

Schallimmissionsprognose für
acht Windenergieanlagen
am Standort
Bad Berleburg-Ohrenbach
(Nordrhein-Westfalen)

Datum: 15.11.2021

Bericht Nr. 21-1-3007-002c-NH

Auftraggeber:

Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53 | 35117 Münchhausen
Auftragsnummer: 352002265

Bearbeiter:

Ramboll Deutschland GmbH
Raffael Herth M.Sc.
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
Tel 0561 / 288 573-0

Die vorliegende Schallimmissionsprognose für den Standort Bad Berleburg-Ohrenbach (Nordrhein-Westfalen) wurde der Ramboll Deutschland GmbH im Oktober 2021 von der Krug Energie GmbH & Co. KG in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt. Rechtsgrundlage dieses Gutachtens ist das BImSchG [1] mit dem in §1 festgehaltenen Zweck „[...] Menschen [...] vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen [...]“. Die Ramboll Deutschland GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 [2] u. a. für die Erstellung von Schallimmissionsprognosen akkreditiert. Die firmeninternen verwendeten Berechnungsverfahren gemäß den zuvor genannten Anforderungen sind in der Ramboll-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schall“ festgelegt und dokumentiert.

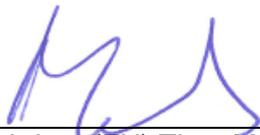
Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse des Schallgutachtens werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie basieren auf den Berechnungen nach Vorgaben der TA-Lärm [3], der DIN ISO 9613-2 [4] gemäß den aktuellen Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [5] und unter Berücksichtigung spezifischer Landesvorgaben für Nordrhein-Westfalen sowie auf Basis der vom Auftraggeber und dem WEA-Hersteller zur Verfügung gestellten Standort- und Anlagendaten.

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

	Nr.	Datum	Bearbeiter	Beschreibung
Original	000	09.03.2021	R. Herth	Planung von acht WEA des Typs Vestas V162-5.6/
Nachtrag	001	30.06.2021	R. Herth	Koordinatenänderung bei vier von acht WEA
Nachtrag	002c	15.11.2021	R. Herth	Berechnung nach DIN ISO 9613-2 – Alternatives Verfahren

Kassel, 15.11.2021


 Raffael Herth M.Sc.
 (Bearbeiter)


 Dipl.-Ing. (FH) Timo Mertens
 (Prüfer)

Inhalt:

1	Zusammenfassung	4
2	Standortdaten	6
2.1	Aufgabenstellung	6
2.2	Immissionsorte	8
2.2.1	Einwirkungsbereich	8
2.2.2	Immissionsorte und Immissionsrichtwerte	10
2.2.3	Gemengelagen	16
2.3	Potenzielle Schallreflexionen und Abschirmungseffekte	17
2.4	Vorbelastungen	18
2.4.1	Gewerbliche Vorbelastungen	18
2.4.2	Vorbelastungen durch Windenergieanlagen	18
3	Kenndaten Windenergieanlagen	19
3.1	Allgemeine Angaben	19
3.2	Schalleistungspegel	19
3.2.1	Vorbelastung	20
3.2.2	Zusatzbelastung	21
4	Ergebnisse der Immissionsberechnungen	23
4.1	Beurteilungspegel an den Immissionsorten	23
4.2	Vergleichswerte für Abnahme- / Überwachungsmessungen	25
4.3	Bewertung der Ergebnisse	25
5	Literaturverzeichnis	26
6	Anhang	28

1 Zusammenfassung

Für die Planung von acht Windenergieanlagen am Standort Bad Berleburg-Ohrenbach wurde eine Schallimmissionsprognose entsprechend der TA-Lärm [3] nach der Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 [4] entsprechend den Hinweisen der LAI [5] unter Berücksichtigung spezifischer Landesvorgaben für Nordrhein-Westfalen für die zu berücksichtigende Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung an den dem Projekt benachbarten Immissionsorten durchgeführt.

Der Berechnung zugrunde gelegt wurde die Herstellerangabe des geplanten Anlagentyps Vestas V162 mit einer Nabenhöhe (NH) von 169 m.

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

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse

IO	Bezeichnung	IRW [dB(A)]	L_r [dB(A)]	dL [dB(A)]
Af01	Arfeld, Am Heller 1	45	42	-3
Af02	Arfeld, Arfetalstraße 43	45	46	1
Af03	Arfeld, Arfetalstraße 56	45	43	-2
Af04	Arfeld, Arfetalstraße 39	45	42	-3
Af05	Arfeld, Oberes Loh 49	40	33	-7
Af06	Arfeld, Oberes Loh 21	40	33	-7
Bb01	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	45	40	-5
Bb02	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	45	41	-4
Bb03a	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 59 WR 1. BR	40	34	-6
Bb03b	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 50 WR 2. BR	37	33	-4
Bb03c	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 36 WR 3. BR	35	32	-3
Ch01	Christianseck, Brücher 1	45	44	-1
Ch02	Christianseck, Brücher 2	45	44	-1
Ch03	Christianseck, Hainhof 2	45	45	0
Ch04	Christianseck, Hainhof 1	45	44	-1
Ch05	Christianseck, Haingraben 3	45	44	-1
Lb01	Laubroth, Blumenstraße 18a	40	38	-2
Lb02	Laubroth, Zum Ederblick 4	45	42	-3
Sz01	Schwarzenau, Auf dem Heller 2	45	42	-3
Sz02	Schwarzenau, Auf dem Heller 1	45	42	-3

IO	Bezeichnung	IRW [dB(A)]	L _r [dB(A)]	dL [dB(A)]
Ut01	Unteres Hüttental, geplante W-Fläche	40	34	-6
Ut02	Unteres Hüttental, Unterm Köpfchen 6	40	32	-8

Die Nacht-Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [3] werden unter Berücksichtigung des oberen Vertrauensbereichs an den Immissionsorten Af01, Af03, Af04, Af05, Af06, Bb01, Bb02, Bb03a, Bb03b, Bb03c, Ch01, Ch02, Ch03, Ch04, Ch05, Lb01, Lb02, Sz01, Sz02, Ut01, Ut02 eingehalten. Von einer schädlichen Umwelteinwirkung bzw. einer erheblichen Belästigung i. S. d. BImSchG [1] ist demnach an diesen IO nicht auszugehen.

Am Immissionsort Af02 wird der nächtliche Immissionsrichtwert um 1 dB(A) überschritten. Nach dem Irrelevanzkriterium in Ziffer 3.2.1 Absatz 3 TA Lärm [3] ist eine Überschreitung um bis zu 1 dB(A) aufgrund der bestehenden Vorbelastung nicht als erhebliche Umwelteinwirkung i. S. d. Schutzzwecks des BImSchG [1] anzusehen.

2 Standortdaten

2.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Bad Berleburg-Ohrenbach zwischen Bad Berleburg im Nordwesten und Arfeld im Süden acht Windenergieanlagen (WEA) des Typs Vestas V162 mit 169 m Nabenhöhe zu errichten.

Tabelle 2: Kenndaten der geplanten WEA

WEA	WEA Hersteller / Typ	Nabenhöhe	Ost	Nord	Betriebsmodus
		[m]	[UTM 32 ETRS89]		nachts
EW_02	Vestas V162	169	459.717	5.654.401	PO 6MW
EW_03	Vestas V162	169	459.545	5.653.884	PO 6MW
EW_04_1	Vestas V162	169	460.240	5.653.720	PO 6MW
EW_05_2	Vestas V162	169	459.443	5.653.472	PO 6MW
EW_06	Vestas V162	169	459.957	5.653.340	PO 6MW
EW_07	Vestas V162	169	461.467	5.655.068	PO 6MW
EW_08_1	Vestas V162	169	461.782	5.654.690	PO 6MW
EW_09_1	Vestas V162	169	461.630	5.653.993	PO 6MW

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

Es soll der Beurteilungspegel L_r der durch die geplanten Windenergieanlagen hervorgerufenen Schallimmissionen an der umliegenden schutzwürdigen Bebauung berechnet und mit den immissionschutzrechtlichen Vorgaben der TA Lärm [3] für diese Gebäude (Immissionsrichtwerte nach Abschnitt 6.1) verglichen und bewertet werden.

Die Immissionsprognose wird nach der Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 [4] entsprechend den aktuellen Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [5] unter Berücksichtigung der Landesvorgaben (Nordrhein-Westfalen) durchgeführt. Dabei werden günstige Schallausbreitungsbedingungen angenommen (Mitwindbedingungen, 10°C Lufttemperatur, 70 % Luftfeuchte) (vgl. DIN ISO 9613-2, Kap. 7.2, Tab. 2). Weitere Angaben zu den

Grundlagen der Berechnungen sind dem Anhang zu entnehmen. Das Höhenrelief wurde dem DGM5 Nordrhein-Westfalen entnommen. Die Berechnung wurde mit der Software windPRO [6], Modul DECIBEL durchgeführt.

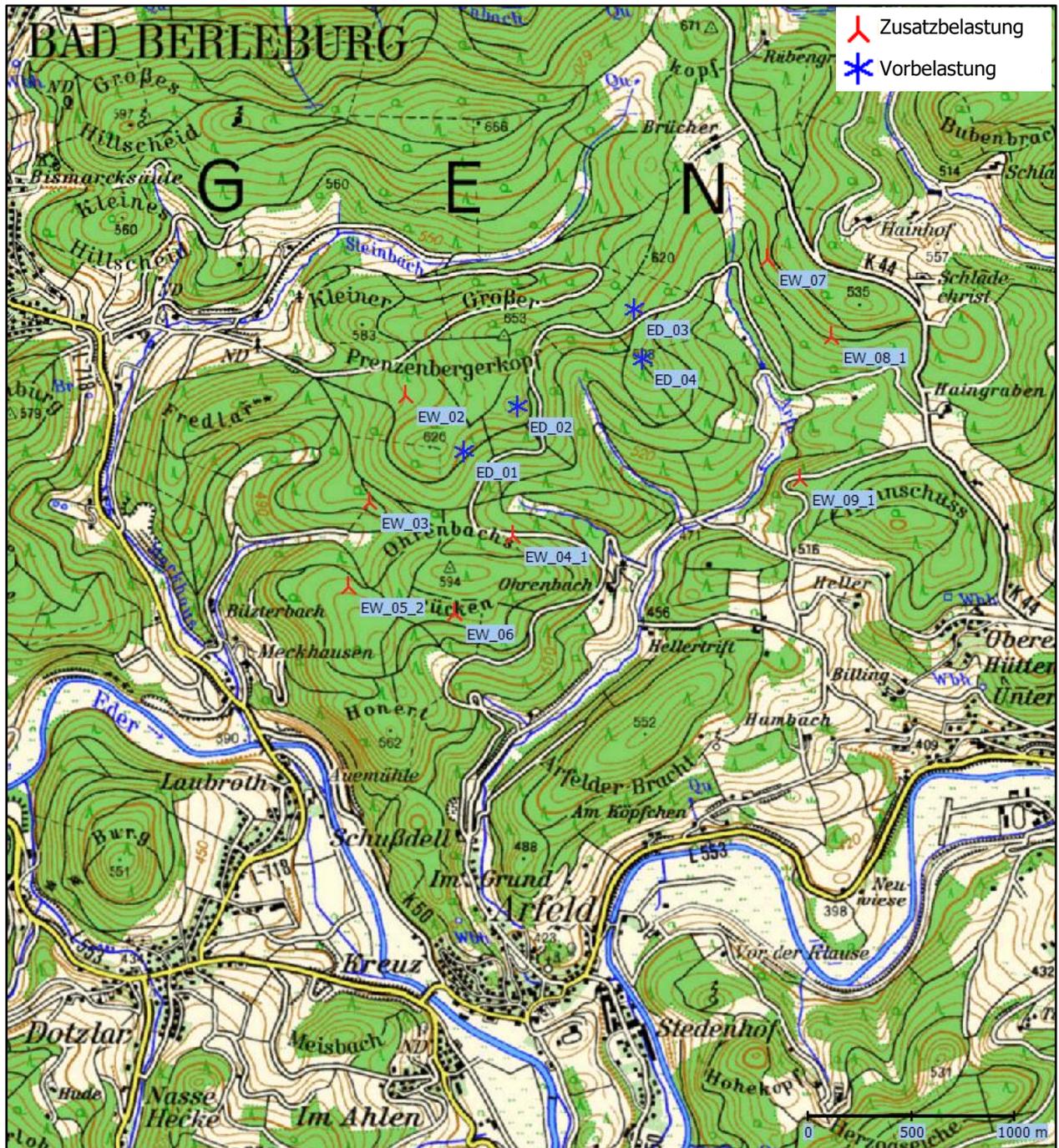


Abbildung 1: Übersichtskarte [7]

2.2 Immissionsorte

2.2.1 Einwirkungsbereich

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Bad Berleburg-Ohrenbach wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden schutzbedürftigen maßgeblichen Immissionsorte (IO) auf Basis topographischer Karten, des ATKIS Basis-DLM [8] und anhand von Luftbildern ermittelt. Im Rahmen einer Standortbesichtigung am 26.02.2021 wurden diese überprüft und dokumentiert.

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

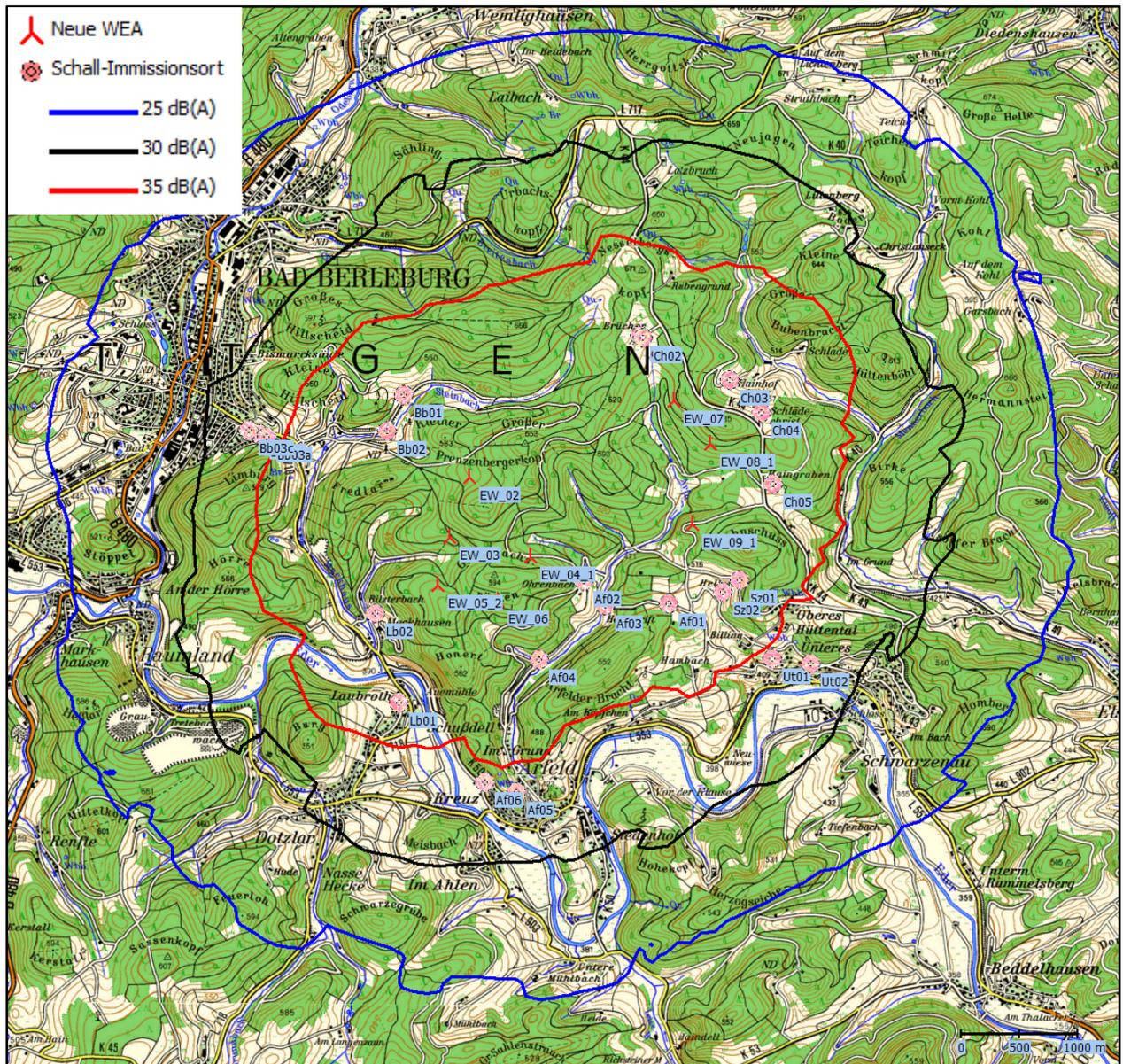


Abbildung 2: Isophonenkarte Zusatzbelastung (offener Betrieb) $L_{0} = 106,4 \text{ dB(A)}$ [7]

2.2.2 Immissionsorte und Immissionsrichtwerte

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

Tabelle 3: Immissionsorte

IO	Bezeichnung	IRW 22-6 Uhr [dB(A)]	Gebiets- einstu- fung ¹	Grundlage der Einstufung ²
Af01	Arfeld, Am Heller 1	45	AB	FNP Bad Berleburg
Af02	Arfeld, Arfetalstraße 43	45	AB	FNP Bad Berleburg
Af03	Arfeld, Arfetalstraße 56	45	AB	FNP Bad Berleburg
Af04	Arfeld, Arfetalstraße 39	45	AB	FNP Bad Berleburg
Af05	Arfeld, Oberes Loh 49	40	W	FNP Bad Berleburg
Af06	Arfeld, Oberes Loh 21	40	W	FNP Bad Berleburg
Bb01	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	45	AB	FNP Bad Berleburg
Bb02	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	45	AB	FNP Bad Berleburg
Bb03a	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 59 WR 1. BR	40*	WR	Genehmigungsbescheid Eder Energy vom 15.07.2020
Bb03b	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 50 WR 2. BR	37*	WR	Genehmigungsbescheid Eder Energy vom 15.07.2020
Bb03c	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 36 WR 3. BR	35*	WR	Genehmigungsbescheid Eder Energy vom 15.07.2020
Ch01	Christianseck, Brücher 1	45	AB	FNP Bad Berleburg
Ch02	Christianseck, Brücher 2	45	AB	FNP Bad Berleburg
Ch03	Christianseck, Hainhof 2	45	AB	FNP Bad Berleburg

¹ AB = Außenbereich

WR = Reines Wohngebiet

W = Wohngebiet

² FNP = Flächennutzungsplan

IO	Bezeichnung	IRW 22-6 Uhr [dB(A)]	Gebiets- einstu- fung ¹	Grundlage der Einstufung ²
Ch04	Christianseck, Hainhof 1	45	AB	FNP Bad Berleburg
Ch05	Christianseck, Haingraben 3	45	AB	FNP Bad Berleburg
Lb01	Laubroth, Blumenstraße 18a	40	W	FNP Bad Berleburg
Lb02	Laubroth, Zum Ederblick 4	45	AB	FNP Bad Berleburg
Sz01	Schwarzenau, Auf dem Heller 2	45	AB	FNP Bad Berleburg
Sz02	Schwarzenau, Auf dem Heller 1	45	AB	FNP Bad Berleburg
Ut01	Unteres Hüttental, geplante W-Fläche	40	W	FNP Bad Berleburg
Ut02	Unteres Hüttental, Unterm Köpfchen 6	40	W	FNP Bad Berleburg

