda, geplantes WA	577831	5644609	231,5	227,5	55	40	21,0	21,0	-34,0	-19,0	

Gerstungen Ost
Beurteilungspegel
ZB

Obj.-Nr	Immissionsort	Nutzung	X m	Y m	Z m	GH m	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)	LrT,diff dB	LrN,diff dB	
01	Unterellen, Im Kleinen Dorf 61	MD	581089	5646718	230,2	224,9	60	45	36,9	36,9	-23,1	-8,1	
02	Unterellen, Obereller Str.118b	WA	581461	5646367	232,5	231,1	55	40	35,8	35,8	-19,2	-4,2	
03	Oberellen, Friedensteinstraße	WA	582807	5644863	247,5	240,2	55	40	32,4	32,4	-22,6	-7,6	
04	Wünschensuhl, Am Pilgerweg 2	WA	581479	5642576	246,5	240,0	55	40	29,3	29,3	-25,7	-10,7	
05	Fernbreitenbach, Lindingsmühle	AU	579519	5644031	244,0	242,4	60	45	36,0	36,0	-24,0	-9,0	
06	Fernbreitenbach, Liliengrund 7	WA	579304	5643821	223,0	220,0	55	40	30,7	30,7	-24,3	-9,3	
07	Wünschensuhl, Rengersmühle 1	AU	581191	5643260	230,1	225,0	60	45	34,0	34,0	-26,0	-11,0	
08	Gestungen, Lutzberg 1	AU	578325	5646340	322,1	317,7	60	45	31,7	31,7	-28,3	-13,3	
09	Werra-Suhl-Tal, Katzenroda 3	AU	577921	5645958	234,8	232,1	60	45	25,8	25,8	-34,2	-19,2	
10	Herda, geplantes WA	WA	577831	5644609	231,5	227,5	55	40	29,7	29,7	-25,3	-10,3	

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

Gerstungen Ost

Beurteilungspegel

GB

Obj.-Nr	Immissionsort	X m	Y m	Z m	GH m	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)	LrT,diff dB	LrN,diff dB	
01	Unterellen, Im Kleinen Dorf 61	581089	5646718	230,2	224,9	60	45	36,9	36,9	-23,1	-8,1	
02	Unterellen, Obereller Str.118b	581461	5646367	232,5	231,1	55	40	35,8	35,8	-19,2	-4,2	
03	Oberellen, Friedensteinstraße	582807	5644863	247,5	240,2	55	40	32,5	32,5	-22,5	-7,5	
04	Wünschensuhl, Am Pilgerweg 2	581479	5642576	246,5	240,0	55	40	29,8	29,8	-25,2	-10,2	
05	Fernbreitenbach, Lindingsmühle	579519	5644031	244,0	242,4	60	45	36,1	36,1	-23,9	-8,9	
06	Fernbreitenbach, Liliengrund 7	579304	5643821	223,0	220,0	55	40	30,7	30,7	-24,3	-9,3	
07	Wünschensuhl, Rengersmühle 1	581191	5643260	230,1	225,0	60	45	34,1	34,1	-25,9	-10,9	
08	Gestungen, Lutzberg 1	578325	5646340	322,1	317,7	60	45	31,9	31,9	-28,1	-13,1	
09	Werra-Suhl-Tal, Katzenroda 3	577921	5645958	234,8	232,1	60	45	26,0	26,0	-34,0	-19,0	
10	Herda, geplantes WA	577831	5644609	231,5	227,5	55	40	30,2	30,2	-24,8	-9,8	

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

Gerstungen Ost Teilpegel - GB

9

Quelle	LrN dB(A)	
Obj.-Nr. 01 Immissionsort Unterellen, Im Kleinen Dorf 61 RW,N 45 dB(A) LrN 36,9 dB(A)		
DeWind 48	1,2	
E40/6.44	5,6	
E40/6.44	6,9	
Enercon E58	2,5	
Enercon E58	5,1	
Fuhrländer MD77	7,5	
WEA 1 - N163/6.x	30,1	
WEA 2 - N163/6.x	32,4	
WEA 4 - N163/6.x	33,2	
Obj.-Nr. 02 Immissionsort Unterellen, Obereller Str.118b RW,N 40 dB(A) LrN 35,8 dB(A)		
DeWind 48	2,4	
E40/6.44	3,5	
E40/6.44	4,2	
Enercon E58	3,7	
Enercon E58	10,5	
Fuhrländer MD77	13,0	
WEA 1 - N163/6.x	25,9	
WEA 2 - N163/6.x	34,2	
WEA 4 - N163/6.x	29,0	
Obj.-Nr. 03 Immissionsort Oberellen, Friedensteinstraße RW,N 40 dB(A) LrN 32,5 dB(A)		
DeWind 48	-1,4	
E40/6.44	5,5	
E40/6.44	6,5	
Enercon E58	0,9	
Enercon E58	11,4	
Fuhrländer MD77	11,1	
WEA 1 - N163/6.x	26,1	
WEA 2 - N163/6.x	29,4	
WEA 4 - N163/6.x	26,7	
Obj.-Nr. 04 Immissionsort Wünschensuhl, Am Pilgerweg 2 RW,N 40 dB(A) LrN 29,8 dB(A)		
DeWind 48	-4,0	
E40/6.44	16,5	
E40/6.44	16,9	
Enercon E58	-2,7	
Enercon E58	-3,9	
Fuhrländer MD77	0,0	
WEA 1 - N163/6.x	22,2	
WEA 2 - N163/6.x	25,9	
WEA 4 - N163/6.x	24,6	
Obj.-Nr. 05 Immissionsort Fernbreitenbach, Lindingsmühle RW,N 45 dB(A) LrN 36,1 dB(A)		
DeWind 48	1,4	
E40/6.44	8,4	
E40/6.44	9,2	

	Ramboll Deutschland GmbH, Elisabeth-Consbruch-Straße 3 34131 Kassel	1
--	---------------------------------------------------------------------	---

Gerstungen Ost Teilpegel - GB

9

Quelle	LrN dB(A)	
Enercon E58	2,6	
Enercon E58	3,8	
Fuhrländer MD77	6,6	
WEA 1 - N163/6.x	35,0	
WEA 2 - N163/6.x	26,2	
WEA 4 - N163/6.x	26,8	
Obj.-Nr. 06 Immissionsort Fernbreitenbach, Liliengrund 7 RW,N 40 dB(A) LrN 30,7 dB(A)		
DeWind 48	-8,8	
E40/6.44	7,3	
E40/6.44	8,1	
Enercon E58	-6,8	
Enercon E58	3,4	
Fuhrländer MD77	6,2	
WEA 1 - N163/6.x	27,7	
WEA 2 - N163/6.x	24,3	
WEA 4 - N163/6.x	24,9	
Obj.-Nr. 07 Immissionsort Wünschensuhl, Rengersmühle 1 RW,N 45 dB(A) LrN 34,1 dB(A)		
DeWind 48	-5,8	
E40/6.44	12,6	
E40/6.44	13,1	
Enercon E58	-4,7	
Enercon E58	-1,7	
Fuhrländer MD77	0,4	
WEA 1 - N163/6.x	29,8	
WEA 2 - N163/6.x	29,7	
WEA 4 - N163/6.x	28,1	
Obj.-Nr. 08 Immissionsort Gestungen, Lutzberg 1 RW,N 45 dB(A) LrN 31,9 dB(A)		
DeWind 48	-2,7	
E40/6.44	14,1	
E40/6.44	15,9	
Enercon E58	-1,3	
Enercon E58	4,7	
Fuhrländer MD77	7,6	
WEA 1 - N163/6.x	27,4	
WEA 2 - N163/6.x	25,6	
WEA 4 - N163/6.x	27,5	
Obj.-Nr. 09 Immissionsort Werra-Suhl-Tal, Katzenroda 3 RW,N 45 dB(A) LrN 26,0 dB(A)		
DeWind 48	-3,0	
E40/6.44	10,7	
E40/6.44	1,4	
Enercon E58	-1,6	
Enercon E58	-0,5	
Fuhrländer MD77	2,5	
WEA 1 - N163/6.x	21,7	

	Ramboll Deutschland GmbH, Elisabeth-Consbruch-Straße 3 34131 Kassel	2
--	---------------------------------------------------------------------	---

Gerstungen Ost Teilpegel - GB

9

Quelle	LrN dB(A)	
WEA 2 - N163/6.x	19,7	
WEA 4 - N163/6.x	21,4	
Obj.-Nr. 10 Immissionsort Herda, geplantes WA RW,N 40 dB(A) LrN 30,2 dB(A)		
DeWind 48	-2,2	
E40/6.44	16,7	
E40/6.44	18,7	
Enercon E58	-0,9	
Enercon E58	0,1	
Fuhrländer MD77	3,1	
WEA 1 - N163/6.x	26,8	
WEA 2 - N163/6.x	19,5	
WEA 4 - N163/6.x	25,5	

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

Gerstungen Ost
Mittlere Ausbreitung Leq - GB

Obj.-Nr.	Quelle	Zeit bereich	Lw dB(A)	S m	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	dLrefl dB(A)	Lr dB(A)	
Obj.-Nr. 01 Immissionsort Unterellen, Im Kleinen Dorf 61 RW,N 45 dB(A) LrN 36,9 dB(A)											
B-1	DeWind 48	LrT	100,4	6489,46	-87,2	3,0	-4,8	-10,2	0,0	1,2	
B-1	DeWind 48	LrN	100,4	6489,46	-87,2	3,0	-4,8	-10,2	0,0	1,2	
B-2	Enercon E58	LrT	102,3	6732,64	-87,6	3,0	-4,8	-10,4	0,0	2,5	
B-2	Enercon E58	LrN	102,3	6732,64	-87,6	3,0	-4,8	-10,4	0,0	2,5	
B-3	Enercon E58	LrT	102,3	5908,78	-86,4	3,0	-2,2	-11,6	0,0	5,1	
B-3	Enercon E58	LrN	102,3	5908,78	-86,4	3,0	-2,2	-11,6	0,0	5,1	
B-4	Fuhrländer MD77	LrT	106,3	6504,94	-87,3	3,0	-2,4	-12,1	0,0	7,5	
B-4	Fuhrländer MD77	LrN	106,3	6504,94	-87,3	3,0	-2,4	-12,1	0,0	7,5	
V-1	E40/6.44	LrT	103,1	5279,19	-85,4	3,0	-4,8	-9,0	0,0	6,9	
V-1	E40/6.44	LrN	103,1	5279,19	-85,4	3,0	-4,8	-9,0	0,0	6,9	
V-2	E40/6.44	LrT	101,3	5091,47	-85,1	3,0	-4,8	-8,8	0,0	5,6	
V-2	E40/6.44	LrN	101,3	5091,47	-85,1	3,0	-4,8	-8,8	0,0	5,6	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrT	109,3	1910,07	-76,6	3,0	0,0	-5,5	0,0	30,1	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrN	109,3	1910,07	-76,6	3,0	0,0	-5,5	0,0	30,1	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrT	109,3	1565,19	-74,9	3,0	0,0	-4,9	0,0	32,4	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrN	109,3	1565,19	-74,9	3,0	0,0	-4,9	0,0	32,4	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrT	109,3	1467,65	-74,3	3,0	0,0	-4,7	0,0	33,2	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrN	109,3	1467,65	-74,3	3,0	0,0	-4,7	0,0	33,2	
Obj.-Nr. 02 Immissionsort Unterellen, Obereller Str.118b RW,N 40 dB(A) LrN 35,8 dB(A)											
B-1	DeWind 48	LrT	100,4	5977,99	-86,5	3,0	-4,8	-9,7	0,0	2,4	
B-1	DeWind 48	LrN	100,4	5977,99	-86,5	3,0	-4,8	-9,7	0,0	2,4	
B-2	Enercon E58	LrT	102,3	6220,59	-86,9	3,0	-4,8	-10,0	0,0	3,7	
B-2	Enercon E58	LrN	102,3	6220,59	-86,9	3,0	-4,8	-10,0	0,0	3,7	
B-3	Enercon E58	LrT	102,3	5397,55	-85,6	3,0	0,0	-9,2	0,0	10,5	
B-3	Enercon E58	LrN	102,3	5397,55	-85,6	3,0	0,0	-9,2	0,0	10,5	
B-4	Fuhrländer MD77	LrT	106,3	5993,69	-86,5	3,0	0,0	-9,8	0,0	13,0	
B-4	Fuhrländer MD77	LrN	106,3	5993,69	-86,5	3,0	0,0	-9,8	0,0	13,0	
V-1	E40/6.44	LrT	103,1	5242,87	-85,4	3,0	-9,9	-6,6	0,0	4,2	
V-1	E40/6.44	LrN	103,1	5242,87	-85,4	3,0	-9,9	-6,6	0,0	4,2	
V-2	E40/6.44	LrT	101,3	5030,36	-85,0	3,0	-9,1	-6,6	0,0	3,5	
V-2	E40/6.44	LrN	101,3	5030,36	-85,0	3,0	-9,1	-6,6	0,0	3,5	