*) Gemengelage, siehe unten

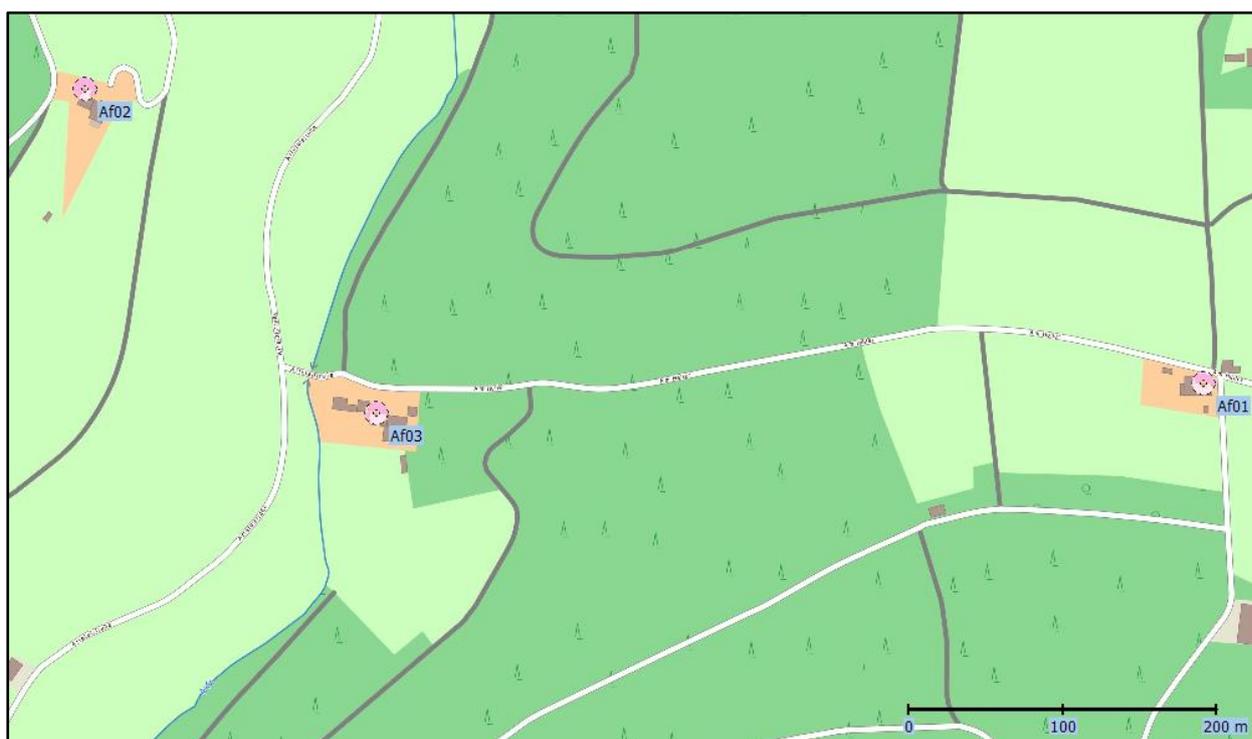


Abbildung 3: Lage der Immissionsorte Af01 bis Af03 (© Geoglis [8])



Abbildung 4: Lage des Immissionsortes Af04 (© Geoglis [8])

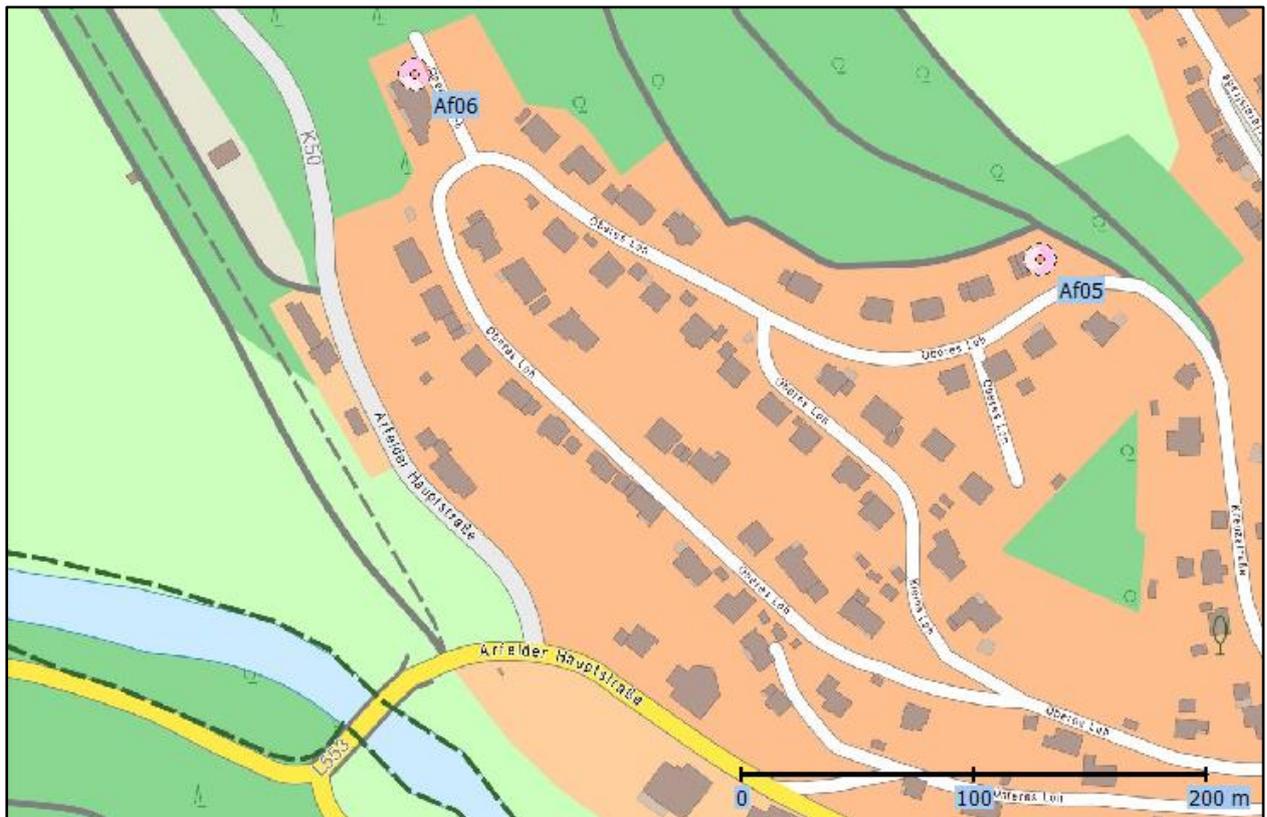


Abbildung 5: Lage der Immissionsorte Af05 und Af06 (© Geoglis [8])



Abbildung 6: Lage der Immissionsorte Bb01 und Bb02 (© Geoglis [8])



Abbildung 7: Lage der Immissionsorte Bb03a bis Bb03c (© Geoglis [8])



Abbildung 8: Lage der Immissionsorte Ch01 und Ch02 (© Geoglis [8])



Abbildung 9: Lage der Immissionsorte Ch03 und Ch04 (© Geoglis [8])



Abbildung 10: Lage des Immissionsortes Ch05 (© Geoglis [8])



Abbildung 11: Lage des Immissionsortes Lb01 (© Geoglis [8])



Abbildung 12: Lage des Immissionsortes Lb02 (© Geoglis [8])



Abbildung 13: Lage der Immissionsorte Sz01 und Sz02 (© Geoglis [8])

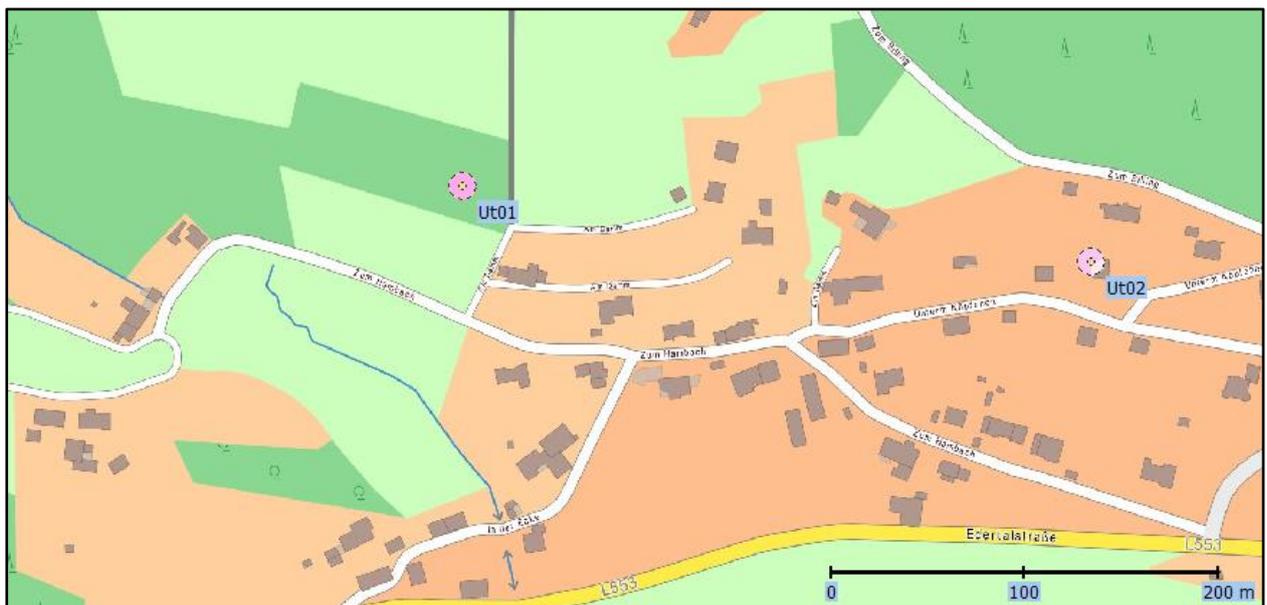


Abbildung 14: Lage der Immissionsorte Ut01 und Ut02 (© Geoglis [8])

2.2.3 Gemengelagen

Der Immissionsort Bb03a liegt laut Genehmigungsbescheid Eder Energy vom 15.07.2020 in einem Reinen Wohngebiet. Die mehrreihige Baureihe grenzt nach Südwesten hin unmittelbar an den Außenbereich an (vgl. Abbildung). Nach Ziffer 6.7 TA Lärm [3] können bei einer vorliegenden Gemengelage die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionsrichtwerte auf einen geeigneten Zwischenwert angehoben werden. Gleiches wurde in Gerichtsurteilen hierzu

[9] [10] bestätigt. Die Immissionsrichtwerte für Kern-, Dorf- und Mischgebiete sollen dabei nicht überschritten werden. Für den Immissionsort Bb03a wird entsprechend ein nächtlicher Immissionsrichtwert von 40 dB(A) zugrunde gelegt. Für die hinter der ersten Baureihe des reinen Wohngebiets gelegenen Häuser ist nach Urteilen des OVG Münster [11] [12] eine Erhöhung des Richtwerts um bis zu 3 dB(A) angemessen. Für den Immissionsort Bb03b in der zweiten Baureihe wird entsprechend ein nächtlicher Immissionsrichtwert von 37 dB(A) zugrunde gelegt. Im Kerngebiet (IO Bb03c, keine Gemengelage) wird ein Richtwert von 35 dB(A) festgesetzt.

2.3 Potenzielle Schallreflexionen und Abschirmungseffekte

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

Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass sich der Schalldruckpegel an einem Aufpunkt durch eine vollständige Reflexion an einer Gebäudefläche maximal verdoppeln kann (+3 dB(A)) [13]. Ausgehend von einem üblichen Reflexionsverlust von 1 dB(A) an Gebäuden sind daher Reflexionen, wenn überhaupt, nur an Aufpunkten relevant, an denen ein Beurteilungspegel von weniger als 2,5 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert berechnet wurde.

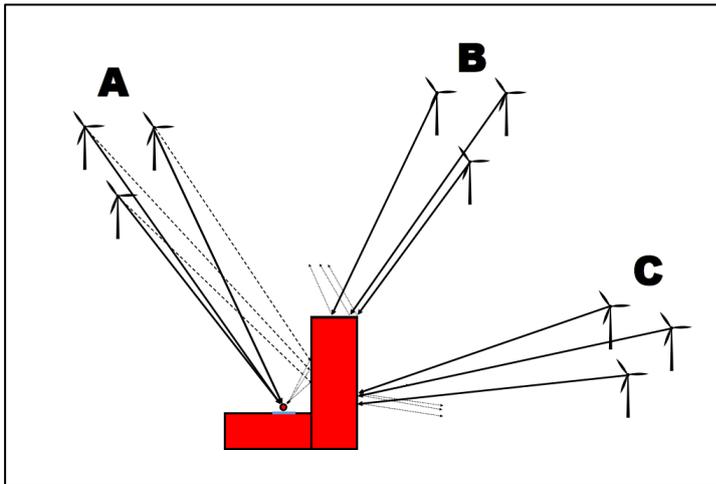


Abbildung 15: Lagekonstellation (Beispiel) – Reflexion von A, Abschirmung von B und C

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

2.4 Vorbelastungen

2.4.1 Gewerbliche Vorbelastungen

Im Vorfeld der Ortsbesichtigung wurde das Planungsgebiet anhand von Kartenmaterial auf potenzielle gewerbliche Vorbelastungsquellen untersucht. Während der Ortsbesichtigung am 26.02.2021 wurden diese ggfs. auf relevante Geräuschemissionen geprüft. Zudem wurde an den definierten Immissionsorten auf Geräusche einer potentiellen Vorbelastung geachtet.

Es wurden keine relevanten gewerblichen Vorbelastungen ermittelt.

2.4.2 Vorbelastungen durch Windenergieanlagen

Nach Angaben des Auftraggebers besteht eine zu berücksichtigende Vorbelastung durch Windenergieanlagen am Standort. Detaillierte Angaben zu den Kenndaten der Anlagen befinden sich in Kapitel 3 sowie im Anhang. Die Anlagen wurden anhand ihrer technischen Daten sowie ihren Schalleistungspegeln in die Berechnungssoftware implementiert und der Beurteilungspegel der Vorbelastung an den maßgeblichen Immissionsorten berechnet.

3 Kenndaten Windenergieanlagen

3.1 Allgemeine Angaben

Am Standort Bad Berleburg-Ohrenbach sind acht Windenergieanlagen des Typs Vestas V162 geplant. Weiterhin existieren bereits vier WEA in der Umgebung bzw. befinden sich in einem fortgeschrittenen Planungsstadium, die als Vorbelastung zu berücksichtigen sind.

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

WEA	Ost	Nord	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Nabenhöhe [m]	L ₀ [dB(A)]
EW_02	459.717	5.654.401	VESTAS	V162-5.6/6.0	6.000	169	106,4
EW_03	459.545	5.653.884	VESTAS	V162-5.6/6.0	6.000	169	106,4
EW_04_1	460.240	5.653.720	VESTAS	V162-5.6/6.0	6.000	169	106,4
EW_05_2	459.443	5.653.472	VESTAS	V162-5.6/6.0	6.000	169	106,4
EW_06	459.957	5.653.340	VESTAS	V162-5.6/6.0	6.000	169	106,4
EW_07	461.467	5.655.068	VESTAS	V162-5.6/6.0	6.000	169	106,4
EW_08_1	461.782	5.654.690	VESTAS	V162-5.6/6.0	6.000	169	106,4
EW_09_1	461.630	5.653.993	VESTAS	V162-5.6/6.0	6.000	169	106,4
ED_01	460.004	5.654.129	VESTAS	V126-3.6	3.600	137	107,0
ED_02	460.259	5.654.348	VESTAS	V126-3.6	3.600	137	107,0
ED_03	460.826	5.654.823	VESTAS	V126-3.6	3.600	137	107,0
ED_04	460.865	5.654.580	VESTAS	V126-3.6	3.600	137	107,0

3.2 Schalleistungspegel

Für die Immissionsprognose wurden in der Berechnung die Schalleistungspegel unter Berücksichtigung der oberen Vertrauensbereichsgrenze L₀ der verschiedenen WEA angesetzt. Die Angaben zum Schalleistungspegel L_{WA} beziehen sich auf den lautesten, mittleren Schalleistungspegel des WEA-Typs im jeweiligen Betriebsmodus. Der Zuschlag ΔL_0 zum oberen Vertrauensbereich wurde, soweit keine anderen Angaben aus den Genehmigungsunterlagen vorlagen, nach den Hinweisen der LAI [5] berechnet (s.u.). Die Emissionen der einzelnen Schallquellen aller WEA überlagern sich an den Immissionsorten (vgl. Kapitel 2.2) zu einem resultierenden Schalldruckpegel bzw. Beurteilungspegel L_r der nach TA Lärm [3] zu bewerten ist.

Die Qualität der Prognose wird nach den Hinweisen der LAI [5] wahrscheinlichkeitstheoretisch aus den Unsicherheiten für die Serienstreuung σ_P , die Typvermessung σ_R und die Prognoseunsicherheit σ_{Prog} ermittelt.

Der emissionsseitige Zuschlag ΔL_O für das 90%-Vertrauensintervall wird in der Berechnung der Schallimmissionsprognose auf den Schallleistungspegel L_{WA} der WEA aufgeschlagen:

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

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

Da bei einer Abnahmemessung die Unsicherheit des Prognosemodells keine Berücksichtigung findet, empfehlen die LAI-Hinweise [5] die Festschreibung des Emissionspegels der WEA in der Genehmigung mit Beaufschlagung nur der WEA-seitigen Unsicherheiten für Serienstreuung und Messunsicherheit:

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

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

3.2.1 Vorbelastung

Für die bestehenden Anlagen (Vorbelastung) mit bekannten Genehmigungspegeln wurden die Oktavspektren aus dem Genehmigungsbescheid entnommen und mit entsprechenden Zuschlägen für den oberen Vertrauensbereich (ΔL_O) versehen. Die jeweiligen Auszüge aus dem Genehmigungsbescheid sind als Kopien in der Anlage dieses Gutachtens beigelegt.

Tabelle 5: WEA-Schallwerte Vorbelastung ED_01 bis ED_04

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung		Betriebsmodus		NH		
	ED_01-ED_04		V126-3.6MW		PO1 3.6MW		alle		
Quelle Schallpegel	Quelle				Schallpegel $L_{\text{genehmigt}}$ [dB(A)]				
	Auftraggeber (Genehmigungsbescheid Eder Energy vom 15.07.2020)				107,0				
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}
$L_{WA \text{ Okt}}$ [dB(A)]	84,1	91,0	97,3	99,7	100,0	95,9	88,9	82,0	104,9
$L_{e,\text{max Okt}}$ [dB(A)]	85,8	92,7	99,0	101,4	101,7	97,6	90,6	83,7	106,6
$L_o \text{ Okt}$ [dB(A)]	86,2	93,1	99,4	101,8	102,1	98,0	91,0	84,1	107,0

3.2.2 Zusatzbelastung

Für die geplanten Anlagen (Zusatzbelastung) des Typs Vestas V162 im Mode PO 6 MW mit schallmindernden Flügelementen („STE“) existiert keine schalltechnische Vermessung nach FGW-Richtlinie [14] welche die Herstellerangaben bestätigen. Es wurde das Oktavspektrum aus der Herstellerangabe verwendet (siehe Anhang) und mit entsprechenden Zuschlägen für den oberen Vertrauensbereich (ΔL_o , siehe oben) versehen. Ein Auszug aus der Herstellerangabe ist der Anlage dieses Gutachtens beigelegt. Ein Schall-Messbericht wird nach Vermessung des WEA Typs veröffentlicht. Es wird davon ausgegangen, dass bis zu Inbetriebnahme mindestens eine Vermessung vorliegt, die den verwendeten Schalleistungspegel der Anlage bestätigt. Eine

Tabelle 6: WEA-Schallwerte Zusatzbelastung Tag- und Nachtbetrieb

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung		Betriebsmodus		NH		
	EW_02-EW_09_1		V162-5.6		PO 6.0MW		alle		
Quelle Oktavspektrum	Berichtsnummer			Datum		Typ			
	0079-9518.V07			09.02.2021		Herstellerangabe			
Unsicherheiten	σ_R [dB(A)]		σ_P [dB(A)]		σ_{Prog} [dB(A)]		ΔL_o [dB(A)]		
	0,5		1,2		1,0		2,1		
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	ΣL_{gesamt}
$L_{WA \text{ Okt}}$ [dB(A)]	85,6	93,1	97,7	99,4	98,3	94,2	87,3	77,5	104,3
$L_{e,\text{max Okt}}$ [dB(A)]	87,3	94,8	99,4	101,1	100,0	95,9	89,0	79,2	106,0
$L_o \text{ Okt}$ [dB(A)]	87,7	95,2	99,8	101,5	100,4	96,3	89,4	79,6	106,4

Hinweis: Das Oktavspektrum einer möglichen Abnahmemessung kann von dem der Prognose zugrundeliegenden Spektrum im Allgemeinen abweichen. Entscheidend im Falle der Abweichung ist der Nachweis auf Nichtüberschreitung der Immissionsrichtwerte bzw. der Teilimmissionspegel durch eine der Abnahmemessung folgende Ausbreitungsrechnung entsprechend dem Interimsverfahren mit dem gemessenen Oktavspektrum bzw. dem Schallleistungspegel auf Basis von $L_{e,max}$ (siehe oben sowie Kapitel 4.2).³

³ Dabei ist bei der Abnahmemessung nach LAI-Hinweisen (5.2) die Messunsicherheit, nicht jedoch die Unsicherheit des Prognosemodells zu berücksichtigen [5]. In der Rechtsprechung [17] und laut LANUV NRW, zugestimmt durch den AK *LAI-Hinweise* des FGW, soll auch die Messunsicherheit nicht berücksichtigt werden, da sie bereits im genehmigten Pegel zu Lasten des Betreibers enthalten ist [18], [19].