Gerstungen Ost
Mittlere Ausbreitung Leq - GB

Obj.-Nr.	Quelle	Zeit bereich	Lw dB(A)	S m	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	dLrefl dB(A)	Lr dB(A)	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrT	109,3	1811,09	-76,2	3,0	-5,0	-5,2	0,0	25,9	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrN	109,3	1811,09	-76,2	3,0	-5,0	-5,2	0,0	25,9	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrT	109,3	1346,78	-73,6	3,0	0,0	-4,5	0,0	34,2	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrN	109,3	1346,78	-73,6	3,0	0,0	-4,5	0,0	34,2	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrT	109,3	1390,15	-73,9	3,0	-5,0	-4,5	0,0	29,0	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrN	109,3	1390,15	-73,9	3,0	-5,0	-4,5	0,0	29,0	
Obj.-Nr. 03 Immissionsort Oberellen, Friedensteinstraße RW,N 40 dB(A) LrN 32,5 dB(A)											
B-1	DeWind 48	LrT	100,4	3962,25	-83,0	3,0	-17,4	-4,5	0,0	-1,4	
B-1	DeWind 48	LrN	100,4	3962,25	-83,0	3,0	-17,4	-4,5	0,0	-1,4	
B-2	Enercon E58	LrT	102,3	4210,65	-83,5	3,0	-16,2	-4,7	0,0	0,9	
B-2	Enercon E58	LrN	102,3	4210,65	-83,5	3,0	-16,2	-4,7	0,0	0,9	
B-3	Enercon E58	LrT	102,3	3413,33	-81,7	3,0	-6,1	-6,1	0,0	11,4	
B-3	Enercon E58	LrN	102,3	3413,33	-81,7	3,0	-6,1	-6,1	0,0	11,4	
B-4	FuhrAnder MD77	LrT	106,3	4007,37	-83,0	3,0	-9,6	-5,5	0,0	11,1	
B-4	FuhrAnder MD77	LrN	106,3	4007,37	-83,0	3,0	-9,6	-5,5	0,0	11,1	
V-1	E40/6.44	LrT	103,1	5412,75	-85,7	3,0	-4,8	-9,2	0,0	6,5	
V-1	E40/6.44	LrN	103,1	5412,75	-85,7	3,0	-4,8	-9,2	0,0	6,5	
V-2	E40/6.44	LrT	101,3	5124,74	-85,2	3,0	-4,8	-8,9	0,0	5,5	
V-2	E40/6.44	LrN	101,3	5124,74	-85,2	3,0	-4,8	-8,9	0,0	5,5	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrT	109,3	2514,15	-79,0	3,0	-0,2	-7,0	0,0	26,1	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrN	109,3	2514,15	-79,0	3,0	-0,2	-7,0	0,0	26,1	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrT	109,3	1995,15	-77,0	3,0	-0,1	-5,8	0,0	29,4	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrN	109,3	1995,15	-77,0	3,0	-0,1	-5,8	0,0	29,4	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrT	109,3	2386,23	-78,5	3,0	-0,2	-6,8	0,0	26,7	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrN	109,3	2386,23	-78,5	3,0	-0,2	-6,8	0,0	26,7	
Obj.-Nr. 04 Immissionsort Wünschensuhl, Am Pilgerweg 2 RW,N 40 dB(A) LrN 29,8 dB(A)											
B-1	DeWind 48	LrT	100,4	4151,90	-83,4	3,0	-19,4	-4,6	0,0	-4,0	
B-1	DeWind 48	LrN	100,4	4151,90	-83,4	3,0	-19,4	-4,6	0,0	-4,0	
B-2	Enercon E58	LrT	102,3	4483,56	-84,0	3,0	-19,2	-4,8	0,0	-2,7	
B-2	Enercon E58	LrN	102,3	4483,56	-84,0	3,0	-19,2	-4,8	0,0	-2,7	
B-3	Enercon E58	LrT	102,3	4132,81	-83,3	3,0	-21,3	-4,7	0,0	-3,9	
B-3	Enercon E58	LrN	102,3	4132,81	-83,3	3,0	-21,3	-4,7	0,0	-3,9	

Gerstungen Ost
Mittlere Ausbreitung Leq - GB

Obj.-Nr.	Quelle	Zeit bereich	Lw dB(A)	S m	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	dLrefl dB(A)	Lr dB(A)	
B-4	Fuhrländer MD77	LrT	106,3	4576,31	-84,2	3,0	-20,2	-4,9	0,0	0,0	
B-4	Fuhrländer MD77	LrN	106,3	4576,31	-84,2	3,0	-20,2	-4,9	0,0	0,0	
V-1	E40/6.44	LrT	103,1	3531,89	-82,0	3,0	-0,1	-7,2	0,0	16,9	
V-1	E40/6.44	LrN	103,1	3531,89	-82,0	3,0	-0,1	-7,2	0,0	16,9	
V-2	E40/6.44	LrT	101,3	3210,91	-81,1	3,0	0,0	-6,7	0,0	16,5	
V-2	E40/6.44	LrN	101,3	3210,91	-81,1	3,0	0,0	-6,7	0,0	16,5	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrT	109,3	2693,51	-79,6	3,0	-1,6	-8,9	0,0	22,2	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrN	109,3	2693,51	-79,6	3,0	-1,6	-8,9	0,0	22,2	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrT	109,3	2694,94	-79,6	3,0	0,0	-6,7	0,0	25,9	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrN	109,3	2694,94	-79,6	3,0	0,0	-6,7	0,0	25,9	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrT	109,3	2995,28	-80,5	3,0	0,0	-7,1	0,0	24,6	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrN	109,3	2995,28	-80,5	3,0	0,0	-7,1	0,0	24,6	
Obj.-Nr. 05 Immissionsort Fernbreitenbach, Lindingsmühle RW,N 45 dB(A) LrN 36,1 dB(A)											
B-1	DeWind 48	LrT	100,4	6392,29	-87,1	3,0	-4,8	-10,1	0,0	1,4	
B-1	DeWind 48	LrN	100,4	6392,29	-87,1	3,0	-4,8	-10,1	0,0	1,4	
B-2	Enercon E58	LrT	102,3	6712,90	-87,5	3,0	-4,8	-10,4	0,0	2,6	
B-2	Enercon E58	LrN	102,3	6712,90	-87,5	3,0	-4,8	-10,4	0,0	2,6	
B-3	Enercon E58	LrT	102,3	6183,35	-86,8	3,0	-4,8	-9,9	0,0	3,8	
B-3	Enercon E58	LrN	102,3	6183,35	-86,8	3,0	-4,8	-9,9	0,0	3,8	
B-4	Fuhrländer MD77	LrT	106,3	6708,33	-87,5	3,0	-4,8	-10,4	0,0	6,6	
B-4	Fuhrländer MD77	LrN	106,3	6708,33	-87,5	3,0	-4,8	-10,4	0,0	6,6	
V-1	E40/6.44	LrT	103,1	2211,57	-77,9	3,0	-15,9	-3,1	0,0	9,2	
V-1	E40/6.44	LrN	103,1	2211,57	-77,9	3,0	-15,9	-3,1	0,0	9,2	
V-2	E40/6.44	LrT	101,3	1993,42	-77,0	3,0	-16,1	-2,9	0,0	8,4	
V-2	E40/6.44	LrN	101,3	1993,42	-77,0	3,0	-16,1	-2,9	0,0	8,4	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrT	109,3	1257,53	-73,0	3,0	0,0	-4,3	0,0	35,0	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrN	109,3	1257,53	-73,0	3,0	0,0	-4,3	0,0	35,0	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrT	109,3	1775,61	-76,0	3,0	-4,8	-5,3	0,0	26,2	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrN	109,3	1775,61	-76,0	3,0	-4,8	-5,3	0,0	26,2	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrT	109,3	1686,72	-75,5	3,0	-4,8	-5,2	0,0	26,8	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrN	109,3	1686,72	-75,5	3,0	-4,8	-5,2	0,0	26,8	
Obj.-Nr. 06 Immissionsort Fernbreitenbach, Liliengrund 7 RW,N 40 dB(A) LrN 30,7 dB(A)											

Gerstungen Ost
Mittlere Ausbreitung Leq - GB

Obj.-Nr.	Quelle	Zeit bereich	Lw dB(A)	S m	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	dLrefl dB(A)	Lr dB(A)	
B-1	DeWind 48	LrT	100,4	6537,09	-87,3	3,0	-18,7	-6,2	0,0	-8,8	
B-1	DeWind 48	LrN	100,4	6537,09	-87,3	3,0	-18,7	-6,2	0,0	-8,8	
B-2	Enercon E58	LrT	102,3	6861,01	-87,7	3,0	-18,0	-6,5	0,0	-6,8	
B-2	Enercon E58	LrN	102,3	6861,01	-87,7	3,0	-18,0	-6,5	0,0	-6,8	
B-3	Enercon E58	LrT	102,3	6361,10	-87,1	3,0	-4,8	-10,1	0,0	3,4	
B-3	Enercon E58	LrN	102,3	6361,10	-87,1	3,0	-4,8	-10,1	0,0	3,4	
B-4	Fuhrländer MD77	LrT	106,3	6875,04	-87,7	3,0	-4,8	-10,6	0,0	6,2	
B-4	Fuhrländer MD77	LrN	106,3	6875,04	-87,7	3,0	-4,8	-10,6	0,0	6,2	
V-1	E40/6.44	LrT	103,1	1913,07	-76,6	3,0	-18,1	-3,2	0,0	8,1	
V-1	E40/6.44	LrN	103,1	1913,07	-76,6	3,0	-18,1	-3,2	0,0	8,1	
V-2	E40/6.44	LrT	101,3	1697,54	-75,6	3,0	-18,4	-3,0	0,0	7,3	
V-2	E40/6.44	LrN	101,3	1697,54	-75,6	3,0	-18,4	-3,0	0,0	7,3	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrT	109,3	1555,75	-74,8	3,0	-4,9	-4,8	0,0	27,7	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrN	109,3	1555,75	-74,8	3,0	-4,9	-4,8	0,0	27,7	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrT	109,3	2075,64	-77,3	3,0	-4,9	-5,7	0,0	24,3	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrN	109,3	2075,64	-77,3	3,0	-4,9	-5,7	0,0	24,3	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrT	109,3	1983,18	-76,9	3,0	-4,8	-5,6	0,0	24,9	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrN	109,3	1983,18	-76,9	3,0	-4,8	-5,6	0,0	24,9	
Obj.-Nr. 07 Immissionsort Wünschensuhl, Rengersmühle 1 RW, N 45 dB(A) LrN 34,1 dB(A)											
B-1	DeWind 48	LrT	100,4	4569,96	-84,2	3,0	-21,2	-5,0	1,2	-5,8	
B-1	DeWind 48	LrN	100,4	4569,96	-84,2	3,0	-21,2	-5,0	1,2	-5,8	
B-2	Enercon E58	LrT	102,3	4894,45	-84,8	3,0	-21,1	-5,2	1,2	-4,7	
B-2	Enercon E58	LrN	102,3	4894,45	-84,8	3,0	-21,1	-5,2	1,2	-4,7	
B-3	Enercon E58	LrT	102,3	4423,19	-83,9	3,0	-20,6	-4,9	2,3	-1,7	
B-3	Enercon E58	LrN	102,3	4423,19	-83,9	3,0	-20,6	-4,9	2,3	-1,7	
B-4	Fuhrländer MD77	LrT	106,3	4920,93	-84,8	3,0	-21,1	-5,3	2,2	0,4	
B-4	Fuhrländer MD77	LrN	106,3	4920,93	-84,8	3,0	-21,1	-5,3	2,2	0,4	
V-1	E40/6.44	LrT	103,1	3336,37	-81,5	3,0	-4,8	-6,8	0,0	13,1	
V-1	E40/6.44	LrN	103,1	3336,37	-81,5	3,0	-4,8	-6,8	0,0	13,1	
V-2	E40/6.44	LrT	101,3	3024,33	-80,6	3,0	-4,8	-6,3	0,0	12,6	
V-2	E40/6.44	LrN	101,3	3024,33	-80,6	3,0	-4,8	-6,3	0,0	12,6	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrT	109,3	1957,58	-76,8	3,0	0,0	-5,6	0,0	29,8	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrN	109,3	1957,58	-76,8	3,0	0,0	-5,6	0,0	29,8	

Gerstungen Ost
Mittlere Ausbreitung Leq - GB

Obj.-Nr.	Quelle	Zeit bereich	Lw dB(A)	S m	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	dLrefl dB(A)	Lr dB(A)	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrT	109,3	1970,98	-76,9	3,0	0,0	-5,6	0,0	29,7	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrN	109,3	1970,98	-76,9	3,0	0,0	-5,6	0,0	29,7	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrT	109,3	2258,62	-78,1	3,0	0,0	-6,1	0,0	28,1	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrN	109,3	2258,62	-78,1	3,0	0,0	-6,1	0,0	28,1	
Obj.-Nr. 08 Immissionsort Gestungen, Lutzberg 1 RW,N 45 dB(A) Lrn 31,9 dB(A)											
B-1	DeWind 48	LrT	100,4	8440,75	-89,5	3,0	-4,8	-11,8	0,0	-2,7	
B-1	DeWind 48	LrN	100,4	8440,75	-89,5	3,0	-4,8	-11,8	0,0	-2,7	
B-2	Enercon E58	LrT	102,3	8734,61	-89,8	3,0	-4,8	-12,1	0,0	-1,3	
B-2	Enercon E58	LrN	102,3	8734,61	-89,8	3,0	-4,8	-12,1	0,0	-1,3	
B-3	Enercon E58	LrT	102,3	8043,26	-89,1	3,0	0,0	-11,5	0,0	4,7	
B-3	Enercon E58	LrN	102,3	8043,26	-89,1	3,0	0,0	-11,5	0,0	4,7	
B-4	Fuhrländer MD77	LrT	106,3	8621,06	-89,7	3,0	0,0	-12,0	0,0	7,6	
B-4	Fuhrländer MD77	LrN	106,3	8621,06	-89,7	3,0	0,0	-12,0	0,0	7,6	
V-1	E40/6.44	LrT	103,1	3883,55	-82,8	3,0	0,0	-7,5	0,0	15,9	
V-1	E40/6.44	LrN	103,1	3883,55	-82,8	3,0	0,0	-7,5	0,0	15,9	
V-2	E40/6.44	LrT	101,3	3861,75	-82,7	3,0	0,0	-7,4	0,0	14,1	
V-2	E40/6.44	LrN	101,3	3861,75	-82,7	3,0	0,0	-7,4	0,0	14,1	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrT	109,3	2398,55	-78,6	3,0	0,0	-6,3	0,0	27,4	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrN	109,3	2398,55	-78,6	3,0	0,0	-6,3	0,0	27,4	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrT	109,3	2777,58	-79,9	3,0	0,0	-6,8	0,0	25,6	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrN	109,3	2777,58	-79,9	3,0	0,0	-6,8	0,0	25,6	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrT	109,3	2364,04	-78,5	3,0	0,0	-6,3	0,0	27,5	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrN	109,3	2364,04	-78,5	3,0	0,0	-6,3	0,0	27,5	
Obj.-Nr. 09 Immissionsort Werra-Suhl-Tal, Katzenroda 3 RW,N 45 dB(A) Lrn 26,0 dB(A)											
B-1	DeWind 48	LrT	100,4	8612,26	-89,7	3,0	-4,8	-12,0	0,0	-3,0	
B-1	DeWind 48	LrN	100,4	8612,26	-89,7	3,0	-4,8	-12,0	0,0	-3,0	
B-2	Enercon E58	LrT	102,3	8915,11	-90,0	3,0	-4,8	-12,2	0,0	-1,6	
B-2	Enercon E58	LrN	102,3	8915,11	-90,0	3,0	-4,8	-12,2	0,0	-1,6	
B-3	Enercon E58	LrT	102,3	8262,62	-89,3	3,0	-4,8	-11,7	0,0	-0,5	
B-3	Enercon E58	LrN	102,3	8262,62	-89,3	3,0	-4,8	-11,7	0,0	-0,5	
B-4	Fuhrländer MD77	LrT	106,3	8830,40	-89,9	3,0	-4,8	-12,1	0,0	2,5	
B-4	Fuhrländer MD77	LrN	106,3	8830,40	-89,9	3,0	-4,8	-12,1	0,0	2,5	