4 Ergebnisse der Immissionsberechnungen

4.1 Beurteilungspegel an den Immissionsorten

Die basierend auf den in den vorigen Kapiteln genannten Kenn- und Eingangsdaten ermittelten Beurteilungspegel nach dem oberen Vertrauensbereich sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Tabelle 7: Immissionspegel (L_r) der Vor-, Zusatz und Gesamtbelastung

IO	Bezeichnung	L_r Vorbela- stung [dB(A)]	L_r Zusatzbela- stung [dB(A)]	L_r Gesamtbe- lastung [dB(A)]
Af01	Arfeld, Am Heller 1	35,6	41,4	42,4
Af02	Arfeld, Arfetalstraße 43	40,5	44,9	46,2
Af03	Arfeld, Arfetalstraße 56	37,5	40,9	42,5
Af04	Arfeld, Arfetalstraße 39	32,8	41,6	42,2
Af05	Arfeld, Oberes Loh 49	26,3	32,4	33,4
Af06	Arfeld, Oberes Loh 21	26,3	32,0	33,0
Bb01	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	35,2	38,1	39,9
Bb02	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	35,2	39,3	40,7
Bb03a	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 59 WR 1. BR	28,8	32,2	33,8
Bb03b	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 50 WR 2. BR	28,4	31,6	33,3
Bb03c	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 36 WR 3. BR	27,8	30,6	32,4
Ch01	Christianseck, Brücher 1	39,2	42,2	43,9
Ch02	Christianseck, Brücher 2	39,2	42,5	44,2
Ch03	Christianseck, Hainhof 2	33,9	44,8	45,1
Ch04	Christianseck, Hainhof 1	33,5	43,7	44,1
Ch05	Christianseck, Haingraben 3	34,2	43,3	43,8
Lb01	Laubroth, Blumenstraße 18a	28,4	37,3	37,9
Lb02	Laubroth, Zum Ederblick 4	31,3	41,7	42,1
Sz01	Schwarzenau, Auf dem Heller 2	33,3	41,3	42,0
Sz02	Schwarzenau, Auf dem Heller 1	33,5	41,0	41,7
Ut01	Unteres Hüttental, geplante W-Fläche	28,1	32,9	34,2
Ut02	Unteres Hüttental, Unterm Köpfchen 6	26,2	31,2	32,4

Tabelle 8: Beurteilungspegel (L_r) Gesamtbelastung durch zwölf WEA

IO	Bezeichnung	IRW nacht [dB(A)]	L_r gerundet [dB(A)]	Differenz $L_r - IRW$ [dB(A)] ^{*)}
Af01	Arfeld, Am Heller 1	45	42	-3
Af02	Arfeld, Arfetalstraße 43	45	46	1
Af03	Arfeld, Arfetalstraße 56	45	43	-2
Af04	Arfeld, Arfetalstraße 39	45	42	-3
Af05	Arfeld, Oberes Loh 49	40	33	-7
Af06	Arfeld, Oberes Loh 21	40	33	-7
Bb01	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	45	40	-5
Bb02	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	45	41	-4
Bb03a	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 59 WR 1. BR	40	34	-6
Bb03b	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 50 WR 2. BR	37	33	-4
Bb03c	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 36 WR 3. BR	35	32	-3
Ch01	Christianseck, Brücher 1	45	44	-1
Ch02	Christianseck, Brücher 2	45	44	-1
Ch03	Christianseck, Hainhof 2	45	45	0
Ch04	Christianseck, Hainhof 1	45	44	-1
Ch05	Christianseck, Haingraben 3	45	44	-1
Lb01	Laubroth, Blumenstraße 18a	40	38	-2
Lb02	Laubroth, Zum Ederblick 4	45	42	-3
Sz01	Schwarzenau, Auf dem Heller 2	45	42	-3
Sz02	Schwarzenau, Auf dem Heller 1	45	42	-3
Ut01	Unteres Hüttental, geplante W-Fläche	40	34	-6
Ut02	Unteres Hüttental, Unterm Köpfchen 6	40	32	-8

*) Es wurden die Rundungsregeln gemäß Nr. 4.5.1 DIN 1333 [15] angewendet.

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

4.2 Vergleichswerte für Abnahme- / Überwachungsmessungen

Nach LAI-Hinweisen Nr. 5.2 [5] (ausführlich z: Bsp. in Agatz [16]) erfolgt die Kontrolle des genehmigungskonformen Betriebes über den Abgleich der Abnahme- / Überwachungsmessung (Immissionsmessung) mit den sogenannten Vergleichswerten (Teilimmissionspegel jeder WEA an jedem IO auf Basis von $L_{e,max}$). Diese können dem Anhang entnommen werden (Berechnung Zusatzbelastung mit $L_{e,max}$, Detaillierte Ergebnisse).

4.3 Bewertung der Ergebnisse

Die Nacht-Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [3] werden unter Berücksichtigung des oberen Vertrauensbereichs an den Immissionsorten Af01, Af03, Af04, Af05, Af06, Bb01, Bb02, Bb03a, Bb03b, Bb03c, Ch01, Ch02, Ch03, Ch04, Ch05, Lb01, Lb02, Sz01, Sz02, Ut01, Ut02 eingehalten. Von einer schädlichen Umwelteinwirkung bzw. einer erheblichen Belästigung i. S. d. BImSchG [1] ist demnach an diesen IO nicht auszugehen.

Am Immissionsort Af02 wird der nächtliche Immissionsrichtwert um 1 dB(A) überschritten. Nach dem Irrelevanzkriterium in Ziffer 3.2.1 Absatz 3 TA Lärm [3] ist eine Überschreitung um bis zu 1 dB(A) aufgrund der bestehenden Vorbelastung nicht als erhebliche Umwelteinwirkung i. S. d. Schutzzwecks des BImSchG [1] anzusehen.

Da die berechneten Beurteilungspegel auf noch nicht nach FGW-Richtlinie [14] vermessenen Schalleistungspegeln für die WEA Vestas V162 im Mode PO 6MW von $L_{WA} = 104,3$ dB(A) basieren, sollten diese Werte durch eine Typen-Vermessung bestätigt werden. Im Falle einer Abnahmemessung (Emissionsmessung) darf dabei - unter Berücksichtigung der Messunsicherheit - der $L_{e,max}$ wie in 3.2.2 beschrieben nicht überschritten werden.

Die detaillierten, auf Grundlage der in Kapitel 1 beschriebenen Daten erzielten Ergebnisse für den Standort Bad Berleburg-Ohrenbach sind in Kapitel 4 wiedergegeben. Änderungen an den Positionen der Anlagen, dem Anlagentyp, den im Schallvermessungsbericht des Anlagentyps genannten Anlagenspezifikationen oder sonstigen relevanten Einflussfaktoren für die Schallberechnung erfordern ein neues Gutachten.

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

5 Literaturverzeichnis

- [1] BImSchG, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. Juli.*
- [2] Norm, „DIN EN ISO/IEC 17025:2005-08, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien,“ 2005.
- [3] TA_Lärm, *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)*, (GMBI S. 503), 1998.
- [4] Norm, *DIN ISO 9613-2:1999-10, Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren.*
- [5] 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,.*
- [6] EMD, *EMD International A/S, windPRO 3.3 (jeweils aktuellste Version).*
- [7] MagicMaps, *Tour Explorer DE 8 - amtliche topografische Karten im Maßstab 1:50.000 - Export, MTS Maschinentechnik Schrode AG | Gerhard-Kindler-Straße 8 | 72770 Reutlingen: Quelle der Karten: amtliche Vermessungsämter, 12.06.2018.*
- [8] geoGLIS_oHG, *onmaps GEOBasis-DE / BKG / NRW, 2018.*
- [9] Urteil, *OVG Münster, 7 B 1339/99, 4.11.1999.*
- [10] Urteil, *VGH Kassel 6 B 2668/09, 30.10.2009.*
- [11] Urteil, *OVG Münster 8 A 2016/11, 29.01.2013.*
- [12] Urteil, *OVG Münster 8 B 736/17, Münster, 15.03.2018.*
- [13] Hoffmann/von_Lüpke, *0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel - Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung des Lärms,., Erich Schmidt Verlag, 1993.*
- [14] FGW_e.V., *Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien, Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 18 Hrsg.*
- [15] Norm, *DIN 1333:1992-02, Zahlenangaben.*
- [16] Monika Agatz, *Windenergie Handbuch - 16. Auflage, Gelsenkirchen, Dezember 2019.*
- [17] Urteil, *BVerwG 4 C 2.07, 2007.*

[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) Überarbeitet Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 Stand 30.06.2016 – Stellungnahme des FGW e. V., Berlin, 27. März 2018.

6 Anhang

Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen

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

Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen

- Herstellerangabe zum Schalleistungspegel mit zugehörigem Oktavspektrum des WEA-Typs Vestas V162
- Auszug aus dem Genehmigungsbescheid mit Oktavbändern der Vorbelastungs-WEA des Typs Vestas V126-3.6MW

Teil III: Akkreditierung und Theoretische Grundlagen

- Akkreditierungsurkunde
- Theoretische Grundlagen

Anhang Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen

Projekt:
 21-1-3007-002
 Krug Energie GmbH & Co. KG
 Dorfstraße 53
 35117 Münchhausen

Beschreibung:
 Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach, Stadt
 Bad Berleburg, Kreis Siegen-Wittgenstein,
 Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel
 -
 Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
 Berechnet:
 27.10.2021 15:27/3.5.552



DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: Schall Gesamtbelastung Alt. Verfahren opt.



0 250 500 750 1000m

Karte: Bitmap-Karte: tk50.tif , Maßstab 1:25.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 460.613 Nord: 5.654.204

▲ Neue WEA
 ★ Existierende WEA
 ■ Schall-Immissionsort

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

Projekt:
21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:
Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
27.10.2021 12:08/3.5.552



DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Schall Vorbelastung Alt. Verfahren opt.
ISO 9613-2 Deutschland

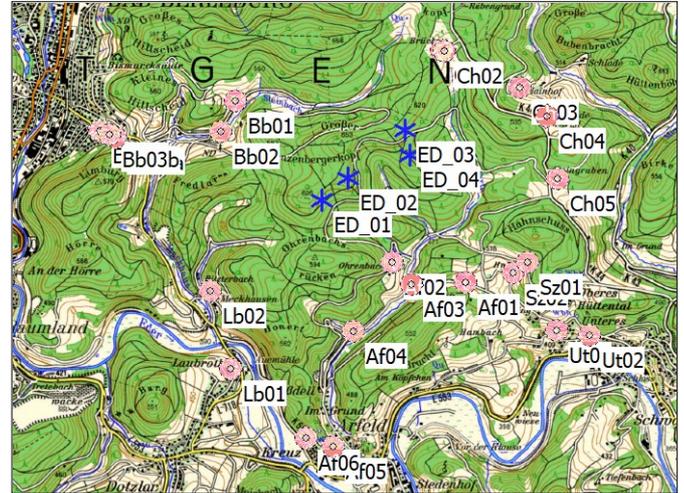
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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

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

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

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



Maßstab 1: 75.000
* Existierende WEA ■ Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]
					Ak-tuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name		
ED_01	460.004	5.654.129	596,7	VESTAS V126-3.6 ...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER	Hersteller Mode PO1: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
ED_02	460.259	5.654.348	620,0	VESTAS V126-3.6 ...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER	Hersteller Mode PO1: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
ED_03	460.826	5.654.823	606,9	VESTAS V126-3.6 ...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER	Hersteller Mode PO1: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
ED_04	460.865	5.654.580	596,2	VESTAS V126-3.6 ...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER	Hersteller Mode PO1: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung		Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]
						Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel	
Af01	Arfeld, Am Heller 1	461.422	5.653.313	502,5	5,0	45,0	35,6	
Af02	Arfeld, Arfetalstraße 43	460.699	5.653.510	495,1	5,0	45,0	40,5	
Af03	Arfeld, Arfetalstraße 56	460.886	5.653.297	457,4	5,0	45,0	37,5	
Af04	Arfeld, Arfetalstraße 39	460.318	5.652.826	440,0	5,0	45,0	32,8	
Af05	Arfeld, Oberes Loh 49	460.121	5.651.689	430,0	5,0	40,0	26,3	
Af06	Arfeld, Oberes Loh 21	459.852	5.651.771	415,8	5,0	40,0	26,3	
Bb01	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	459.157	5.655.113	506,9	5,0	45,0	35,2	
Bb02	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	459.013	5.654.803	480,0	5,0	45,0	35,2	
Bb03a	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 59 WR 1. BR	457.976	5.654.751	482,9	5,0	40,0	28,8	
Bb03b	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 50 WR 2. BR	457.922	5.654.776	475,5	5,0	37,0	28,4	
Bb03c	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 36 WR 3. BR	457.827	5.654.812	463,2	5,0	35,0	27,8	
Ch01	Christianseck, Brücher 1	461.179	5.655.619	619,1	5,0	45,0	39,2	
Ch02	Christianseck, Brücher 2	461.207	5.655.606	616,0	5,0	45,0	39,2	
Ch03	Christianseck, Hainhof 2	461.951	5.655.245	556,6	5,0	45,0	33,9	
Ch04	Christianseck, Hainhof 1	462.220	5.654.962	579,7	5,0	45,0	33,5	
Ch05	Christianseck, Haingraben 3	462.320	5.654.344	565,2	5,0	45,0	34,2	
Lb01	Laubroth, Blumenstraße 18a	459.112	5.652.460	418,7	5,0	40,0	28,4	
Lb02	Laubroth, Zum Ederblick 4	458.910	5.653.228	419,9	5,0	45,0	31,3	
Sz01	Schwarzenau, Auf dem Heller 2	462.033	5.653.515	514,7	5,0	45,0	33,3	
Sz02	Schwarzenau, Auf dem Heller 1	461.891	5.653.409	485,1	5,0	45,0	33,5	
Ut01	Unteres Hüttental, geplante W-Fläche	462.318	5.652.835	414,8	5,0	40,0	28,1	
Ut02	Unteres Hüttental, Unterm Köpfchen 6	462.642	5.652.793	399,5	5,0	40,0	26,2	

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

-

Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 12:08/3.5.552



DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Schall Vorbelastung Alt. Verfahren opt.
Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA			
	ED_01	ED_02	ED_03	ED_04
Af01	1636	1557	1624	1384
Af02	930	946	1319	1083
Af03	1212	1223	1527	1283
Af04	1341	1524	2061	1838
Af05	2443	2663	3212	2985
Af06	2363	2609	3204	2986
Bb01	1299	1342	1694	1789
Bb02	1199	1327	1814	1866
Bb03a	2121	2318	2851	2894
Bb03b	2180	2376	2905	2950
Bb03c	2282	2476	2999	3047
Ch01	1897	1569	871	1085
Ch02	1905	1575	871	1082
Ch03	2244	1915	1201	1273
Ch04	2367	2055	1401	1408
Ch05	2326	2061	1569	1474
Lb01	1893	2209	2919	2751
Lb02	1417	1753	2493	2377
Sz01	2120	1960	1780	1581
Sz02	2020	1883	1770	1557
Ut01	2651	2555	2485	2271
Ut02	2957	2846	2724	2520

Projekt:
21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:
Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

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



-
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
27.10.2021 12:08/3.5.552

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Schall Zusatzbelastung Alt. Verfahren opt.
ISO 9613-2 Deutschland

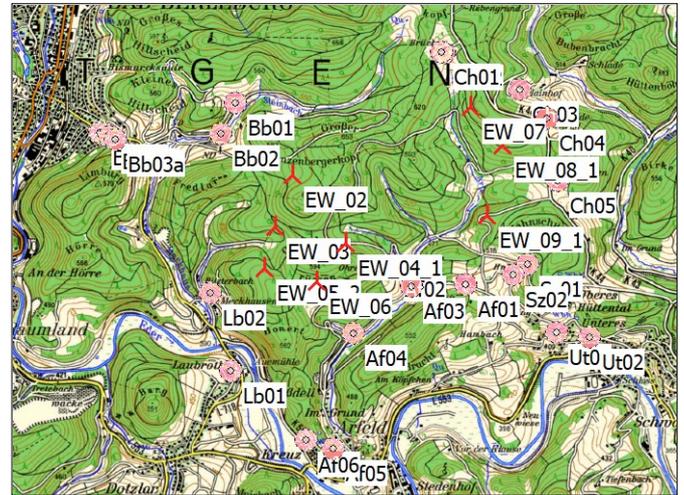
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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

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

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

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



Maßstab 1: 75.000
▲ Neue WEA
■ Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]
					Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name		
EW_02	459.717	5.654.401	578,3	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4
EW_03	459.545	5.653.884	531,1	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4
EW_04_1	460.240	5.653.720	551,7	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4
EW_05_2	459.443	5.653.472	549,5	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4
EW_06	459.957	5.653.340	558,3	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4
EW_07	461.467	5.655.068	613,1	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4
EW_08_1	461.782	5.654.690	598,3	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4
EW_09_1	461.630	5.653.993	549,7	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung		Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	
Af01	Arfeld, Am Heller 1	461.422	5.653.313	502,5	5,0	45,0	41,4	
Af02	Arfeld, Arfetalstraße 43	460.699	5.653.510	495,1	5,0	45,0	44,9	
Af03	Arfeld, Arfetalstraße 56	460.886	5.653.297	457,4	5,0	45,0	40,9	
Af04	Arfeld, Arfetalstraße 39	460.318	5.652.826	440,0	5,0	45,0	41,6	
Af05	Arfeld, Oberes Loh 49	460.121	5.651.689	430,0	5,0	40,0	32,4	
Af06	Arfeld, Oberes Loh 21	459.852	5.651.771	415,8	5,0	40,0	32,0	
Bb01	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	459.157	5.655.113	506,9	5,0	45,0	38,1	
Bb02	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	459.013	5.654.803	480,0	5,0	45,0	39,3	
Bb03a	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 59 WR 1. BR	457.976	5.654.751	482,9	5,0	40,0	32,2	
Bb03b	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 50 WR 2. BR	457.922	5.654.776	475,5	5,0	37,0	31,6	
Bb03c	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 36 WR 3. BR	457.827	5.654.812	463,2	5,0	35,0	30,6	
Ch01	Christianseck, Brücher 1	461.179	5.655.619	619,1	5,0	45,0	42,2	
Ch02	Christianseck, Brücher 2	461.207	5.655.606	616,0	5,0	45,0	42,5	
Ch03	Christianseck, Hainhof 2	461.951	5.655.245	556,6	5,0	45,0	44,8	
Ch04	Christianseck, Hainhof 1	462.220	5.654.962	579,7	5,0	45,0	43,7	
Ch05	Christianseck, Haingraben 3	462.320	5.654.344	565,2	5,0	45,0	43,3	
Lb01	Laubroth, Blumenstraße 18a	459.112	5.652.460	418,7	5,0	40,0	37,3	
Lb02	Laubroth, Zum Ederblick 4	458.910	5.653.228	419,9	5,0	45,0	41,7	
Sz01	Schwarzenau, Auf dem Heller 2	462.033	5.653.515	514,7	5,0	45,0	41,3	
Sz02	Schwarzenau, Auf dem Heller 1	461.891	5.653.409	485,1	5,0	45,0	41,0	
Ut01	Unteres Hüttental, geplante W-Fläche	462.318	5.652.835	414,8	5,0	40,0	32,9	
Ut02	Unteres Hüttental, Unterm Köpchen 6	462.642	5.652.793	399,5	5,0	40,0	31,2	