Gerstungen Ost
Mittlere Ausbreitung Leq - GB

Obj.-Nr.	Quelle	Zeit bereich	Lw dB(A)	S m	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	dLrefl dB(A)	Lr dB(A)	
V-1	E40/6.44	LrT	103,1	3484,65	-81,8	3,0	-18,8	-4,0	0,0	1,4	
V-1	E40/6.44	LrN	103,1	3484,65	-81,8	3,0	-18,8	-4,0	0,0	1,4	
V-2	E40/6.44	LrT	101,3	3497,94	-81,9	3,0	-4,8	-7,0	0,0	10,7	
V-2	E40/6.44	LrN	101,3	3497,94	-81,9	3,0	-4,8	-7,0	0,0	10,7	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrT	109,3	2580,60	-79,2	3,0	-4,8	-6,6	0,0	21,7	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrN	109,3	2580,60	-79,2	3,0	-4,8	-6,6	0,0	21,7	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrT	109,3	3035,30	-80,6	3,0	-4,8	-7,2	0,0	19,7	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrN	109,3	3035,30	-80,6	3,0	-4,8	-7,2	0,0	19,7	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrT	109,3	2636,89	-79,4	3,0	-4,8	-6,6	0,0	21,4	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrN	109,3	2636,89	-79,4	3,0	-4,8	-6,6	0,0	21,4	

Obj.-Nr. 10 Immissionsort Herda, geplantes WA RW,N 40 dB(A) LrN 30,2 dB(A)

B-1	DeWind 48	LrT	100,4	8175,82	-89,2	3,0	-4,8	-11,6	0,0	-2,2	
B-1	DeWind 48	LrN	100,4	8175,82	-89,2	3,0	-4,8	-11,6	0,0	-2,2	
B-2	Enercon E58	LrT	102,3	8496,03	-89,6	3,0	-4,8	-11,9	0,0	-0,9	
B-2	Enercon E58	LrN	102,3	8496,03	-89,6	3,0	-4,8	-11,9	0,0	-0,9	
B-3	Enercon E58	LrT	102,3	7952,23	-89,0	3,0	-4,8	-11,5	0,0	0,1	
B-3	Enercon E58	LrN	102,3	7952,23	-89,0	3,0	-4,8	-11,5	0,0	0,1	
B-4	Fuhrländer MD77	LrT	106,3	8484,62	-89,6	3,0	-4,8	-11,9	0,0	3,1	
B-4	Fuhrländer MD77	LrN	106,3	8484,62	-89,6	3,0	-4,8	-11,9	0,0	3,1	
V-1	E40/6.44	LrT	103,1	2139,71	-77,6	3,0	-4,8	-5,0	0,0	18,7	
V-1	E40/6.44	LrN	103,1	2139,71	-77,6	3,0	-4,8	-5,0	0,0	18,7	
V-2	E40/6.44	LrT	101,3	2177,11	-77,7	3,0	-4,8	-5,1	0,0	16,7	
V-2	E40/6.44	LrN	101,3	2177,11	-77,7	3,0	-4,8	-5,1	0,0	16,7	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrT	109,3	2512,00	-79,0	3,0	0,0	-6,5	0,0	26,8	
1	WEA 1 - N163/6.x	LrN	109,3	2512,00	-79,0	3,0	0,0	-6,5	0,0	26,8	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrT	109,3	3081,16	-80,8	3,0	-4,8	-7,2	0,0	19,5	
2	WEA 2 - N163/6.x	LrN	109,3	3081,16	-80,8	3,0	-4,8	-7,2	0,0	19,5	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrT	109,3	2780,30	-79,9	3,0	0,0	-6,8	0,0	25,5	
4	WEA 4 - N163/6.x	LrN	109,3	2780,30	-79,9	3,0	0,0	-6,8	0,0	25,5	

Gerstungen Ost
Beurteilungspegel
ZB Lemax

Obj.-Nr	Immissionsort	Nutzung	X m	Y m	Z m	GH m	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)	LrT,diff dB	LrN,diff dB	
01	Unterellen, Im Kleinen Dorf 61	MD	581089	5646718	230,2	224,9	60	45	36,5	36,5	-23,5	-8,5	
02	Unterellen, Obereller Str.118b	WA	581461	5646367	232,5	231,1	55	40	35,4	35,4	-19,6	-4,6	
03	Oberellen, Friedensteinstraße	WA	582807	5644863	247,5	240,2	55	40	32,0	32,0	-23,0	-8,0	
04	Wünschensuhl, Am Pilgerweg 2	WA	581479	5642576	246,5	240,0	55	40	28,9	28,9	-26,1	-11,1	
05	Fernbreitenbach, Lindingsmühle	AU	579519	5644031	244,0	242,4	60	45	35,6	35,6	-24,4	-9,4	
06	Fernbreitenbach, Liliengrund 7	WA	579304	5643821	223,0	220,0	55	40	30,3	30,3	-24,7	-9,7	
07	Wünschensuhl, Rengersmühle 1	AU	581191	5643260	230,1	225,0	60	45	33,6	33,6	-26,4	-11,4	
08	Gestungen, Lutzberg 1	AU	578325	5646340	322,1	317,7	60	45	31,3	31,3	-28,7	-13,7	
09	Werra-Suhl-Tal, Katzenroda 3	AU	577921	5645958	234,8	232,1	60	45	25,4	25,4	-34,6	-19,6	
10	Herda, geplantes WA	WA	577831	5644609	231,5	227,5	55	40	29,3	29,3	-25,7	-10,7	

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

Gerstungen Ost

Rechenlauf-Info

GB

Projekt-Info

Projekttitel: Gerstungen Ost
 Projekt Nr.: 24-1-3070
 Projektbearbeiter: Jonas Feja
 Auftraggeber: JUWI

Beschreibung:

Rechenlaufbeschreibung

Rechenart: Einzelpunkt Schall
 Titel: GB
 Rechenkerngruppe
 Laufdatei: RunFile.rnx
 Ergebnisnummer: 8
 Lokale Berechnung (Anzahl Threads = 16)
 Berechnungsbeginn: 24.10.2024 12:04:49
 Berechnungsende: 24.10.2024 12:04:57
 Rechenzeit: 00:00:370 [m:s:ms]
 Anzahl Punkte: 10
 Anzahl berechneter Punkte: 10
 Kernel Version: SoundPLANnoise 9.0 (18.04.2024) - 64 bit

Rechenlaufparameter

Reflexionsordnung 1
 Maximaler Reflexionsabstand zum Empfänger 200 m
 Maximaler Reflexionsabstand zur Quelle 50 m
 Suchradius 9000 m
 Filter: dB(A)
 Zulässige Toleranz (für einzelne Quelle): 0,100 dB
 Bodeneffektgebiete aus Straßenoberflächen erzeugen: Nein
 Straßen als geländefolgend behandeln: Nein