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

-

Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 12:08/3.5.552



DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Schall Zusatzbelastung Alt. Verfahren opt.
Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA							
	EW_02	EW_03	EW_04_1	EW_05_2	EW_06	EW_07	EW_08_1	EW_09_1
Af01	2023	1962	1251	1986	1466	1756	1424	711
Af02	1326	1213	505	1256	761	1737	1602	1049
Af03	1608	1464	772	1453	930	1864	1656	1019
Af04	1686	1310	898	1088	628	2520	2371	1757
Af05	2742	2270	2035	1908	1659	3637	3430	2754
Af06	2634	2135	1987	1750	1573	3671	3499	2846
Bb01	906	1289	1765	1666	1945	2310	2659	2715
Bb02	811	1062	1637	1399	1741	2469	2772	2740
Bb03a	1776	1793	2488	1946	2432	3505	3806	3732
Bb03b	1834	1852	2547	2003	2491	3557	3861	3790
Bb03c	1934	1952	2648	2099	2589	3649	3957	3890
Ch01	1903	2383	2118	2761	2586	622	1108	1688
Ch02	1916	2393	2120	2769	2588	598	1082	1668
Ch03	2388	2764	2292	3071	2757	515	580	1292
Ch04	2565	2884	2337	3151	2784	760	515	1134
Ch05	2604	2813	2172	3006	2568	1119	640	774
Lb01	2033	1489	1691	1065	1220	3514	3479	2948
Lb02	1424	913	1418	586	1053	3150	3223	2825
Sz01	2480	2515	1805	2590	2083	1653	1202	626
Sz02	2390	2394	1680	2449	1935	1712	1285	640
Ut01	3036	2965	2258	2944	2414	2390	1931	1347
Ut02	3338	3284	2575	3271	2740	2561	2083	1570

Projekt:
21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:
Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
27.10.2021 15:27/3.5.552

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Schall Gesamtbelastung Alt. Verfahren opt.
ISO 9613-2 Deutschland

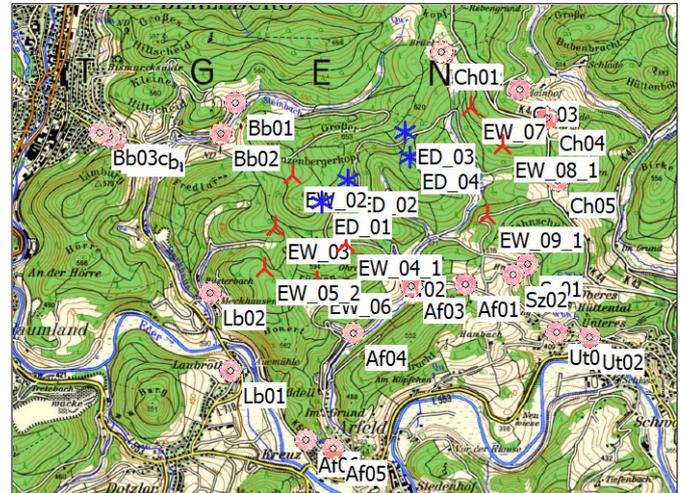
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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

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

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

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



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

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]
					Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name		
ED_01	460.004	5.654.129	596,7	VESTAS V126-3.6...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER	Hersteller Mode PO1: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
ED_02	460.259	5.654.348	620,0	VESTAS V126-3.6...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER	Hersteller Mode PO1: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
ED_03	460.826	5.654.823	606,9	VESTAS V126-3.6...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER	Hersteller Mode PO1: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
ED_04	460.865	5.654.580	596,2	VESTAS V126-3.6...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER	Hersteller Mode PO1: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	107,0
EW_02	459.717	5.654.401	578,3	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4
EW_03	459.545	5.653.884	531,1	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4
EW_04_1	460.240	5.653.720	551,7	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4
EW_05_2	459.443	5.653.472	549,5	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4
EW_06	459.957	5.653.340	558,3	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4
EW_07	461.467	5.655.068	613,1	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4
EW_08_1	461.782	5.654.690	598,3	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4
EW_09_1	461.630	5.653.993	549,7	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	106,4

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Nr.	Name	Ost	Nord	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung		Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	
Af01	Arfeld, Am Heller 1	461.422	5.653.313	502,5	5,0	45,0	42,4	
Af02	Arfeld, Arfetalstraße 43	460.699	5.653.510	495,1	5,0	45,0	46,2	
Af03	Arfeld, Arfetalstraße 56	460.886	5.653.297	457,4	5,0	45,0	42,5	
Af04	Arfeld, Arfetalstraße 39	460.318	5.652.826	440,0	5,0	45,0	42,2	
Af05	Arfeld, Oberes Loh 49	460.121	5.651.689	430,0	5,0	40,0	33,4	
Af06	Arfeld, Oberes Loh 21	459.852	5.651.771	415,8	5,0	40,0	33,0	
Bb01	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	459.157	5.655.113	506,9	5,0	45,0	39,9	
Bb02	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	459.013	5.654.803	480,0	5,0	45,0	40,7	
Bb03a	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 59 WR 1. BR	457.976	5.654.751	482,9	5,0	40,0	33,8	
Bb03b	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 50 WR 2. BR	457.922	5.654.776	475,5	5,0	37,0	33,3	
Bb03c	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 36 WR 3. BR	457.827	5.654.812	463,2	5,0	35,0	32,4	
Ch01	Christianseck, Brücher 1	461.179	5.655.619	619,1	5,0	45,0	43,9	
Ch02	Christianseck, Brücher 2	461.207	5.655.606	616,0	5,0	45,0	44,2	
Ch03	Christianseck, Hainhof 2	461.951	5.655.245	556,6	5,0	45,0	45,1	
Ch04	Christianseck, Hainhof 1	462.220	5.654.962	579,7	5,0	45,0	44,1	
Ch05	Christianseck, Haingraben 3	462.320	5.654.344	565,2	5,0	45,0	43,8	
Lb01	Laubroth, Blumenstraße 18a	459.112	5.652.460	418,7	5,0	40,0	37,9	
Lb02	Laubroth, Zum Ederblick 4	458.910	5.653.228	419,9	5,0	45,0	42,1	
Sz01	Schwarzenau, Auf dem Heller 2	462.033	5.653.515	514,7	5,0	45,0	42,0	
Sz02	Schwarzenau, Auf dem Heller 1	461.891	5.653.409	485,1	5,0	45,0	41,7	
Ut01	Unteres Hüttental, geplante W-Fläche	462.318	5.652.835	414,8	5,0	40,0	34,2	
Ut02	Unteres Hüttental, Unterm Köpfchen 6	462.642	5.652.793	399,5	5,0	40,0	32,4	

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

-

Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 15:27/3.5.552



DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Schall Gesamtbelastung Alt. Verfahren opt.
Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA											
	ED_01	ED_02	ED_03	ED_04	EW_02	EW_03	EW_04_1	EW_05_2	EW_06	EW_07	EW_08_1	EW_09_1
Af01	1636	1557	1624	1384	2023	1962	1251	1986	1466	1756	1424	711
Af02	930	946	1319	1083	1326	1213	505	1256	761	1737	1602	1049
Af03	1212	1223	1527	1283	1608	1464	772	1453	930	1864	1656	1019
Af04	1341	1524	2061	1838	1686	1310	898	1088	628	2520	2371	1757
Af05	2443	2663	3212	2985	2742	2270	2035	1908	1659	3637	3430	2754
Af06	2363	2609	3204	2986	2634	2135	1987	1750	1573	3671	3499	2846
Bb01	1299	1342	1694	1789	906	1289	1765	1666	1945	2310	2659	2715
Bb02	1199	1327	1814	1866	811	1062	1637	1399	1741	2469	2772	2740
Bb03a	2121	2318	2851	2894	1776	1793	2488	1946	2432	3505	3806	3732
Bb03b	2180	2376	2905	2950	1834	1852	2547	2003	2491	3557	3861	3790
Bb03c	2282	2476	2999	3047	1934	1952	2648	2099	2589	3649	3957	3890
Ch01	1897	1569	871	1085	1903	2383	2118	2761	2586	622	1108	1688
Ch02	1905	1575	871	1082	1916	2393	2120	2769	2588	598	1082	1668
Ch03	2244	1915	1201	1273	2388	2764	2292	3071	2757	515	580	1292
Ch04	2367	2055	1401	1408	2565	2884	2337	3151	2784	760	515	1134
Ch05	2326	2061	1569	1474	2604	2813	2172	3006	2568	1119	640	774
Lb01	1893	2209	2919	2751	2033	1489	1691	1065	1220	3514	3479	2948
Lb02	1417	1753	2493	2377	1424	913	1418	586	1053	3150	3223	2825
Sz01	2120	1960	1780	1581	2480	2515	1805	2590	2083	1653	1202	626
Sz02	2020	1883	1770	1557	2390	2394	1680	2449	1935	1712	1285	640
Ut01	2651	2555	2485	2271	3036	2965	2258	2944	2414	2390	1931	1347
Ut02	2957	2846	2724	2520	3338	3284	2575	3271	2740	2561	2083	1570

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

-
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 15:27/3.5.552



DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Schall Gesamtbelastung Alt. Verfahren opt.Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s
Annahmen

$$\text{Berechneter } L(DW) = LWA_{ref} + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet$$

(Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist $Dc = \text{Omega}$)

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

Berechnungsergebnisse

Schall-Immissionsort: Af01 Arfeld, Am Heller 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	1.636	1.652	109,7	Ja	29,01	107,0	3,01	75,36	3,14	2,52	0,00	0,00	81,02
ED_02	1.557	1.577	103,1	Ja	29,52	107,0	3,01	74,96	3,00	2,55	0,00	0,00	80,51
ED_03	1.624	1.641	87,0	Ja	28,63	107,0	3,01	75,30	3,12	2,98	0,00	0,00	81,40
ED_04	1.384	1.403	92,3	Ja	30,89	107,0	3,01	73,94	2,67	2,54	0,00	0,00	79,14
EW_02	2.023	2.037	95,8	Ja	25,18	106,4	3,01	77,18	3,87	3,19	0,00	0,00	84,24
EW_03	1.962	1.972	77,5	Ja	25,32	106,4	3,01	76,90	3,75	3,45	0,00	0,00	84,10
EW_04_1	1.251	1.269	108,8	Ja	32,10	106,4	3,01	73,07	2,41	1,84	0,00	0,00	77,32
EW_05_2	1.986	1.997	91,9	Ja	25,40	106,4	3,01	77,01	3,79	3,22	0,00	0,00	84,02
EW_06	1.466	1.482	113,5	Ja	30,02	106,4	3,01	74,42	2,82	2,17	0,00	0,00	79,40
EW_07	1.756	1.777	122,7	Ja	27,62	106,4	3,01	76,00	3,38	2,43	0,00	0,00	81,80
EW_08_1	1.424	1.447	111,7	Ja	30,31	106,4	3,01	74,21	2,75	2,14	0,00	0,00	79,10
EW_09_1	711	742	96,4	Ja	39,31	106,4	3,00	68,41	1,41	0,28	0,00	0,00	70,09
Summe					42,43								

Schall-Immissionsort: Af02 Arfeld, Arfetalstraße 43

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	930	960	83,3	Ja	35,76	107,0	3,00	70,64	1,82	1,79	0,00	0,00	74,26
ED_02	946	981	87,3	Ja	35,61	107,0	3,00	70,83	1,86	1,72	0,00	0,00	74,41
ED_03	1.319	1.342	81,3	Ja	31,21	107,0	3,01	73,55	2,55	2,71	0,00	0,00	78,81
ED_04	1.083	1.108	87,5	Ja	33,96	107,0	3,01	71,89	2,11	2,07	0,00	0,00	76,07
EW_02	1.326	1.349	71,1	Ja	30,27	106,4	3,01	73,60	2,56	2,99	0,00	0,00	79,15
EW_03	1.213	1.229	49,2	Nein	29,49	106,4	3,01	72,79	2,34	4,80	0,00	0,00	79,93
EW_04_1	505	551	76,8	Ja	42,53	106,4	2,98	65,82	1,05	0,00	0,00	0,00	66,87
EW_05_2	1.256	1.275	55,0	Ja	30,57	106,4	3,01	73,11	2,42	3,31	0,00	0,00	78,85
EW_06	761	794	75,9	Ja	37,43	106,4	3,00	69,00	1,51	1,48	0,00	0,00	71,98
EW_07	1.737	1.760	107,5	Ja	27,46	106,4	3,01	75,91	3,34	2,70	0,00	0,00	81,96
EW_08_1	1.602	1.624	121,1	Ja	28,88	106,4	3,01	75,21	3,09	2,24	0,00	0,00	80,54
EW_09_1	1.049	1.072	120,3	Ja	34,86	106,4	3,00	71,60	2,04	0,92	0,00	0,00	74,56
Summe					46,25								

Schall-Immissionsort: Af03 Arfeld, Arfetalstraße 56

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	1.212	1.242	78,2	Ja	32,15	107,0	3,01	72,88	2,36	2,63	0,00	0,00	77,87
ED_02	1.223	1.258	87,6	Ja	32,24	107,0	3,01	72,99	2,39	2,40	0,00	0,00	77,78
ED_03	1.527	1.552	77,6	Ja	29,18	107,0	3,01	74,82	2,95	3,08	0,00	0,00	80,85
ED_04	1.283	1.311	86,4	Ja	31,66	107,0	3,01	73,35	2,49	2,53	0,00	0,00	78,37
EW_02	1.608	1.633	65,9	Ja	27,65	106,4	3,01	75,26	3,10	3,41	0,00	0,00	81,77

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 15:27/3.5.552



DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Schall Gesamtbelastung Alt. Verfahren opt.Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_03	1.464	1.483	43,7	Nein	27,38	106,4	3,01	74,42	2,82	4,80	0,00	0,00	82,04
EW_04_1	772	814	77,1	Ja	37,15	106,4	3,00	69,21	1,55	1,51	0,00	0,00	72,26
EW_05_2	1.453	1.476	61,2	Ja	28,86	106,4	3,01	74,38	2,80	3,37	0,00	0,00	80,56
EW_06	930	966	83,5	Ja	35,06	106,4	3,00	70,70	1,84	1,81	0,00	0,00	74,35
EW_07	1.864	1.891	104,1	Nein	24,50	106,4	3,01	76,53	3,59	4,80	0,00	0,00	84,92
EW_08_1	1.656	1.684	107,2	Nein	25,89	106,4	3,01	75,53	3,20	4,80	0,00	0,00	83,52
EW_09_1	1.019	1.050	84,1	Nein	31,20	106,4	3,00	71,42	1,99	4,80	0,00	0,00	78,22
Summe					42,53								

Schall-Immissionsort: Af04 Arfeld, Arfetalstraße 39

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	1.341	1.372	44,2	Nein	28,88	107,0	3,01	73,74	2,61	4,80	0,00	0,00	81,15
ED_02	1.524	1.555	60,7	Nein	27,44	107,0	3,01	74,84	2,95	4,80	0,00	0,00	82,59
ED_03	2.061	2.083	64,1	Nein	23,90	107,0	3,01	77,37	3,96	4,80	0,00	0,00	86,13
ED_04	1.838	1.860	70,6	Nein	25,30	107,0	3,01	76,39	3,53	4,80	0,00	0,00	84,73
EW_02	1.686	1.713	35,6	Nein	25,69	106,4	3,01	75,68	3,26	4,80	0,00	0,00	83,73
EW_03	1.310	1.335	42,1	Nein	28,57	106,4	3,01	73,51	2,54	4,80	0,00	0,00	80,85
EW_04_1	898	939	55,1	Nein	32,37	106,4	3,00	70,46	1,78	4,80	0,00	0,00	77,04
EW_05_2	1.088	1.122	67,6	Ja	32,57	106,4	3,00	72,00	2,13	2,72	0,00	0,00	76,84
EW_06	628	689	79,5	Ja	39,56	106,4	2,99	67,76	1,31	0,77	0,00	0,00	69,84
EW_07	2.520	2.542	95,0	Nein	20,69	106,4	3,01	79,10	4,83	4,80	0,00	0,00	88,74
EW_08_1	2.371	2.393	112,9	Ja	23,11	106,4	3,01	78,58	4,55	3,18	0,00	0,00	86,31
EW_09_1	1.757	1.778	97,2	Ja	27,12	106,4	3,01	76,00	3,38	2,92	0,00	0,00	82,30
Summe					42,15								

Schall-Immissionsort: Af05 Arfeld, Oberes Loh 49

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	2.443	2.461	91,8	Nein	21,73	107,0	3,01	78,82	4,68	4,80	0,00	0,00	88,30
ED_02	2.663	2.682	100,2	Nein	20,56	107,0	3,01	79,57	5,10	4,80	0,00	0,00	89,47
ED_03	3.212	3.227	90,8	Nein	17,92	107,0	3,01	81,18	6,13	4,80	0,00	0,00	92,11
ED_04	2.985	3.000	95,2	Ja	20,07	107,0	3,01	80,54	5,70	3,72	0,00	0,00	89,96
EW_02	2.742	2.760	83,7	Nein	19,56	106,4	3,01	79,82	5,24	4,80	0,00	0,00	89,86
EW_03	2.270	2.285	72,6	Nein	22,10	106,4	3,01	78,18	4,34	4,80	0,00	0,00	87,32
EW_04_1	2.035	2.055	103,2	Ja	25,18	106,4	3,01	77,25	3,90	3,08	0,00	0,00	84,24
EW_05_2	1.908	1.929	73,2	Nein	24,25	106,4	3,01	76,71	3,66	4,80	0,00	0,00	85,17
EW_06	1.659	1.685	124,0	Ja	28,42	106,4	3,01	75,53	3,20	2,27	0,00	0,00	81,00
EW_07	3.637	3.654	114,8	Nein	15,42	106,4	3,01	82,25	6,94	4,80	0,00	0,00	94,00
EW_08_1	3.430	3.446	105,6	Ja	17,37	106,4	3,01	81,75	6,55	3,75	0,00	0,00	92,05
EW_09_1	2.754	2.769	80,9	Ja	20,52	106,4	3,01	79,85	5,26	3,80	0,00	0,00	88,91
Summe					33,37								