Richtlinien:

Windenergieanlage: ISO 9613-2 Interim: 2015-05.1
 Luftabsorption: ISO 9613-1
 Begrenzung des Beugungsverlusts:
 einfache/mehrfaehige 20,0 dB /25,0 dB
 Verwende Glg (Abar=Dz-Max(Agr,0)) statt Glg (12) (Abar=Dz-Agr) für die Einfügedämpfung
 Umgebung:
 Luftdruck 1013,3 mbar
 relative Feuchte 70,0 %
 Temperatur 10,0 °C
 Meteo. Korr. C0(6-22h)[dB]=0,0; C0(22-6h)[dB]=0,0;
 Beugungsparameter: C2=20,0

Bewertung: TA-Lärm 1998/2017
 Reflexion der "eigenen" Fassade wird unterdrückt

Gerstungen Ost

Rechenlauf-Info

GB

Geometriedaten

IOs.geo	24.10.2024 10:04:42
Rechengebiet.geo	19.06.2024 12:22:28
Gebäude.geo	24.10.2024 09:12:20
VB.geo	22.07.2024 12:55:22
ZB.geo	24.10.2024 11:54:34
RDGM0001.dgm	19.06.2024 10:28:36

Gerstungen Ost
Oktavspektren der Emittenten in dB(A) - GB

3

Obj.-Nr.	Name	Quelltyp	X m	Y m	Z m	dH	Emissionsspektrum	Lw dB(A)	63Hz dB(A)	125Hz dB(A)	250Hz dB(A)	500Hz dB(A)	1kHz dB(A)	2kHz dB(A)	4kHz dB(A)	8kHz dB(A)	
1	WEA 1 - N163/6.x	WindT	580304	5644991	450,9	164	N163/6.X [Mode 01]	109,3	90,5	98,1	100,2	101,4	103,2	103,9	98,3	83,9	
2	WEA 2 - N163/6.x	WindT	580849	5645188	454,0	164	N163/6.X [Mode 01]	109,3	90,5	98,1	100,2	101,4	103,2	103,9	98,3	83,9	
4	WEA 4 - N163/6.x	WindT	580489	5645396	443,8	164	N163/6.X [Mode 01]	109,3	90,5	98,1	100,2	101,4	103,2	103,9	98,3	83,9	
B-1	DeWind 48	WindT	585595	5642052	400,0	70	DeWind 48	100,4	80,1	88,5	92,7	94,9	94,4	92,4	88,4	77,5	
B-2	Enercon E58	WindT	585928	5642041	401,0	71	Enercon E58	102,3	82,0	90,4	94,6	96,8	96,3	94,3	90,3	79,4	
B-3	Enercon E58	WindT	585596	5642902	406,0	71	Enercon E58	102,3	82,0	90,4	94,6	96,8	96,3	94,3	90,3	79,4	
B-4	Fuhrländer MD77	WindT	586052	5642518	415,0	100	Fuhrländer MD77	106,3	86,0	94,4	98,6	100,8	100,3	98,3	94,3	83,4	
V-1	E40/6.44	WindT	577950	5642475	341,8	78	E40/6.44	103,1	82,8	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	
V-2	E40/6.44	WindT	578271	5642479	337,4	65	E40/5.40	101,3	81,0	89,4	93,6	95,8	95,3	93,3	89,3	78,4	

Anhang Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen



Octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel

Nordex N163/6.X

© Nordex Energy SE & Co. KG, Langenhorner Chaussee 600, D-22419 Hamburg, Germany

All rights reserved. Observe protection notice ISO 16016.

Alle Rechte vorbehalten. Schutzvermerk ISO 16016 beachten.

Nordex N163/6.X – Operating modes and hub heights / Betriebsweisen und Nabenhöhen

operating mode / Betriebsweise	rated power / Nennleistung [kW]	available hub heights / verfügbare Nabenhöhen [m]									
		98	108	113	118	119	138	148	159	164	169
Mode 0	7000	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 1	6800	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 2	6690	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 3	6530	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 4	6370	●	●	●	●	●	—	—	●	●	●
Mode 5	6240	●	●	●	●	●	—	—	●	●	●
Mode 6	6080	●	●	●	●	●	—	—	—	●	●
Mode 7	5940	○	○	○	○	○	—	—	—	○	○
Mode 8	5820	○	○	○	○	○	—	○	—	○	○
Mode 9	5270	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—
Mode 10	5180	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—
Mode 11	4810	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 12	4520	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 13	4230	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 14	3870	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 15	3620	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 16	3380	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 17	3180	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

- mode available / Betriebsweise verfügbar
- mode on request / Betriebsweise auf Anfrage
- mode not available / Betriebsweise nicht verfügbar

Abbreviations / Abkürzungen:

STE ... Serrated Trailing Edge / Serrations

Octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel
Nordex N163/6.X with and without / mit und ohne serrated trailing edge

Basis / Grundlagen:

The expected octave sound power levels of the Nordex N163/6.X are to be determined on basis of aerodynamical calculations and expected sound power levels. These values are valid for 98 m, 108 m, 113 m, 118 m, 119 m, 138 m, 148 m, 159 m, 164 m and 169 m (see available hub heights on pg. 2). The expected octave sound power levels are only for information and will not be warranted.

Die erwarteten Oktav-Schallleistungspegel der Nordex N163/6.X werden auf der Basis aerodynamischer Berechnungen und der erwarteten Gesamt-Schallleistungspegel ermittelt. Diese Werte sind gültig für die Nabenhöhen 98 m, 108 m, 113 m, 118 m, 119 m, 138 m, 148 m, 159 m, 164 m und 169 m (siehe verfügbare Nabenhöhen auf S. 2). Die erwarteten Oktav-Schallleistungspegel dienen nur der Information und werden nicht gewährleistet.

Nordex N163/6.X without STE / ohne STE

octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel in dB(A)									
operation mode / Betriebsweise	octave band mid frequency / Oktavband-Mittenfrequenz								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Mode 0	88.6	97.8	100.3	101.6	103.5	104.2	97.4	83.0	109.4
Mode 1	88.4	97.6	100.1	101.4	103.3	104.0	97.2	82.8	109.2
Mode 2	88.0	97.2	99.7	101.0	102.9	103.6	96.8	82.4	108.8
Mode 3	87.5	96.7	99.2	100.5	102.4	103.1	96.3	81.9	108.3
Mode 4	87.0	96.2	98.7	100.0	101.9	102.6	95.8	81.4	107.8
Mode 5	86.5	95.7	98.2	99.5	101.4	102.1	95.3	80.9	107.3
Mode 6	86.0	95.2	97.7	99.0	100.9	101.6	94.8	80.4	106.8
Mode 7	85.5	94.7	97.2	98.5	100.4	101.1	94.3	79.9	106.3
Mode 8	85.0	94.2	96.7	98.0	99.9	100.6	93.8	79.4	105.8
Mode 9	83.0	92.2	94.7	96.0	97.9	98.6	91.8	77.4	103.8
Mode 10	82.5	91.7	94.2	95.5	97.4	98.1	91.3	76.9	103.3
Mode 11	82.0	91.2	93.7	95.0	96.9	97.6	90.8	76.4	102.8
Mode 12	81.5	90.7	93.2	94.5	96.4	97.1	90.3	75.9	102.3
Mode 13	81.0	90.2	92.7	94.0	95.9	96.6	89.8	75.4	101.8
Mode 14	80.5	89.7	92.2	93.5	95.4	96.1	89.3	74.9	101.3
Mode 15	80.0	89.2	91.7	93.0	94.9	95.6	88.8	74.4	100.8
Mode 16	79.5	88.7	91.2	92.5	94.4	95.1	88.3	73.9	100.3
Mode 17	79.0	88.2	90.7	92.0	93.9	94.6	87.8	73.4	99.8

Nordex N163/6.X with STE / mit STE

octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel in dB(A)									
operation mode / Betriebsweise	octave band mid frequency / Oktavband-Mittenfrequenz								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Mode 0	88.6	96.2	98.3	99.5	101.3	102.0	96.4	82.0	107.4
Mode 1	88.4	96.0	98.1	99.3	101.1	101.8	96.2	81.8	107.2
Mode 2	88.0	95.6	97.7	98.9	100.7	101.4	95.8	81.4	106.8
Mode 3	87.5	95.1	97.2	98.4	100.2	100.9	95.3	80.9	106.3
Mode 4	87.0	94.6	96.7	97.9	99.7	100.4	94.8	80.4	105.8
Mode 5	86.5	94.1	96.2	97.4	99.2	99.9	94.3	79.9	105.3
Mode 6	86.0	93.6	95.7	96.9	98.7	99.4	93.8	79.4	104.8
Mode 7	85.5	93.1	95.2	96.4	98.2	98.9	93.3	78.9	104.3
Mode 8	85.0	92.6	94.7	95.9	97.7	98.4	92.8	78.4	103.8
Mode 9	83.0	90.6	92.7	93.9	95.7	96.4	90.8	76.4	101.8
Mode 10	82.5	90.1	92.2	93.4	95.2	95.9	90.3	75.9	101.3
Mode 11	82.0	89.6	91.7	92.9	94.7	95.4	89.8	75.4	100.8
Mode 12	81.5	89.1	91.2	92.4	94.2	94.9	89.3	74.9	100.3
Mode 13	81.0	88.6	90.7	91.9	93.7	94.4	88.8	74.4	99.8
Mode 14	80.5	88.1	90.2	91.4	93.2	93.9	88.3	73.9	99.3
Mode 15	80.0	87.6	89.7	90.9	92.7	93.4	87.8	73.4	98.8
Mode 16	79.5	87.1	89.2	90.4	92.2	92.9	87.3	72.9	98.3
Mode 17	79.0	86.6	88.7	89.9	91.7	92.4	86.8	72.4	97.8

Antrag gem ThürUIG v. 18.06.2024 - Daten der Vorbelastung

Anlage 1

		Koordinaten gem. ETRS89		Schallleistungspegel (ohne Sicherheitsaufschlag)			
lfd. Nr.	AZ UIB	Rechtswert	Hochwert	WEA-Typ	Nabenhöhe	$L_{W,A}$ in dB(A)	Bemerkung
1	AB-B-2	577950	5642475	Enercon E40	78 m	101,8	Herstellerangabe
2	AB-B-3	578271	5642479	Enercon E40	65 m	100	Herstellerangabe
3	AB-B-4	585790	5640474	Enercon E44	65 m	101	Herstellerangabe
4	AB-B-1	574360	5642014	Enercon E40	65 m	100	Herstellerangabe

Sehr geehrter Herr Feja,

u.s. erhalten Sie die erfragten Werte für die WEA in der Gemarkung Förtha.

lfd. Nr.	AZ UIB	Typ	Nabenhöhe	Koordinaten in ETRS89		Schallleistungspegel (ohne Sicherheitsaufschlag)	Bemerkung
				Rechtswert	Hochwert		
1	FT-B-1	DeWind 48	70	585595	5642052	99,1	Herstellerangabe
2	FT-B-2	Enercon E58	71	585928	5642041	101	Herstellerangabe
3	FT-B-3	Enercon E58	71	585596	5642902	101	Herstellerangabe
4	FT-B-4	Fuhrländer MD77	100	586052	5642518	105	Herstellerangabe

Bei Rückfragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen
im Auftrag

gez. Vanessa Schmidt
Sachbearbeiter/in

Landratsamt Wartburgkreis
Umweltamt
Erzberger Allee 14
36433 Bad Salzungen
Telefon: +49 3695 / 61 6732
Telefax: +49 3695 61 6799
E-Mail: umwelt@wartburgkreis.de

Hinweise zum Datenschutz: <https://www.wartburgkreis.de/ehr-landratsamt/downloads/datenschutz-informationspflichten> oder auf Anfrage

Theoretische Grundlagen

Inhalte

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

1 Allgemeines zum Schall

1.1 Hörbarer Schall

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

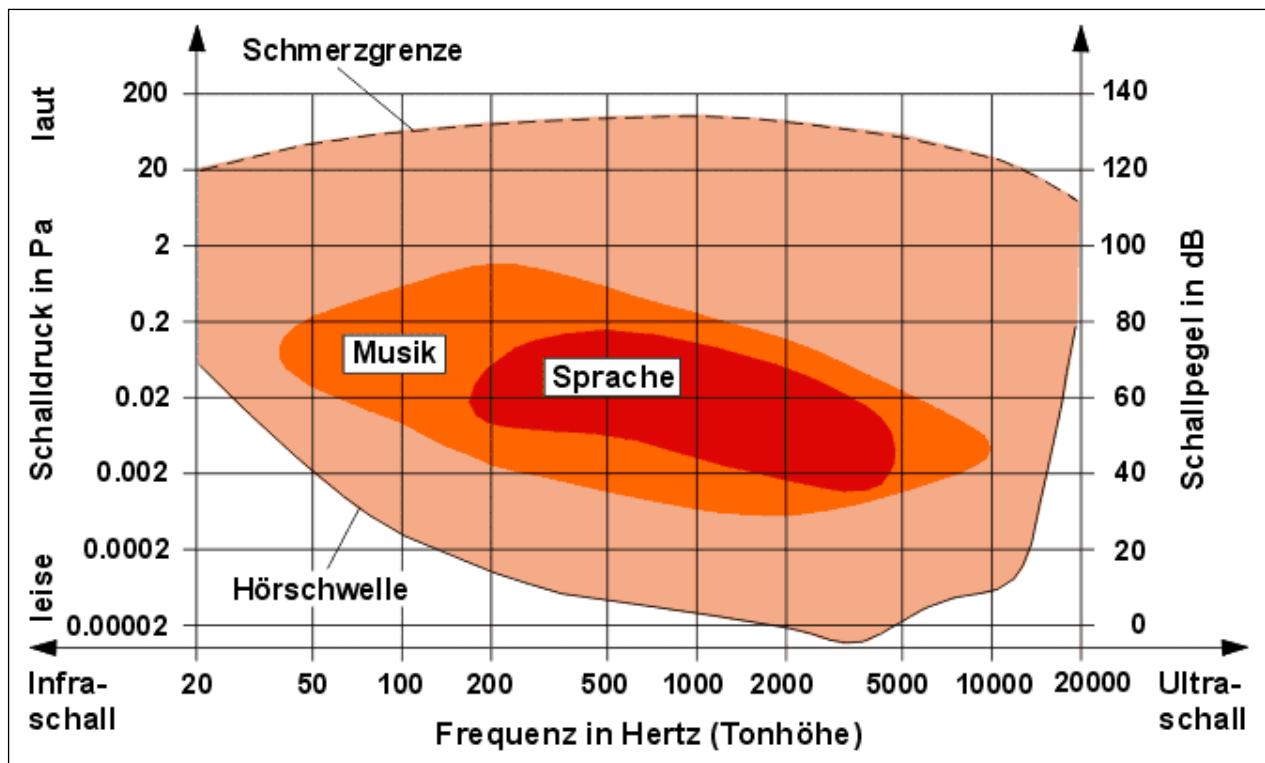


Abbildung 1: Hörbereich des Menschen [1]