Schall-Immissionsort: Af06 Arfeld, Oberes Loh 21

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	2.363	2.384	61,6	Nein	22,15	107,0	3,01	78,55	4,53	4,80	0,00	0,00	87,87
ED_02	2.609	2.631	76,4	Nein	20,83	107,0	3,01	79,40	5,00	4,80	0,00	0,00	89,20
ED_03	3.204	3.220	79,4	Nein	17,96	107,0	3,01	81,16	6,12	4,80	0,00	0,00	92,07
ED_04	2.986	3.002	87,7	Nein	18,98	107,0	3,01	80,55	5,70	4,80	0,00	0,00	91,05
EW_02	2.634	2.654	55,0	Nein	20,10	106,4	3,01	79,48	5,04	4,80	0,00	0,00	89,32
EW_03	2.135	2.154	45,9	Nein	22,87	106,4	3,01	77,66	4,09	4,80	0,00	0,00	86,56
EW_04_1	1.987	2.010	79,8	Nein	23,74	106,4	3,01	77,06	3,82	4,80	0,00	0,00	85,68
EW_05_2	1.750	1.775	62,2	Ja	26,47	106,4	3,01	75,98	3,37	3,60	0,00	0,00	82,95
EW_06	1.573	1.602	88,4	Nein	26,48	106,4	3,01	75,09	3,04	4,80	0,00	0,00	82,94
EW_07	3.671	3.689	110,8	Nein	15,27	106,4	3,01	82,34	7,01	4,80	0,00	0,00	94,15
EW_08_1	3.499	3.516	114,5	Nein	16,02	106,4	3,01	81,92	6,68	4,80	0,00	0,00	93,40

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

- Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 15:27/3.5.552



DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Schall Gesamtbelastung Alt. Verfahren opt.Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_09_1	2.846	2.861	80,8	Nein	19,05	106,4	3,01	80,13	5,44	4,80	0,00	0,00	90,37
Summe					33,01								

Schall-Immissionsort: Bb01 Bad Berleburg, Hof Steinbach 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	1.299	1.318	56,9	Ja	30,81	107,0	3,01	73,40	2,50	3,31	0,00	0,00	79,21
ED_02	1.342	1.364	57,0	Ja	30,38	107,0	3,01	73,70	2,59	3,36	0,00	0,00	79,65
ED_03	1.694	1.710	59,1	Ja	27,51	107,0	3,01	75,66	3,25	3,61	0,00	0,00	82,52
ED_04	1.789	1.803	45,3	Ja	26,54	107,0	3,01	76,12	3,43	3,94	0,00	0,00	83,48
EW_02	906	937	81,8	Ja	35,43	106,4	3,00	70,43	1,78	1,77	0,00	0,00	73,98
EW_03	1.289	1.303	77,0	Ja	30,88	106,4	3,01	73,30	2,48	2,76	0,00	0,00	78,53
EW_04_1	1.765	1.777	52,9	Nein	25,25	106,4	3,01	75,99	3,38	4,80	0,00	0,00	84,17
EW_05_2	1.666	1.679	97,5	Ja	27,93	106,4	3,01	75,50	3,19	2,80	0,00	0,00	81,49
EW_06	1.945	1.957	68,5	Ja	25,27	106,4	3,01	76,83	3,72	3,60	0,00	0,00	84,15
EW_07	2.310	2.326	85,0	Ja	23,12	106,4	3,01	78,33	4,42	3,55	0,00	0,00	86,30
EW_08_1	2.659	2.671	72,7	Ja	20,94	106,4	3,01	79,53	5,08	3,87	0,00	0,00	88,48
EW_09_1	2.715	2.723	54,0	Nein	19,75	106,4	3,01	79,70	5,17	4,80	0,00	0,00	89,67
Summe					39,89								

Schall-Immissionsort: Bb02 Bad Berleburg, Hof Steinbach 2

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	1.199	1.225	55,6	Ja	31,70	107,0	3,01	72,76	2,33	3,23	0,00	0,00	78,32
ED_02	1.327	1.355	57,5	Ja	30,48	107,0	3,01	73,64	2,57	3,34	0,00	0,00	79,55
ED_03	1.814	1.832	28,6	Nein	25,49	107,0	3,01	76,26	3,48	4,80	0,00	0,00	84,54
ED_04	1.866	1.882	26,4	Nein	25,16	107,0	3,01	76,49	3,58	4,80	0,00	0,00	84,87
EW_02	811	853	84,7	Ja	36,82	106,4	3,00	69,62	1,62	1,36	0,00	0,00	72,59
EW_03	1.062	1.084	65,9	Ja	32,96	106,4	3,00	71,70	2,06	2,70	0,00	0,00	76,46
EW_04_1	1.637	1.654	48,8	Nein	26,11	106,4	3,01	75,37	3,14	4,80	0,00	0,00	83,31
EW_05_2	1.399	1.418	82,6	Nein	27,89	106,4	3,01	74,04	2,70	4,80	0,00	0,00	81,53
EW_06	1.741	1.758	65,5	Nein	25,38	106,4	3,01	75,90	3,34	4,80	0,00	0,00	84,04
EW_07	2.469	2.486	57,6	Nein	20,98	106,4	3,01	78,91	4,72	4,80	0,00	0,00	88,44
EW_08_1	2.772	2.786	47,3	Nein	19,43	106,4	3,01	79,90	5,29	4,80	0,00	0,00	89,99
EW_09_1	2.740	2.750	50,1	Nein	19,61	106,4	3,01	79,79	5,22	4,80	0,00	0,00	89,81
Summe					40,69								

Schall-Immissionsort: Bb03a Bad Berleburg, Brandenburger Str. 59 WR 1. BR

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	2.121	2.135	79,4	Ja	24,86	107,0	3,01	77,59	4,06	3,53	0,00	0,00	85,17
ED_02	2.318	2.334	88,9	Ja	23,74	107,0	3,01	78,36	4,43	3,49	0,00	0,00	86,29
ED_03	2.851	2.862	68,1	Ja	20,47	107,0	3,01	80,13	5,44	3,99	0,00	0,00	89,56
ED_04	2.894	2.904	68,6	Ja	20,26	107,0	3,01	80,26	5,52	3,99	0,00	0,00	89,77
EW_02	1.776	1.795	105,6	Ja	27,15	106,4	3,01	76,08	3,41	2,78	0,00	0,00	82,27
EW_03	1.793	1.805	84,6	Ja	26,67	106,4	3,01	76,13	3,43	3,19	0,00	0,00	82,75
EW_04_1	2.488	2.498	76,8	Ja	21,97	106,4	3,01	78,95	4,75	3,75	0,00	0,00	87,45
EW_05_2	1.946	1.960	107,7	Nein	24,05	106,4	3,01	76,84	3,72	4,80	0,00	0,00	85,37
EW_06	2.432	2.444	94,3	Nein	21,22	106,4	3,01	78,76	4,64	4,80	0,00	0,00	88,20
EW_07	3.505	3.517	89,2	Ja	16,88	106,4	3,01	81,92	6,68	3,93	0,00	0,00	92,54
EW_08_1	3.806	3.817	76,8	Nein	14,74	106,4	3,01	82,63	7,25	4,80	0,00	0,00	94,68
EW_09_1	3.732	3.739	69,4	Ja	15,70	106,4	3,01	82,45	7,10	4,17	0,00	0,00	93,72
Summe					33,81								

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

- Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 15:27/3.5.552



DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Schall Gesamtbelastung Alt. Verfahren opt.Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s
Schall-Immissionsort: Bb03b Bad Berleburg, Brandenburger Str. 50 WR 2. BR

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	2.180	2.195	77,2	Ja	24,43	107,0	3,01	77,83	4,17	3,60	0,00	0,00	85,60
ED_02	2.376	2.392	86,9	Ja	23,35	107,0	3,01	78,58	4,55	3,56	0,00	0,00	86,68
ED_03	2.905	2.917	65,7	Ja	20,16	107,0	3,01	80,30	5,54	4,03	0,00	0,00	89,87
ED_04	2.950	2.961	65,6	Ja	19,93	107,0	3,01	80,43	5,63	4,04	0,00	0,00	90,10
EW_02	1.834	1.854	103,3	Ja	26,65	106,4	3,01	76,36	3,52	2,89	0,00	0,00	82,77
EW_03	1.852	1.865	81,3	Ja	26,16	106,4	3,01	76,41	3,54	3,30	0,00	0,00	83,26
EW_04_1	2.547	2.559	73,8	Nein	20,60	106,4	3,01	79,16	4,86	4,80	0,00	0,00	88,82
EW_05_2	2.003	2.018	103,8	Nein	23,69	106,4	3,01	77,10	3,83	4,80	0,00	0,00	85,73
EW_06	2.491	2.503	91,0	Nein	20,90	106,4	3,01	78,97	4,76	4,80	0,00	0,00	88,52
EW_07	3.557	3.570	86,5	Ja	16,61	106,4	3,01	82,05	6,78	3,97	0,00	0,00	92,81
EW_08_1	3.861	3.872	73,3	Nein	14,51	106,4	3,01	82,76	7,36	4,80	0,00	0,00	94,91
EW_09_1	3.790	3.797	66,4	Ja	15,41	106,4	3,01	82,59	7,22	4,20	0,00	0,00	94,01
Summe					33,33								

Schall-Immissionsort: Bb03c Bad Berleburg, Brandenburger Str. 36 WR 3. BR

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	2.282	2.297	74,1	Ja	23,75	107,0	3,01	78,22	4,36	3,69	0,00	0,00	86,28
ED_02	2.476	2.492	84,1	Ja	22,72	107,0	3,01	78,93	4,74	3,64	0,00	0,00	87,31
ED_03	2.999	3.011	63,1	Ja	19,65	107,0	3,01	80,58	5,72	4,08	0,00	0,00	90,38
ED_04	3.047	3.058	62,0	Ja	19,40	107,0	3,01	80,71	5,81	4,11	0,00	0,00	90,63
EW_02	1.934	1.954	100,1	Ja	25,85	106,4	3,01	76,82	3,71	3,04	0,00	0,00	83,57
EW_03	1.952	1.966	77,3	Nein	24,01	106,4	3,01	76,87	3,74	4,80	0,00	0,00	85,41
EW_04_1	2.648	2.660	70,1	Nein	20,07	106,4	3,01	79,50	5,05	4,80	0,00	0,00	89,35
EW_05_2	2.099	2.114	99,2	Nein	23,10	106,4	3,01	77,50	4,02	4,80	0,00	0,00	86,32
EW_06	2.589	2.602	87,0	Nein	20,37	106,4	3,01	79,31	4,94	4,80	0,00	0,00	89,05
EW_07	3.649	3.662	83,3	Ja	16,17	106,4	3,01	82,27	6,96	4,02	0,00	0,00	93,26
EW_08_1	3.957	3.968	69,4	Nein	14,11	106,4	3,01	82,97	7,54	4,80	0,00	0,00	95,31
EW_09_1	3.890	3.898	62,5	Nein	14,40	106,4	3,01	82,82	7,41	4,80	0,00	0,00	95,02
Summe					32,43								

Schall-Immissionsort: Ch01 Christianseck, Brücher 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	1.897	1.901	68,6	Ja	26,28	107,0	3,01	76,58	3,61	3,56	0,00	0,00	83,75
ED_02	1.569	1.575	81,5	Ja	29,07	107,0	3,01	74,94	2,99	3,02	0,00	0,00	80,95
ED_03	871	879	75,1	Ja	36,64	107,0	3,00	69,88	1,67	1,84	0,00	0,00	73,38
ED_04	1.085	1.091	78,0	Ja	33,87	107,0	3,01	71,76	2,07	2,33	0,00	0,00	76,16
EW_02	1.903	1.907	79,2	Ja	25,82	106,4	3,01	76,61	3,62	3,38	0,00	0,00	83,60
EW_03	2.383	2.384	53,0	Ja	22,30	106,4	3,01	78,55	4,53	4,04	0,00	0,00	87,12
EW_04_1	2.118	2.121	90,4	Ja	24,52	106,4	3,01	77,53	4,03	3,34	0,00	0,00	84,90
EW_05_2	2.761	2.763	76,7	Ja	20,50	106,4	3,01	79,83	5,25	3,85	0,00	0,00	88,92
EW_06	2.586	2.588	91,6	Ja	21,66	106,4	3,01	79,26	4,92	3,59	0,00	0,00	87,76
EW_07	622	642	99,5	Ja	41,03	106,4	2,99	67,15	1,22	0,00	0,00	0,00	68,37
EW_08_1	1.108	1.117	86,6	Ja	33,21	106,4	3,00	71,96	2,12	2,12	0,00	0,00	76,21
EW_09_1	1.688	1.690	118,1	Ja	28,25	106,4	3,01	75,56	3,21	2,40	0,00	0,00	81,17
Summe					43,95								

Schall-Immissionsort: Ch02 Christianseck, Brücher 2

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	1.905	1.908	68,0	Ja	26,21	107,0	3,01	76,61	3,63	3,58	0,00	0,00	83,82
ED_02	1.575	1.581	80,8	Ja	29,00	107,0	3,01	74,98	3,00	3,04	0,00	0,00	81,02
ED_03	871	879	74,6	Ja	36,61	107,0	3,00	69,88	1,67	1,86	0,00	0,00	73,41
ED_04	1.082	1.087	78,1	Ja	33,91	107,0	3,01	71,73	2,07	2,32	0,00	0,00	76,11
EW_02	1.916	1.921	77,0	Ja	25,68	106,4	3,01	76,67	3,65	3,42	0,00	0,00	83,74

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

-
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 15:27/3.5.552



DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Schall Gesamtbelastung Alt. Verfahren opt.Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_03	2.393	2.395	51,9	Ja	22,23	106,4	3,01	78,58	4,55	4,06	0,00	0,00	87,19
EW_04_1	2.120	2.122	90,1	Ja	24,51	106,4	3,01	77,53	4,03	3,34	0,00	0,00	84,91
EW_05_2	2.769	2.770	76,2	Ja	20,45	106,4	3,01	79,85	5,26	3,86	0,00	0,00	88,97
EW_06	2.588	2.590	91,4	Ja	21,64	106,4	3,01	79,27	4,92	3,59	0,00	0,00	87,78
EW_07	598	619	97,8	Ja	41,39	106,4	2,99	66,83	1,18	0,00	0,00	0,00	68,01
EW_08_1	1.082	1.091	84,7	Ja	33,46	106,4	3,00	71,76	2,07	2,12	0,00	0,00	75,95
EW_09_1	1.668	1.670	115,8	Ja	28,37	106,4	3,01	75,46	3,17	2,42	0,00	0,00	81,05
Summe					44,15								

Schall-Immissionsort: Ch03 Christianseck, Hainhof 2

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	2.244	2.250	67,3	Nein	22,91	107,0	3,01	78,04	4,28	4,80	0,00	0,00	87,12
ED_02	1.915	1.924	77,5	Nein	24,89	107,0	3,01	76,69	3,66	4,80	0,00	0,00	85,14
ED_03	1.201	1.215	64,7	Nein	30,23	107,0	3,01	72,69	2,31	4,80	0,00	0,00	79,80
ED_04	1.273	1.284	70,9	Nein	29,61	107,0	3,01	73,17	2,44	4,80	0,00	0,00	80,41
EW_02	2.388	2.395	56,0	Nein	21,48	106,4	3,01	78,59	4,55	4,80	0,00	0,00	87,94
EW_03	2.764	2.767	50,2	Nein	19,52	106,4	3,01	79,84	5,26	4,80	0,00	0,00	89,90
EW_04_1	2.292	2.297	84,7	Nein	22,03	106,4	3,01	78,22	4,36	4,80	0,00	0,00	87,39
EW_05_2	3.071	3.075	75,1	Nein	18,02	106,4	3,01	80,76	5,84	4,80	0,00	0,00	91,40
EW_06	2.757	2.762	87,6	Nein	19,55	106,4	3,01	79,83	5,25	4,80	0,00	0,00	89,87
EW_07	515	560	77,5	Ja	42,37	106,4	2,99	65,96	1,06	0,00	0,00	0,00	67,02
EW_08_1	580	615	69,5	Ja	40,60	106,4	2,99	66,78	1,17	0,85	0,00	0,00	68,80
EW_09_1	1.292	1.302	75,6	Nein	28,85	106,4	3,01	73,29	2,47	4,80	0,00	0,00	80,56
Summe					45,12								

Schall-Immissionsort: Ch04 Christianseck, Hainhof 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	2.367	2.372	80,8	Nein	22,22	107,0	3,01	78,50	4,51	4,80	0,00	0,00	87,81
ED_02	2.055	2.062	88,4	Nein	24,03	107,0	3,01	77,28	3,92	4,80	0,00	0,00	86,00
ED_03	1.401	1.410	74,5	Ja	30,39	107,0	3,01	73,98	2,68	2,98	0,00	0,00	79,64
ED_04	1.408	1.415	76,9	Nein	28,52	107,0	3,01	74,02	2,69	4,80	0,00	0,00	81,51
EW_02	2.565	2.570	77,3	Nein	20,54	106,4	3,01	79,20	4,88	4,80	0,00	0,00	88,88
EW_03	2.884	2.886	67,4	Nein	18,93	106,4	3,01	80,21	5,48	4,80	0,00	0,00	90,49
EW_04_1	2.337	2.341	100,8	Nein	21,78	106,4	3,01	78,39	4,45	4,80	0,00	0,00	87,64
EW_05_2	3.151	3.154	93,0	Nein	17,65	106,4	3,01	80,98	5,99	4,80	0,00	0,00	91,77
EW_06	2.784	2.788	105,1	Nein	19,42	106,4	3,01	79,90	5,30	4,80	0,00	0,00	90,00
EW_07	760	786	83,2	Ja	37,89	106,4	3,00	68,90	1,49	1,12	0,00	0,00	71,52
EW_08_1	515	547	65,4	Ja	42,00	106,4	2,99	65,76	1,04	0,60	0,00	0,00	67,40
EW_09_1	1.134	1.142	94,1	Nein	30,29	106,4	3,00	72,15	2,17	4,80	0,00	0,00	79,12
Summe					44,11								

Schall-Immissionsort: Ch05 Christianseck, Haingraben 3

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	2.326	2.332	107,7	Ja	24,03	107,0	3,01	78,35	4,43	3,22	0,00	0,00	86,00
ED_02	2.061	2.070	115,5	Ja	25,89	107,0	3,01	77,32	3,93	2,89	0,00	0,00	84,14
ED_03	1.569	1.579	102,6	Ja	29,50	107,0	3,01	74,97	3,00	2,57	0,00	0,00	80,53
ED_04	1.474	1.483	103,9	Ja	30,39	107,0	3,01	74,42	2,82	2,39	0,00	0,00	79,63
EW_02	2.604	2.610	98,6	Ja	21,62	106,4	3,01	79,33	4,96	3,51	0,00	0,00	87,80
EW_03	2.813	2.816	96,2	Ja	20,45	106,4	3,01	79,99	5,35	3,63	0,00	0,00	88,97
EW_04_1	2.172	2.177	127,4	Ja	24,73	106,4	3,01	77,76	4,14	2,79	0,00	0,00	84,69
EW_05_2	3.006	3.010	112,7	Ja	19,61	106,4	3,01	80,57	5,72	3,52	0,00	0,00	89,81
EW_06	2.568	2.572	126,0	Ja	22,20	106,4	3,01	79,21	4,89	3,12	0,00	0,00	87,22
EW_07	1.119	1.139	80,0	Ja	32,75	106,4	3,00	72,13	2,16	2,37	0,00	0,00	76,67
EW_08_1	640	670	96,3	Ja	40,61	106,4	2,99	67,52	1,27	0,00	0,00	0,00	68,79

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

-
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 15:27/3.5.552



DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Schall Gesamtbelastung Alt. Verfahren opt.Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_09_1	774	788	95,9	Ja	38,41	106,4	3,00	68,93	1,50	0,57	0,00	0,00	71,00
Summe					43,76								

Schall-Immissionsort: Lb01 Laubroth, Blumenstraße 18a

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	1.893	1.918	58,5	Nein	24,93	107,0	3,01	76,66	3,64	4,80	0,00	0,00	85,10
ED_02	2.209	2.234	58,3	Nein	23,00	107,0	3,01	77,98	4,24	4,80	0,00	0,00	87,03
ED_03	2.919	2.937	43,2	Nein	19,29	107,0	3,01	80,36	5,58	4,80	0,00	0,00	90,74
ED_04	2.751	2.768	48,8	Nein	20,12	107,0	3,01	79,84	5,26	4,80	0,00	0,00	89,90
EW_02	2.033	2.059	78,0	Ja	24,73	106,4	3,01	77,27	3,91	3,50	0,00	0,00	84,69
EW_03	1.489	1.514	78,0	Ja	28,91	106,4	3,01	74,60	2,88	3,03	0,00	0,00	80,51
EW_04_1	1.691	1.717	57,9	Nein	25,66	106,4	3,01	75,70	3,26	4,80	0,00	0,00	83,76
EW_05_2	1.065	1.105	100,1	Ja	33,78	106,4	3,00	71,87	2,10	1,67	0,00	0,00	75,64
EW_06	1.220	1.257	85,1	Ja	31,58	106,4	3,01	72,99	2,39	2,47	0,00	0,00	77,84
EW_07	3.514	3.532	68,0	Nein	15,95	106,4	3,01	81,96	6,71	4,80	0,00	0,00	93,47
EW_08_1	3.479	3.496	79,9	Nein	16,11	106,4	3,01	81,87	6,64	4,80	0,00	0,00	93,31
EW_09_1	2.948	2.962	81,1	Nein	18,56	106,4	3,01	80,43	5,63	4,80	0,00	0,00	90,86
Summe					37,87								

Schall-Immissionsort: Lb02 Laubroth, Zum Ederblick 4

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	1.417	1.451	53,3	Nein	28,24	107,0	3,01	74,23	2,76	4,80	0,00	0,00	81,79
ED_02	1.753	1.784	49,7	Nein	25,81	107,0	3,01	76,03	3,39	4,80	0,00	0,00	84,22
ED_03	2.493	2.513	26,8	Nein	21,45	107,0	3,01	79,00	4,77	4,80	0,00	0,00	88,58
ED_04	2.377	2.397	34,4	Nein	22,08	107,0	3,01	78,59	4,55	4,80	0,00	0,00	87,95
EW_02	1.424	1.460	68,9	Nein	27,56	106,4	3,01	74,29	2,77	4,80	0,00	0,00	81,86
EW_03	913	953	67,7	Nein	32,22	106,4	3,00	70,59	1,81	4,80	0,00	0,00	77,20
EW_04_1	1.418	1.449	34,3	Nein	27,65	106,4	3,01	74,22	2,75	4,80	0,00	0,00	81,77
EW_05_2	586	656	75,5	Ja	40,04	106,4	2,99	67,33	1,25	0,78	0,00	0,00	69,36
EW_06	1.053	1.095	56,7	Ja	32,53	106,4	3,00	71,79	2,08	3,01	0,00	0,00	76,88
EW_07	3.150	3.170	50,6	Nein	17,58	106,4	3,01	81,02	6,02	4,80	0,00	0,00	91,85
EW_08_1	3.223	3.241	58,2	Nein	17,25	106,4	3,01	81,21	6,16	4,80	0,00	0,00	92,17
EW_09_1	2.825	2.841	49,3	Nein	19,16	106,4	3,01	80,07	5,40	4,80	0,00	0,00	90,27
Summe					42,11								

Schall-Immissionsort: Sz01 Schwarzenau, Auf dem Heller 2

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	2.120	2.131	105,8	Ja	25,31	107,0	3,01	77,57	4,05	3,10	0,00	0,00	84,72
ED_02	1.960	1.974	116,6	Ja	26,59	107,0	3,01	76,91	3,75	2,77	0,00	0,00	83,43
ED_03	1.780	1.794	86,8	Ja	27,40	107,0	3,01	76,08	3,41	3,14	0,00	0,00	82,63
ED_04	1.581	1.595	87,1	Ja	29,02	107,0	3,01	75,06	3,03	2,92	0,00	0,00	81,01
EW_02	2.480	2.491	98,3	Ja	22,31	106,4	3,01	78,93	4,73	3,45	0,00	0,00	87,11
EW_03	2.515	2.522	88,9	Ja	22,00	106,4	3,01	79,03	4,79	3,59	0,00	0,00	87,42
EW_04_1	1.805	1.816	110,3	Ja	27,07	106,4	3,01	76,18	3,45	2,71	0,00	0,00	82,35
EW_05_2	2.590	2.598	93,4	Ja	21,62	106,4	3,01	79,29	4,94	3,57	0,00	0,00	87,80
EW_06	2.083	2.094	113,8	Ja	25,09	106,4	3,01	77,42	3,98	2,94	0,00	0,00	84,33
EW_07	1.653	1.674	93,0	Nein	25,96	106,4	3,01	75,48	3,18	4,80	0,00	0,00	83,46
EW_08_1	1.202	1.227	90,9	Ja	32,06	106,4	3,01	72,78	2,33	2,25	0,00	0,00	77,36
EW_09_1	626	657	77,4	Ja	40,13	106,4	2,99	67,35	1,25	0,69	0,00	0,00	69,28
Summe					41,97								

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

-
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 15:27/3.5.552



DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Schall Gesamtbelastung Alt. Verfahren opt.Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s
Schall-Immissionsort: Sz02 Schwarzenau, Auf dem Heller 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	2.020	2.034	92,9	Ja	25,76	107,0	3,01	77,17	3,87	3,23	0,00	0,00	84,27
ED_02	1.883	1.902	107,2	Ja	26,97	107,0	3,01	76,58	3,61	2,86	0,00	0,00	83,06
ED_03	1.770	1.788	81,2	Ja	27,34	107,0	3,01	76,05	3,40	3,24	0,00	0,00	82,69
ED_04	1.557	1.576	82,3	Ja	29,08	107,0	3,01	74,95	2,99	3,00	0,00	0,00	80,95
EW_02	2.390	2.404	83,3	Ja	22,62	106,4	3,01	78,62	4,57	3,61	0,00	0,00	86,80
EW_03	2.394	2.403	76,0	Ja	22,52	106,4	3,01	78,61	4,57	3,72	0,00	0,00	86,90
EW_04_1	1.680	1.696	101,1	Ja	27,86	106,4	3,01	75,59	3,22	2,75	0,00	0,00	81,56
EW_05_2	2.449	2.460	83,7	Ja	22,30	106,4	3,01	78,82	4,67	3,63	0,00	0,00	87,12
EW_06	1.935	1.950	104,6	Ja	25,96	106,4	3,01	76,80	3,70	2,96	0,00	0,00	83,46
EW_07	1.712	1.737	89,3	Nein	25,52	106,4	3,01	75,80	3,30	4,80	0,00	0,00	83,90
EW_08_1	1.285	1.315	87,6	Ja	31,03	106,4	3,01	73,38	2,50	2,51	0,00	0,00	78,38
EW_09_1	640	679	78,1	Ja	39,69	106,4	2,99	67,64	1,29	0,79	0,00	0,00	69,71
Summe					41,67								

Schall-Immissionsort: Ut01 Unteres Hüttental, geplante W-Fläche

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	2.651	2.670	84,8	Ja	21,72	107,0	3,01	79,53	5,07	3,71	0,00	0,00	88,31
ED_02	2.555	2.577	87,4	Ja	22,27	107,0	3,01	79,22	4,90	3,64	0,00	0,00	87,76
ED_03	2.485	2.506	65,2	Nein	21,49	107,0	3,01	78,98	4,76	4,80	0,00	0,00	88,54
ED_04	2.271	2.292	68,7	Nein	22,67	107,0	3,01	78,21	4,36	4,80	0,00	0,00	87,36
EW_02	3.036	3.054	73,7	Nein	18,12	106,4	3,01	80,70	5,80	4,80	0,00	0,00	91,30
EW_03	2.965	2.978	55,3	Nein	18,49	106,4	3,01	80,48	5,66	4,80	0,00	0,00	90,94
EW_04_1	2.258	2.278	84,4	Ja	23,41	106,4	3,01	78,15	4,33	3,53	0,00	0,00	86,01
EW_05_2	2.944	2.960	72,0	Nein	18,57	106,4	3,01	80,42	5,62	4,80	0,00	0,00	90,85
EW_06	2.414	2.434	88,7	Ja	22,52	106,4	3,01	78,73	4,62	3,55	0,00	0,00	86,90
EW_07	2.390	2.417	62,8	Nein	21,36	106,4	3,01	78,67	4,59	4,80	0,00	0,00	88,06
EW_08_1	1.931	1.962	59,6	Nein	24,04	106,4	3,01	76,85	3,73	4,80	0,00	0,00	85,38
EW_09_1	1.347	1.380	66,6	Ja	29,86	106,4	3,01	73,80	2,62	3,14	0,00	0,00	79,56
Summe					34,16								

Schall-Immissionsort: Ut02 Unteres Hüttental, Unterm Köpfchen 6

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
ED_01	2.957	2.976	80,2	Nein	19,10	107,0	3,01	80,47	5,65	4,80	0,00	0,00	90,93
ED_02	2.846	2.867	84,0	Nein	19,63	107,0	3,01	80,15	5,45	4,80	0,00	0,00	90,40
ED_03	2.724	2.745	53,0	Nein	20,24	107,0	3,01	79,77	5,22	4,80	0,00	0,00	89,79
ED_04	2.520	2.542	57,1	Nein	21,30	107,0	3,01	79,10	4,83	4,80	0,00	0,00	88,73
EW_02	3.338	3.356	68,3	Nein	16,73	106,4	3,01	81,52	6,38	4,80	0,00	0,00	92,69
EW_03	3.284	3.297	54,8	Ja	17,56	106,4	3,01	81,36	6,26	4,23	0,00	0,00	91,86
EW_04_1	2.575	2.594	84,0	Ja	21,52	106,4	3,01	79,28	4,93	3,69	0,00	0,00	87,90
EW_05_2	3.271	3.286	72,3	Ja	17,80	106,4	3,01	81,33	6,24	4,05	0,00	0,00	91,62
EW_06	2.740	2.759	89,3	Ja	20,67	106,4	3,01	79,82	5,24	3,69	0,00	0,00	88,75
EW_07	2.561	2.588	53,5	Nein	20,44	106,4	3,01	79,26	4,92	4,80	0,00	0,00	88,98
EW_08_1	2.083	2.114	55,7	Nein	23,10	106,4	3,01	77,50	4,02	4,80	0,00	0,00	86,32
EW_09_1	1.570	1.601	56,5	Ja	27,70	106,4	3,01	75,09	3,04	3,59	0,00	0,00	81,72
Summe					32,41								

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

-
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
27.10.2021 15:27/3.5.552



DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Schall Gesamtbelastung Alt. Verfahren opt.

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland

Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

Alternatives Verf.

Meteorologischer Koeffizient, CO:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

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

Schallleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel: Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

WEA-Katalog

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

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

Unsicherheitszuschlag:

0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität

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

0,0 dB(A)

Keine Oktavbanddaten verwendet

Frequenzunabhängige Luftdämpfung: 1,9 dB/km

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O!

Schall: Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Herstellerdokument 0079-9518.V07	09.02.2021	USER	24.06.2021 13:56

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	106,4	Nein

WEA: VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 !O!

Schall: Hersteller Mode PO1: Lwa 104,9 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Genehmigungsbescheid LK Siegen-Wittgenstein	15.07.2020	USER	18.02.2021 13:15

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
Von WEA-Katalog	137,0	95% der Nennleistung	107,0	Nein

Schall-Immissionsort: Af01 Arfeld, Am Heller 1

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: Af02 Arfeld, Arfetalstraße 43

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: Af03 Arfeld, Arfetalstraße 56

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Projekt:
21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:
Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
27.10.2021 12:10/3.5.552



DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Schall Zusatzbelastung Lemax Alt. Verfahren opt.
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

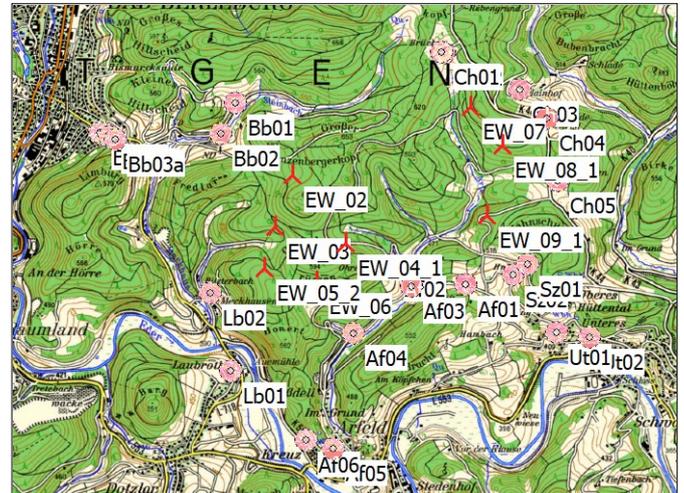
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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

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

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

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



Maßstab 1: 75.000

Neue WEA Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schallwerte		Windgeschwindigkeit	LWA
					Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name		
			[m]					[kW]	[m]	[m]			[m/s]	[dB(A)]
EW_02	459.717	5.654.401	578,3	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	106,0
EW_03	459.545	5.653.884	531,1	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	106,0
EW_04_1	460.240	5.653.720	551,7	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	106,0
EW_05_2	459.443	5.653.472	549,5	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	106,0
EW_06	459.957	5.653.340	558,3	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	106,0
EW_07	461.467	5.655.068	613,1	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	106,0
EW_08_1	461.782	5.654.690	598,3	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	106,0
EW_09_1	461.630	5.653.993	549,7	VESTAS V162-5.6/...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	USER	Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	106,0

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort	Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe	Anforderung Beurteilungspegel	
							Schall	Von WEA
					[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	
Af01	Arfeld, Am Heller 1	461.422	5.653.313	502,5	5,0	45,0	41,8	
Af02	Arfeld, Arfetalstraße 43	460.699	5.653.510	495,1	5,0	45,0	45,1	
Af03	Arfeld, Arfetalstraße 56	460.886	5.653.297	457,4	5,0	45,0	42,7	
Af04	Arfeld, Arfetalstraße 39	460.318	5.652.826	440,0	5,0	45,0	43,1	
Af05	Arfeld, Oberes Loh 49	460.121	5.651.689	430,0	5,0	40,0	35,4	
Af06	Arfeld, Oberes Loh 21	459.852	5.651.771	415,8	5,0	40,0	35,9	
Bb01	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	459.157	5.655.113	506,9	5,0	45,0	39,9	
Bb02	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	459.013	5.654.803	480,0	5,0	45,0	41,0	
Bb03a	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 59 WR 1. BR	457.976	5.654.751	482,9	5,0	40,0	35,2	
Bb03b	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 50 WR 2. BR	457.922	5.654.776	475,5	5,0	37,0	34,9	
Bb03c	Bad Berleburg, Brandenburger Str. 36 WR 3. BR	457.827	5.654.812	463,2	5,0	35,0	34,4	
Ch01	Christianseck, Brücher 1	461.179	5.655.619	619,1	5,0	45,0	42,2	
Ch02	Christianseck, Brücher 2	461.207	5.655.606	616,0	5,0	45,0	42,5	
Ch03	Christianseck, Hainhof 2	461.951	5.655.245	556,6	5,0	45,0	44,7	
Ch04	Christianseck, Hainhof 1	462.220	5.654.962	579,7	5,0	45,0	44,1	
Ch05	Christianseck, Haingraben 3	462.320	5.654.344	565,2	5,0	45,0	43,1	
Lb01	Laubroth, Blumenstraße 18a	459.112	5.652.460	418,7	5,0	40,0	39,2	
Lb02	Laubroth, Zum Ederblick 4	458.910	5.653.228	419,9	5,0	45,0	43,1	
Sz01	Schwarzenau, Auf dem Heller 2	462.033	5.653.515	514,7	5,0	45,0	41,9	
Sz02	Schwarzenau, Auf dem Heller 1	461.891	5.653.409	485,1	5,0	45,0	41,7	
Ut01	Unteres Hüttental, geplante W-Fläche	462.318	5.652.835	414,8	5,0	40,0	36,1	
Ut02	Unteres Hüttental, Unterm Köpfchen 6	462.642	5.652.793	399,5	5,0	40,0	34,7	

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

-
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 12:10/3.5.552



DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Schall Zusatzbelastung Lemax Alt. Verfahren opt.
Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA							
	EW_02	EW_03	EW_04_1	EW_05_2	EW_06	EW_07	EW_08_1	EW_09_1
Af01	2023	1962	1251	1986	1466	1756	1424	711
Af02	1326	1213	505	1256	761	1737	1602	1049
Af03	1608	1464	772	1453	930	1864	1656	1019
Af04	1686	1310	898	1088	628	2520	2371	1757
Af05	2742	2270	2035	1908	1659	3637	3430	2754
Af06	2634	2135	1987	1750	1573	3671	3499	2846
Bb01	906	1289	1765	1666	1945	2310	2659	2715
Bb02	811	1062	1637	1399	1741	2469	2772	2740
Bb03a	1776	1793	2488	1946	2432	3505	3806	3732
Bb03b	1834	1852	2547	2003	2491	3557	3861	3790
Bb03c	1934	1952	2648	2099	2589	3649	3957	3890
Ch01	1903	2383	2118	2761	2586	622	1108	1688
Ch02	1916	2393	2120	2769	2588	598	1082	1668
Ch03	2388	2764	2292	3071	2757	515	580	1292
Ch04	2565	2884	2337	3151	2784	760	515	1134
Ch05	2604	2813	2172	3006	2568	1119	640	774
Lb01	2033	1489	1691	1065	1220	3514	3479	2948
Lb02	1424	913	1418	586	1053	3150	3223	2825
Sz01	2480	2515	1805	2590	2083	1653	1202	626
Sz02	2390	2394	1680	2449	1935	1712	1285	640
Ut01	3036	2965	2258	2944	2414	2390	1931	1347
Ut02	3338	3284	2575	3271	2740	2561	2083	1570

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

-
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 12:10/3.5.552



DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

$$\text{Berechneter } L(DW) = LWA_{ref} + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet$$

(Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist $Dc = \text{Domega}$)

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

Berechnungsergebnisse

Schall-Immissionsort: Af01 Arfeld, Am Heller 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	2.023	2.037	27,74	106,0	0,00	77,18	4,09	-3,00	0,00	0,00	78,27
EW_03	1.962	1.972	28,12	106,0	0,00	76,90	3,99	-3,00	0,00	0,00	77,89
EW_04_1	1.251	1.269	33,10	106,0	0,00	73,07	2,85	-3,00	0,00	0,00	72,91
EW_05_2	1.986	1.997	27,97	106,0	0,00	77,01	4,03	-3,00	0,00	0,00	78,04
EW_06	1.466	1.482	31,38	106,0	0,00	74,42	3,21	-3,00	0,00	0,00	74,63
EW_07	1.756	1.777	29,32	106,0	0,00	76,00	3,69	-3,00	0,00	0,00	76,69
EW_08_1	1.424	1.447	31,65	106,0	0,00	74,21	3,15	-3,00	0,00	0,00	74,36
EW_09_1	711	742	38,75	106,0	0,00	68,41	1,85	-3,00	0,00	0,00	67,26
Summe			41,79								