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

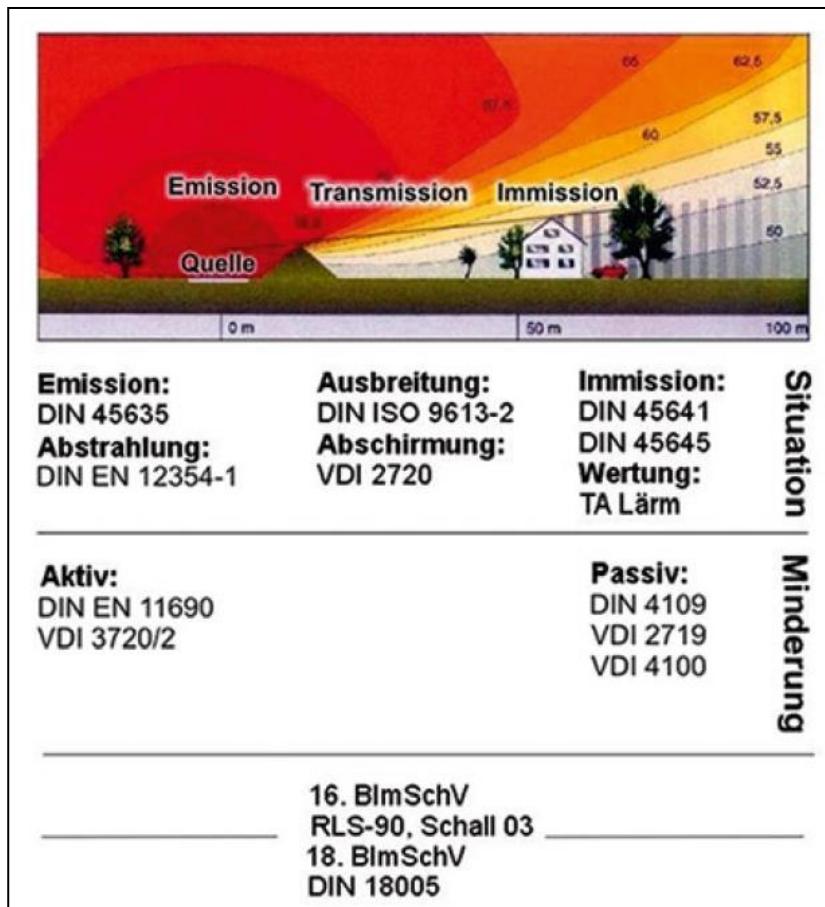


Abbildung 2: Normen und Grundlagen zum Schall [2]

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 Baugebietarten festgelegt, denen nach der TA Lärm [4] eine immissionschutzrechtliche 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 Schallleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel

Die kennzeichnende Größe für die Geräuschemission einer Windenergieanlage wird durch den Schallleistungspegel L_w beschrieben. Der Schallleistungspegel 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 Schallleistungspegel 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 Schallleistungspegel 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 Schallleistungspegel L_{WA} entspricht dem nach FGW-Richtlinie [8] ermittelten, maximalen Schallleistungspegel innerhalb des gesamten Betriebsbereiches einer WEA.

Die genaue Verfahrensweise zur Durchführung einer Schallemissionsmessung zur Ermittlung des Schallleistungspegels 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 α nach Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 [2] für die relative Luftfeuchte 70 % und die Lufttemperatur von 10° C anzusetzen.

2.2 Berechnungsgrundlagen

2.2.1 Eingangsdaten

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

2.2.2 Unsicherheiten

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

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

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

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

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

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

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-Schallleistungspegel nur mit den WEA-immanenten Unsicherheiten σ_R und σ_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 Entfernung 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 Blattemissionen im Fernbereich ab 300-500 m jedoch nicht mehr auf. Weitere Quellen für impulshaltige Geräusche bei WEA gibt es in der Regel nicht, so dass die Impulshaltigkeit für eine Schallimmissionsprognose i.d.R. nicht relevant ist.

2.2.5 Ausbreitungsrechnung

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

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

- **L_{WA} : Oktavband-Schallleistungspegel** der Punktschallquelle, in Dezibel, bezogen auf eine Bezugsschallleistung 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 Schallleistungspegel L_W abweicht. D_C ist gleich dem Richtwirkungsmaß D_I der Punktschallquelle zuzüglich eines Richtwirkungsmaßes D_Ω , dass eine Schallausbreitung im Raumwinkel von weniger als 4π Sterad berücksichtigt. Die

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

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

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

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung:

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

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionsort.

A_{atm} : Dämpfung durch die Luftabsorption

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

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

Tabelle 1: Parameter Luftabsorption

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

A_{gr} : Bodendämpfung:

Die Bodendämpfung ergibt sich in der Hauptsache aus dem Reflexionsgrad von

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

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

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:

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

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_{li} : 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-Schallleistungspegeln berücksichtigt. Die vermessenen Schallleistungspegel im Frequenzbereich unter 100 Hz liegen regelmäßig deutlich unter den im Frequenzbereich von 100 – 4000 Hz gemessenen Schallleistungspegeln. Infraschall bezeichnet Schall in einem Frequenzbereich unter 20 Hz.

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

3 Genehmigungsfestsetzungen und rechtskonformer Betrieb

3.1 Kontrolle des genehmigungskonformen Betriebs

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

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

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

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:

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

45

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

¹ ausführlich z. B. in Agatz [21].

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

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

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

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

3.2 Aufnahme des Nachtbetriebs

Für den Fall, dass eine aufschiebende Formulierung zur Aufnahme des Nachtbetriebs vorgesehen ist, ist der Nachweis zur Aufnahme durch Vorlage einer Vermessung zu führen. Diese kann auch an einer anderen WEA gleichen Typs und Betriebsmodus erfolgen.

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

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

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

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

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

4 Quellenverzeichnis – theoretischer Teil

- [1] LUBW, Amt für Umweltschutz - Abt. Stadtklimatologie, Stuttgart, 2019.
- [2] WMBW, Städtebauliche Lärmfibel Online, Stuttgart: Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg / Amt für Umweltschutz Stuttgart, 2019.
- [3] BImSchG, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. Juli.
- [4] TA_Lärm, *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)*, (GMBI S. 503), 1998.
- [5] BauNVO, Baunutzungsverordnung, 26. Juni 1962, Letzte Änderung 13. Mai 2017.
- [6] Norm, DIN EN 61672-1:2014-07, 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, Tief frequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen - Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015, Karlsruhe, Februar 2016*.
- [16] DNR, *Deutscher Naturschutzzring, 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 Referenztrages; 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)

Verwendete Abkürzungen: siehe letzte Seite

Seite 1 von 3