Schall-Immissionsort: Af02 Arfeld, Arfetalstraße 43

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	1.326	1.349	32,43	106,0	0,00	73,60	2,99	-3,00	0,00	0,00	73,58
EW_03	1.213	1.229	33,44	106,0	0,00	72,79	2,78	-3,00	0,00	0,00	72,57
EW_04_1	505	551	41,75	106,0	0,00	65,82	1,45	-3,00	0,00	0,00	64,27
EW_05_2	1.256	1.275	33,04	106,0	0,00	73,11	2,86	-3,00	0,00	0,00	72,97
EW_06	761	794	38,06	106,0	0,00	69,00	1,96	-3,00	0,00	0,00	67,95
EW_07	1.737	1.760	29,44	106,0	0,00	75,91	3,67	-3,00	0,00	0,00	76,58
EW_08_1	1.602	1.624	30,35	106,0	0,00	75,21	3,45	-3,00	0,00	0,00	75,66
EW_09_1	1.049	1.072	34,92	106,0	0,00	71,60	2,49	-3,00	0,00	0,00	71,09
Summe			45,10								

Schall-Immissionsort: Af03 Arfeld, Arfetalstraße 56

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	1.608	1.633	30,29	106,0	0,00	75,26	3,46	-3,00	0,00	0,00	75,72
EW_03	1.464	1.483	31,38	106,0	0,00	74,42	3,21	-3,00	0,00	0,00	74,63
EW_04_1	772	814	37,80	106,0	0,00	69,21	2,00	-3,00	0,00	0,00	68,21
EW_05_2	1.453	1.476	31,43	106,0	0,00	74,38	3,20	-3,00	0,00	0,00	74,58
EW_06	930	967	36,01	106,0	0,00	70,71	2,29	-3,00	0,00	0,00	70,00
EW_07	1.864	1.891	28,61	106,0	0,00	76,53	3,87	-3,00	0,00	0,00	77,40
EW_08_1	1.656	1.684	29,94	106,0	0,00	75,53	3,54	-3,00	0,00	0,00	76,07
EW_09_1	1.019	1.050	35,13	106,0	0,00	71,43	2,45	-3,00	0,00	0,00	70,88
Summe			42,75								

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 12:10/3.5.552



DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Schall Zusatzbelastung Lemax Alt. Verfahren opt.Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: Af04 Arfeld, Arfetalstraße 39

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	1.686	1.713	29,75	106,0	0,00	75,68	3,59	-3,00	0,00	0,00	76,27
EW_03	1.310	1.335	32,54	106,0	0,00	73,51	2,96	-3,00	0,00	0,00	73,47
EW_04_1	898	939	36,31	106,0	0,00	70,46	2,24	-3,00	0,00	0,00	69,70
EW_05_2	1.088	1.121	34,43	106,0	0,00	72,00	2,58	-3,00	0,00	0,00	71,58
EW_06	628	689	39,51	106,0	0,00	67,76	1,74	-3,00	0,00	0,00	66,50
EW_07	2.520	2.542	25,08	106,0	0,00	79,10	4,82	-3,00	0,00	0,00	80,93
EW_08_1	2.371	2.393	25,82	106,0	0,00	78,58	4,61	-3,00	0,00	0,00	80,19
EW_09_1	1.757	1.778	29,32	106,0	0,00	76,00	3,69	-3,00	0,00	0,00	76,69
Summe			43,07								

Schall-Immissionsort: Af05 Arfeld, Oberes Loh 49

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	2.742	2.760	24,07	106,0	0,00	79,82	5,12	-3,00	0,00	0,00	81,94
EW_03	2.270	2.285	26,37	106,0	0,00	78,18	4,46	-3,00	0,00	0,00	79,64
EW_04_1	2.035	2.055	27,64	106,0	0,00	77,25	4,12	-3,00	0,00	0,00	78,37
EW_05_2	1.908	1.929	28,38	106,0	0,00	76,71	3,93	-3,00	0,00	0,00	77,63
EW_06	1.659	1.685	29,93	106,0	0,00	75,53	3,55	-3,00	0,00	0,00	76,08
EW_07	3.637	3.654	20,50	106,0	0,00	82,25	6,25	-3,00	0,00	0,00	85,51
EW_08_1	3.430	3.446	21,26	106,0	0,00	81,75	6,00	-3,00	0,00	0,00	84,75
EW_09_1	2.754	2.769	24,03	106,0	0,00	79,85	5,13	-3,00	0,00	0,00	81,98
Summe			35,37								

Schall-Immissionsort: Af06 Arfeld, Oberes Loh 21

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	2.634	2.654	24,56	106,0	0,00	79,48	4,98	-3,00	0,00	0,00	81,46
EW_03	2.135	2.154	27,08	106,0	0,00	77,66	4,27	-3,00	0,00	0,00	78,93
EW_04_1	1.987	2.010	27,90	106,0	0,00	77,06	4,05	-3,00	0,00	0,00	78,12
EW_05_2	1.750	1.775	29,34	106,0	0,00	75,98	3,69	-3,00	0,00	0,00	76,67
EW_06	1.573	1.602	30,51	106,0	0,00	75,09	3,41	-3,00	0,00	0,00	75,50
EW_07	3.671	3.689	20,38	106,0	0,00	82,34	6,30	-3,00	0,00	0,00	85,63
EW_08_1	3.499	3.516	21,00	106,0	0,00	81,92	6,09	-3,00	0,00	0,00	85,01
EW_09_1	2.846	2.861	23,62	106,0	0,00	80,13	5,26	-3,00	0,00	0,00	82,39
Summe			35,87								

Schall-Immissionsort: Bb01 Bad Berleburg, Hof Steinbach 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	906	936	36,35	106,0	0,00	70,43	2,24	-3,00	0,00	0,00	69,66
EW_03	1.289	1.303	32,81	106,0	0,00	73,30	2,91	-3,00	0,00	0,00	73,20
EW_04_1	1.765	1.777	29,33	106,0	0,00	75,99	3,69	-3,00	0,00	0,00	76,69
EW_05_2	1.666	1.679	29,98	106,0	0,00	75,50	3,54	-3,00	0,00	0,00	76,03
EW_06	1.945	1.957	28,21	106,0	0,00	76,83	3,97	-3,00	0,00	0,00	77,80
EW_07	2.310	2.326	26,16	106,0	0,00	78,33	4,52	-3,00	0,00	0,00	79,85
EW_08_1	2.659	2.671	24,48	106,0	0,00	79,53	5,00	-3,00	0,00	0,00	81,54
EW_09_1	2.715	2.723	24,24	106,0	0,00	79,70	5,07	-3,00	0,00	0,00	81,77
Summe			39,87								

Schall-Immissionsort: Bb02 Bad Berleburg, Hof Steinbach 2

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	811	852	37,33	106,0	0,00	69,61	2,07	-3,00	0,00	0,00	68,69
EW_03	1.062	1.084	34,80	106,0	0,00	71,70	2,51	-3,00	0,00	0,00	71,21

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 12:10/3.5.552

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Schall Zusatzbelastung Lemax Alt. Verfahren opt.Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_04_1	1.637	1.654	30,15	106,0	0,00	75,37	3,50	-3,00	0,00	0,00	75,87
EW_05_2	1.399	1.418	31,87	106,0	0,00	74,04	3,10	-3,00	0,00	0,00	74,14
EW_06	1.741	1.758	29,45	106,0	0,00	75,90	3,66	-3,00	0,00	0,00	76,56
EW_07	2.469	2.486	25,35	106,0	0,00	78,91	4,75	-3,00	0,00	0,00	80,66
EW_08_1	2.772	2.786	23,95	106,0	0,00	79,90	5,16	-3,00	0,00	0,00	82,06
EW_09_1	2.740	2.750	24,12	106,0	0,00	79,79	5,11	-3,00	0,00	0,00	81,90
Summe			41,05								

Schall-Immissionsort: Bb03a Bad Berleburg, Brandenburger Str. 59 WR 1. BR

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	1.776	1.795	29,21	106,0	0,00	76,08	3,72	-3,00	0,00	0,00	76,80
EW_03	1.793	1.805	29,15	106,0	0,00	76,13	3,74	-3,00	0,00	0,00	76,87
EW_04_1	2.488	2.499	25,29	106,0	0,00	78,95	4,76	-3,00	0,00	0,00	80,72
EW_05_2	1.946	1.960	28,19	106,0	0,00	76,84	3,98	-3,00	0,00	0,00	77,82
EW_06	2.432	2.444	25,56	106,0	0,00	78,76	4,69	-3,00	0,00	0,00	80,45
EW_07	3.505	3.517	21,00	106,0	0,00	81,92	6,09	-3,00	0,00	0,00	85,01
EW_08_1	3.806	3.817	19,93	106,0	0,00	82,63	6,45	-3,00	0,00	0,00	86,08
EW_09_1	3.732	3.739	20,20	106,0	0,00	82,45	6,36	-3,00	0,00	0,00	85,81
Summe			35,24								

Schall-Immissionsort: Bb03b Bad Berleburg, Brandenburger Str. 50 WR 2. BR

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	1.834	1.853	28,84	106,0	0,00	76,36	3,81	-3,00	0,00	0,00	77,17
EW_03	1.852	1.865	28,77	106,0	0,00	76,41	3,83	-3,00	0,00	0,00	77,24
EW_04_1	2.547	2.559	25,00	106,0	0,00	79,16	4,85	-3,00	0,00	0,00	81,01
EW_05_2	2.003	2.018	27,85	106,0	0,00	77,10	4,06	-3,00	0,00	0,00	78,16
EW_06	2.491	2.503	25,27	106,0	0,00	78,97	4,77	-3,00	0,00	0,00	80,74
EW_07	3.557	3.570	20,80	106,0	0,00	82,05	6,15	-3,00	0,00	0,00	85,21
EW_08_1	3.861	3.872	19,74	106,0	0,00	82,76	6,51	-3,00	0,00	0,00	86,27
EW_09_1	3.790	3.797	20,00	106,0	0,00	82,59	6,42	-3,00	0,00	0,00	86,01
Summe			34,91								

Schall-Immissionsort: Bb03c Bad Berleburg, Brandenburger Str. 36 WR 3. BR

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	1.934	1.954	28,23	106,0	0,00	76,82	3,97	-3,00	0,00	0,00	77,79
EW_03	1.952	1.966	28,15	106,0	0,00	76,87	3,99	-3,00	0,00	0,00	77,86
EW_04_1	2.648	2.660	24,52	106,0	0,00	79,50	4,99	-3,00	0,00	0,00	81,49
EW_05_2	2.099	2.114	27,30	106,0	0,00	77,50	4,21	-3,00	0,00	0,00	78,71
EW_06	2.589	2.602	24,80	106,0	0,00	79,31	4,91	-3,00	0,00	0,00	81,21
EW_07	3.649	3.662	20,47	106,0	0,00	82,27	6,26	-3,00	0,00	0,00	85,54
EW_08_1	3.957	3.968	19,42	106,0	0,00	82,97	6,62	-3,00	0,00	0,00	86,59
EW_09_1	3.890	3.898	19,65	106,0	0,00	82,82	6,54	-3,00	0,00	0,00	86,36
Summe			34,36								

Schall-Immissionsort: Ch01 Christianseck, Brücher 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	1.903	1.907	28,51	106,0	0,00	76,61	3,89	-3,00	0,00	0,00	77,50
EW_03	2.383	2.384	25,86	106,0	0,00	78,55	4,60	-3,00	0,00	0,00	80,15
EW_04_1	2.118	2.121	27,26	106,0	0,00	77,53	4,22	-3,00	0,00	0,00	78,75
EW_05_2	2.761	2.763	24,06	106,0	0,00	79,83	5,13	-3,00	0,00	0,00	81,95
EW_06	2.586	2.588	24,86	106,0	0,00	79,26	4,89	-3,00	0,00	0,00	81,15

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

-
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 12:10/3.5.552



DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Schall Zusatzbelastung Lemax Alt. Verfahren opt.Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_07	622	642	40,22	106,0	0,00	67,15	1,64	-3,00	0,00	0,00	65,79
EW_08_1	1.108	1.117	34,47	106,0	0,00	71,96	2,57	-3,00	0,00	0,00	71,54
EW_09_1	1.688	1.690	29,90	106,0	0,00	75,56	3,55	-3,00	0,00	0,00	76,11
Summe			42,17								

Schall-Immissionsort: Ch02 Christianseck, Brücher 2

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	1.916	1.920	28,43	106,0	0,00	76,67	3,92	-3,00	0,00	0,00	77,58
EW_03	2.393	2.395	25,81	106,0	0,00	78,58	4,62	-3,00	0,00	0,00	80,20
EW_04_1	2.120	2.122	27,26	106,0	0,00	77,53	4,22	-3,00	0,00	0,00	78,75
EW_05_2	2.769	2.770	24,02	106,0	0,00	79,85	5,14	-3,00	0,00	0,00	81,99
EW_06	2.588	2.590	24,85	106,0	0,00	79,27	4,89	-3,00	0,00	0,00	81,16
EW_07	598	619	40,58	106,0	0,00	66,83	1,60	-3,00	0,00	0,00	65,43
EW_08_1	1.082	1.091	34,72	106,0	0,00	71,76	2,53	-3,00	0,00	0,00	71,29
EW_09_1	1.668	1.670	30,03	106,0	0,00	75,46	3,52	-3,00	0,00	0,00	75,98
Summe			42,45								

Schall-Immissionsort: Ch03 Christianseck, Hainhof 2

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	2.388	2.395	25,81	106,0	0,00	78,59	4,62	-3,00	0,00	0,00	80,20
EW_03	2.764	2.767	24,04	106,0	0,00	79,84	5,13	-3,00	0,00	0,00	81,97
EW_04_1	2.292	2.297	26,31	106,0	0,00	78,22	4,48	-3,00	0,00	0,00	79,70
EW_05_2	3.071	3.075	22,72	106,0	0,00	80,76	5,54	-3,00	0,00	0,00	83,29
EW_06	2.757	2.762	24,06	106,0	0,00	79,83	5,13	-3,00	0,00	0,00	81,95
EW_07	515	560	41,58	106,0	0,00	65,97	1,47	-3,00	0,00	0,00	64,43
EW_08_1	580	615	40,64	106,0	0,00	66,78	1,59	-3,00	0,00	0,00	65,37
EW_09_1	1.292	1.302	32,82	106,0	0,00	73,29	2,90	-3,00	0,00	0,00	73,20
Summe			44,68								

Schall-Immissionsort: Ch04 Christianseck, Hainhof 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	2.565	2.570	24,95	106,0	0,00	79,20	4,86	-3,00	0,00	0,00	81,06
EW_03	2.884	2.886	23,51	106,0	0,00	80,21	5,29	-3,00	0,00	0,00	82,50
EW_04_1	2.337	2.341	26,08	106,0	0,00	78,39	4,54	-3,00	0,00	0,00	79,93
EW_05_2	3.151	3.154	22,40	106,0	0,00	80,98	5,64	-3,00	0,00	0,00	83,62
EW_06	2.784	2.788	23,95	106,0	0,00	79,90	5,16	-3,00	0,00	0,00	82,06
EW_07	760	786	38,17	106,0	0,00	68,90	1,94	-3,00	0,00	0,00	67,84
EW_08_1	515	547	41,82	106,0	0,00	65,75	1,44	-3,00	0,00	0,00	64,19
EW_09_1	1.134	1.142	34,24	106,0	0,00	72,15	2,62	-3,00	0,00	0,00	71,77
Summe			44,11								

Schall-Immissionsort: Ch05 Christianseck, Haingraben 3

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	2.604	2.610	24,76	106,0	0,00	79,33	4,92	-3,00	0,00	0,00	81,25
EW_03	2.813	2.816	23,82	106,0	0,00	79,99	5,20	-3,00	0,00	0,00	82,19
EW_04_1	2.172	2.177	26,95	106,0	0,00	77,76	4,30	-3,00	0,00	0,00	79,06
EW_05_2	3.006	3.010	22,99	106,0	0,00	80,57	5,45	-3,00	0,00	0,00	83,03
EW_06	2.568	2.572	24,94	106,0	0,00	79,21	4,87	-3,00	0,00	0,00	81,07
EW_07	1.119	1.139	34,27	106,0	0,00	72,13	2,61	-3,00	0,00	0,00	71,74
EW_08_1	640	670	39,79	106,0	0,00	67,52	1,70	-3,00	0,00	0,00	66,22
EW_09_1	774	788	38,13	106,0	0,00	68,94	1,95	-3,00	0,00	0,00	67,88
Summe			43,07								

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

-
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 12:10/3.5.552



DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Schall Zusatzbelastung Lemax Alt. Verfahren opt.Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: Lb01 Laubroth, Blumenstraße 18a

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	2.033	2.059	27,61	106,0	0,00	77,27	4,13	-3,00	0,00	0,00	78,40
EW_03	1.489	1.514	31,14	106,0	0,00	74,60	3,27	-3,00	0,00	0,00	74,87
EW_04_1	1.691	1.717	29,72	106,0	0,00	75,70	3,60	-3,00	0,00	0,00	76,29
EW_05_2	1.065	1.105	34,59	106,0	0,00	71,87	2,55	-3,00	0,00	0,00	71,42
EW_06	1.220	1.257	33,20	106,0	0,00	72,99	2,83	-3,00	0,00	0,00	72,81
EW_07	3.514	3.532	20,94	106,0	0,00	81,96	6,11	-3,00	0,00	0,00	85,07
EW_08_1	3.479	3.496	21,08	106,0	0,00	81,87	6,06	-3,00	0,00	0,00	84,93
EW_09_1	2.948	2.963	23,19	106,0	0,00	80,43	5,39	-3,00	0,00	0,00	82,82
Summe			39,16								

Schall-Immissionsort: Lb02 Laubroth, Zum Ederblick 4

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	1.424	1.460	31,55	106,0	0,00	74,29	3,17	-3,00	0,00	0,00	74,46
EW_03	913	953	36,16	106,0	0,00	70,59	2,27	-3,00	0,00	0,00	69,85
EW_04_1	1.418	1.448	31,64	106,0	0,00	74,22	3,16	-3,00	0,00	0,00	74,37
EW_05_2	586	656	40,01	106,0	0,00	67,33	1,67	-3,00	0,00	0,00	66,00
EW_06	1.053	1.095	34,69	106,0	0,00	71,79	2,53	-3,00	0,00	0,00	71,33
EW_07	3.150	3.170	22,33	106,0	0,00	81,02	5,66	-3,00	0,00	0,00	83,68
EW_08_1	3.223	3.241	22,05	106,0	0,00	81,21	5,75	-3,00	0,00	0,00	83,96
EW_09_1	2.825	2.841	23,71	106,0	0,00	80,07	5,23	-3,00	0,00	0,00	82,30
Summe			43,13								

Schall-Immissionsort: Sz01 Schwarzenau, Auf dem Heller 2

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	2.480	2.490	25,33	106,0	0,00	78,93	4,75	-3,00	0,00	0,00	80,68
EW_03	2.515	2.522	25,18	106,0	0,00	79,03	4,80	-3,00	0,00	0,00	80,83
EW_04_1	1.805	1.816	29,08	106,0	0,00	76,18	3,75	-3,00	0,00	0,00	76,94
EW_05_2	2.590	2.598	24,82	106,0	0,00	79,29	4,90	-3,00	0,00	0,00	81,20
EW_06	2.083	2.094	27,41	106,0	0,00	77,42	4,18	-3,00	0,00	0,00	78,60
EW_07	1.653	1.674	30,01	106,0	0,00	75,48	3,53	-3,00	0,00	0,00	76,00
EW_08_1	1.202	1.227	33,46	106,0	0,00	72,78	2,77	-3,00	0,00	0,00	72,55
EW_09_1	626	656	39,99	106,0	0,00	67,34	1,67	-3,00	0,00	0,00	66,02
Summe			41,91								

Schall-Immissionsort: Sz02 Schwarzenau, Auf dem Heller 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	2.390	2.403	25,77	106,0	0,00	78,62	4,63	-3,00	0,00	0,00	80,25
EW_03	2.394	2.403	25,77	106,0	0,00	78,61	4,63	-3,00	0,00	0,00	80,24
EW_04_1	1.680	1.696	29,86	106,0	0,00	75,59	3,56	-3,00	0,00	0,00	76,15
EW_05_2	2.449	2.460	25,49	106,0	0,00	78,82	4,71	-3,00	0,00	0,00	80,53
EW_06	1.935	1.950	28,25	106,0	0,00	76,80	3,96	-3,00	0,00	0,00	77,76
EW_07	1.712	1.737	29,59	106,0	0,00	75,80	3,63	-3,00	0,00	0,00	76,42
EW_08_1	1.285	1.315	32,71	106,0	0,00	73,38	2,93	-3,00	0,00	0,00	73,31
EW_09_1	640	679	39,65	106,0	0,00	67,64	1,72	-3,00	0,00	0,00	66,36
Summe			41,69								

Schall-Immissionsort: Ut01 Unteres Hüttental, geplante W-Fläche

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	3.036	3.053	22,81	106,0	0,00	80,70	5,51	-3,00	0,00	0,00	83,21
EW_03	2.965	2.978	23,12	106,0	0,00	80,48	5,41	-3,00	0,00	0,00	82,89

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

- Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

27.10.2021 12:10/3.5.552



DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Schall Zusatzbelastung Lemax Alt. Verfahren opt.Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s
...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_04_1	2.258	2.278	26,41	106,0	0,00	78,15	4,45	-3,00	0,00	0,00	79,60
EW_05_2	2.944	2.960	23,20	106,0	0,00	80,42	5,39	-3,00	0,00	0,00	82,81
EW_06	2.414	2.434	25,61	106,0	0,00	78,73	4,67	-3,00	0,00	0,00	80,40
EW_07	2.390	2.417	25,70	106,0	0,00	78,67	4,65	-3,00	0,00	0,00	80,31
EW_08_1	1.931	1.962	28,18	106,0	0,00	76,85	3,98	-3,00	0,00	0,00	77,83
EW_09_1	1.347	1.380	32,18	106,0	0,00	73,80	3,04	-3,00	0,00	0,00	73,83
Summe			36,11								

Schall-Immissionsort: Ut02 Unteres Hüttental, Unterm Köpfchen 6

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
EW_02	3.338	3.356	21,60	106,0	0,00	81,52	5,89	-3,00	0,00	0,00	84,41
EW_03	3.284	3.297	21,83	106,0	0,00	81,36	5,82	-3,00	0,00	0,00	84,18
EW_04_1	2.575	2.594	24,83	106,0	0,00	79,28	4,90	-3,00	0,00	0,00	81,18
EW_05_2	3.271	3.286	21,87	106,0	0,00	81,33	5,80	-3,00	0,00	0,00	84,14
EW_06	2.740	2.759	24,07	106,0	0,00	79,82	5,12	-3,00	0,00	0,00	81,94
EW_07	2.561	2.588	24,86	106,0	0,00	79,26	4,89	-3,00	0,00	0,00	81,15
EW_08_1	2.083	2.114	27,30	106,0	0,00	77,50	4,21	-3,00	0,00	0,00	78,71
EW_09_1	1.570	1.601	30,51	106,0	0,00	75,09	3,41	-3,00	0,00	0,00	75,50
Summe			34,74								

Projekt:

21-1-3007-002
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

-
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
27.10.2021 12:10/3.5.552



DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Schall Zusatzbelastung Lemax Alt. Verfahren opt.

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

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

Meteorologischer Koeffizient, CO:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

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

Schallleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel: Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

WEA-Katalog

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

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

Unsicherheitszuschlag:

0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität

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

0,0 dB(A)

Oktavbanddaten verwendet

Frequenzabhängige Luftdämpfung

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

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O!

Schall: Hersteller Mode PO: Lwa 104,3 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Herstellerdokument 0079-9518.V07	09.02.2021	USER	24.06.2021 13:56

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	106,0	Nein	87,3	94,8	99,4	101,1	100,0	95,9	89,0	79,2

Schall-Immissionsort: Af01 Arfeld, Am Heller 1

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: Af02 Arfeld, Arfetalstraße 43

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: Af03 Arfeld, Arfetalstraße 56

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

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

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Anhang Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen

2020-10-13



Seite
1 / 5

**Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen
Vestas V162-5.6/6.0 MW**

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

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

und bilden unter anderem die Grundlage der Schallimmissionsprognosen für die Windparkplanung.

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

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

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

Blattkonfiguration	STE & RVG (Standard)							
Spezifikation	0082-2597.V03 & 0099-0094.V00							
Betriebsmodi	PO6000 (104,3)	Modus 0 (104,0)	SO2 (102,0)	SO3 (101,0)	SO4 (100,0)	SO5 (99,0)	SO6 (98,0)	
Nennleistung [kW]	6000	5600	5057	4841	4566	4255	3622	
	Nabenhöhen [m]							
Verfügbar:	119* / 169*	119* / 148* / 166* / 169*-						
Auf Anfrage:							119* / 148* / 166* / 169*	
Datengrundlage	Absatz A	Absatz A	Absatz A	Absatz A	Absatz A	Absatz A	Auf Anfrage	
STE:	Serrated Trailing Edges (Sägezahnhinterkante)							
RVG:	Rood Vortex Generatoren							
SO:	Geräuschoptimierte Modi							
*	Vorbehaltlich des Finalen Turmdesigns							

Tabelle 1: Verfügbare Betriebsmodi für Errichtungen in Deutschland V162-5.6/6.0 MW

HINWEIS: Es besteht die Möglichkeit der Tag/Nachtbetriebskombination mit Geräuschoptimierte Modi (SO). Das heißt Tag/Nacht in der Kombination PO/SO, Modus 0/SO, ausschließlich PO oder ausschließlich Modus 0 ist möglich, eine Kombination PO/Modus 0 jedoch nicht.

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

2020-10-13



Seite
2 / 5

A. Herstellerangabe

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

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

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

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

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

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

Projektspezifische Freigabe

Tabelle 2: Eingangsgößen für Schallimmissionsprognosen V162-5.6/6.0 MW, Herstellerangabe

II. Auflagen (A) und Hinweise (H) zum Immissionsschutz:

Schallschutz:

1. Die von dieser Genehmigung erfassten Anlagen sind, auch in Verbindung mit sich im Einwirkungsbereich befindenden weiteren Windkraftanlagen auch anderer Betreiber, schalltechnisch so zu errichten und zu betreiben, dass die von diesen Anlagen einschließlich aller Nebeneinrichtungen verursachten Geräuschimmissionen in Summe folgende Werte - gemessen jeweils 0,50 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes nach DIN 4109, Ausgabe November 1989, der nachstehend genannten Häuser - nicht überschreiten:

Brandenburger Straße 59 (Bad Berleburg)

bei Tage: 50 dB(A)

bei Nacht: 35 dB(A)

Oberes Loh 21 und 49 (Bad Berleburg – Arfeld) Blumenstraße 18a (Bad Berleburg – Laubroth) Unterm Köpfchen 6 (Bad Berleburg-Schwarzenau) Plangebiet „Unteres Hüttental“ (Bad Berleburg-Schwarzenau)

bei Tage: 55 dB(A)

bei Nacht: 40 dB(A)

Am Heller 1 (Bad Berleburg – Arfeld) Arfetalstraße 39, 43 und 56 (Bad Berleburg – Arfeld) Hof Steinbach 1 und 2 (Bad Berleburg) Brücher 1 und 2 (Bad Berleburg – Christianseck) Hainhof 1 und 2 (Bad Berleburg – Christianseck) Haingraben 3 (Bad Berleburg – Christianseck) Zum Ederblick 4 (Bad Berleburg – Laubroth) Auf dem Heller 1 und 2 (Bad Berleburg – Schwarzenau)

bei Tage: 60 dB(A)

bei Nacht: 45 dB(A)

gemessen und bewertet nach der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) mit folgender Festsetzung:

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen während der Tagzeit den Tagwert um nicht mehr als **30 dB(A)** und während der Nachtzeit den Nachtwert um nicht mehr als **20 dB(A)** überschreiten.

Als Tagzeit gilt die Zeit von 06.00 Uhr bis 22.00 Uhr, als Nachtzeit die Zeit von 22.00 Uhr bis 06.00 Uhr. **(A)**

2. Die Windkraftanlagen sind so zu betreiben, dass an den unter vorstehender Nr. 1 genannten Aufpunkten weder ton- noch impulshaltige Geräusche auftreten. **(A)**

Hinweis:

Tonhaltig sind Windenergieanlagen, für die nach TA Lärm i.V.m. dem LAI-Dokument „Hinweise zu Schallimmissionen von Windkraftanlagen“ ein Tonzuschlag von 3 dB oder 6 dB zu vergeben ist.

3. Der Schalleistungspegel (L_{WA}) der jeweiligen Windkraftanlage darf maximal

$$L_{WA} = 104,9 \text{ dB(A)}$$

zuzüglich eines oberen Vertrauensbereichs in Höhe von **1,7 dB(A)** betragen. **(A)**

4. Die vier beantragten Windkraftanlagen können durchgängig im Betriebsmodus „Geräuschmodus 0“ mit einem maximalen Schalleistungspegel von 104,9 dB(A) sowie oberen Vertrauensbereich von 1,7 dB(A) gemäß Allgemeiner Spezifikation V126-3.6 MW (mit Sägezahn-Hinterkante) der Vestas Wind Systems A/S betrieben werden. **(A)**
5. Zur Kennzeichnung der maximal zulässigen Emissionen sowie des genehmigungskonformen Betriebs zur Nachtzeit gelten folgende Werte:

Vestas V 126	Frequenz (Hz)								$L_{e, \max}$ dB(A)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Mode 0 dB(A)	85,8	92,7	99,0	101,4	101,7	97,6	90,6	83,7	106,6
berücksichtigte Unsicherheiten	$\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$ $\sigma_P = 1,2 \text{ dB}$								

Das Oktavspektrum einer möglichen Abnahmemessung kann von dem der Prognose zugrundeliegenden Spektrum im Allgemeinen abweichen. Entscheidend im Falle der Abweichung ist der Nachweis auf Nichtüberschreitung der Immissionsrichtwerte durch eine der Abnahmemessung folgende Ausbreitungsberechnung entsprechend dem Interimsverfahren (DIN ISO 9613-2 modifiziert

Anhang Teil III: Akkreditierung und Theoretische Grundlagen



Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

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

Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Prüflaboratorien

Ramboll Deutschland GmbH
Onshore Wind

mit den Standorten

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

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

Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von Windenergieanlagen (WEA) einschließlich Prüfung windklimatologischer Eingangsdaten; Bestimmung des 60 % Referenzertrag-Nachweises; Bestimmung der Standortgüte; Durchführung und Auswertung von Windmessungen zur Bestimmung des Windpotenzials; Erstellung von Schallimmissionsprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Schattenwurfprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Gutachten zur natürlichen Umgebungsturbulenz von Windenergieanlagenstandorten auf der Grundlage der Berechnung von Turbulenzintensitäten

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 01.12.2020 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-21488-01. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 3 Seiten.

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

Berlin, 01.12.2020

Im Auftrag Dr. Heike Manke
Abteilungsleiterin

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'H. Manke', written over a blue line.

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

Siehe Hinweise auf der Rückseite

Theoretische Grundlagen

Inhalte

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

1 Allgemeines zum Schall

1.1 Hörbarer Schall

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

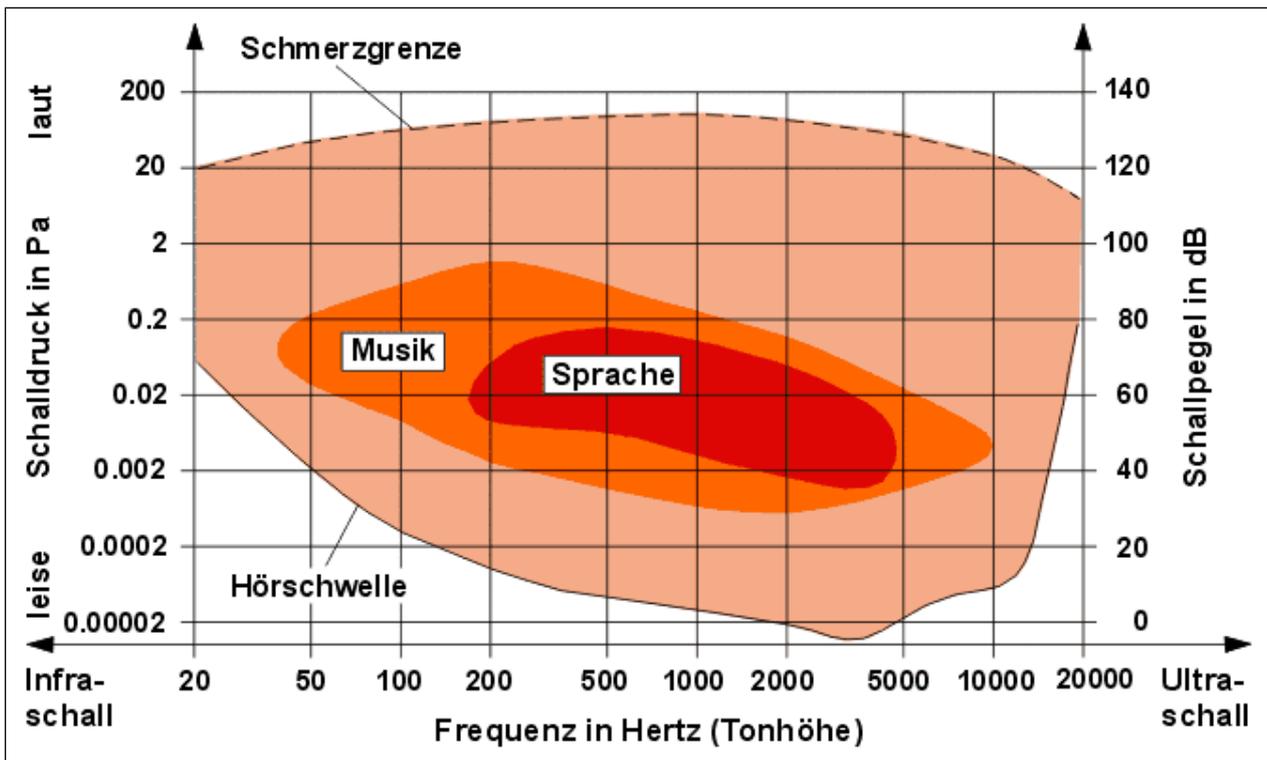


Abbildung 1: Hörbereich des Menschen [1]

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

1.2 Schallausbreitung und Vorschriften

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

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

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

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

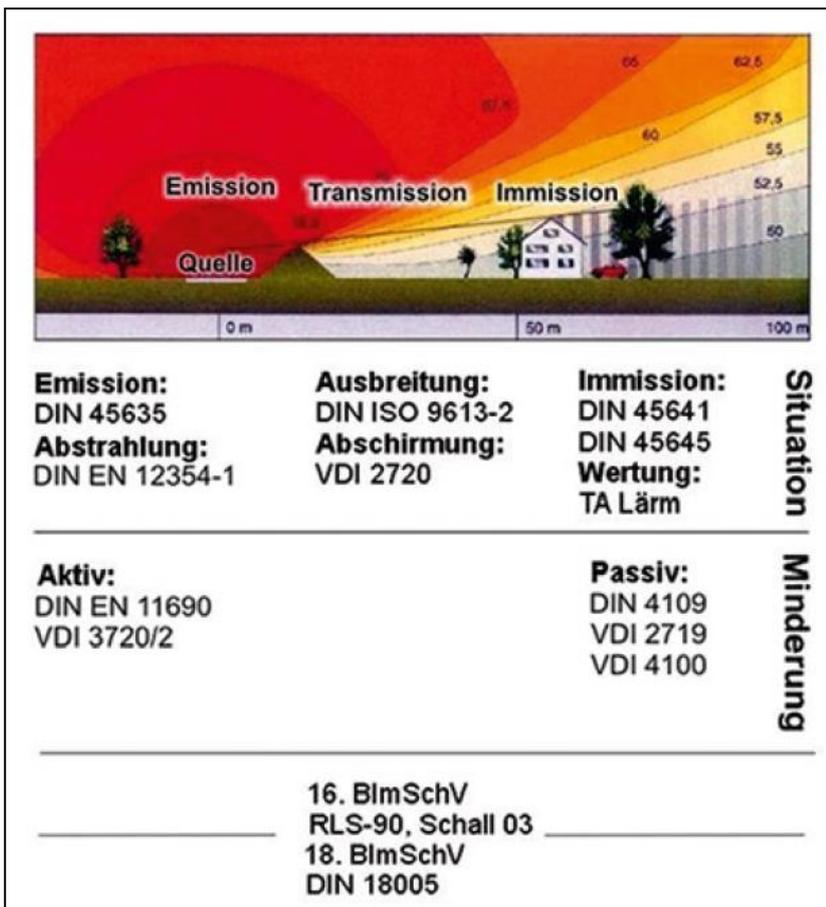


Abbildung 2: Normen und Grundlagen zum Schall [2]

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

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

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

1.3 Schalleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel

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

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

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

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

Der Mittelungspegel L_{Aeq} ist der zeitlich energetisch gemittelte Wert des Schalldruckpegels. Für die Schallprognose bei Windenergieanlagen wird vom ungünstigsten Fall ausgegangen, der sich aus der lautesten Nachtstunde bei Mitwindbedingungen, 10 °C Temperatur und 70 % Luftfeuchte ergibt.

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

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

1.4 Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung

Existieren an einem Standort bereits Geräuschquellen (z.B. Windenergieanlagen, Biogasanlagen, gewerbliche Anlagen), so sind diese als Vorbelastung zu berücksichtigen und die neu geplante(n) Anlage(n) als Zusatzbelastung zu bewerten. Die Gesamtbelastung ergibt sich dann aus der energetischen Addition der Geräusche aller zu berücksichtigenden Anlagen.

1.5 Schallimmissionen von Windenergieanlagen

Die Schallquellen bei Windenergieanlagen sind im Wesentlichen die aerodynamischen Geräusche an den Blattspitzen, das Getriebe (sofern vorhanden) und der Generator. Je nach Betriebszustand und Leistung treten diese unterschiedlich auf, sind jedoch überwiegend durch das Blatt geprägt. Die Schallabstrahlung einer WEA ist nie konstant, sondern stark von der Leistung und somit von der Windgeschwindigkeit abhängig. Der immissionsrelevante Schalleistungspegel wurde früher bei $v_{10} = 8$ m/s angegeben. Ab dieser Windgeschwindigkeit übertönen im Allgemeinen die durch Wind bedingten Umgebungsgeräusche (Rauschen von Blättern, Abrissgeräusche an Häuserkanten, Ästen usw.) die Anlagengeräusche, da sie mit der Windgeschwindigkeit stärker als die Anlagengeräusche zunehmen (ca. 1,5 dB(A) pro m/s Windgeschwindigkeitszunahme). Die Umgebungsgeräusche sind dann in der Regel lauter als die WEA, d.h. die Geräuschimmission der WEA wird überdeckt.

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

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

2 Immissionsprognose

2.1 Normative Grundlagen

Die Prognosen sind nach der Technischen Anleitung Lärm (TA-Lärm [4]) als detaillierte Prognose anhand der DIN ISO 9613-2 [7] zu erstellen, wobei evtl. bestehende Vorbelastungen durch gewerbliche Geräusche an den Immissionsorten berücksichtigt werden müssen. Die DIN ISO 9613-2 gilt für die Berechnung bei bodennahen Quellen (bis 30 m mittlere Höhe zwischen Quelle und Empfänger; s. Kapitel 9, Tabelle 5). Zur Anpassung des Prognoseverfahrens auf hochliegende Quellen hat der Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) auf Basis neuerer Untersuchungsergebnisse und auf Basis theoretischer Berechnungen ein Interimsverfahren [10] veröffentlicht. Für WKA als hochliegende Schallquellen (> 30 m) sind diese neueren Erkenntnisse mittlerweile in allen Bundesländern im Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen. Die Immissionsprognose ist daher nach dem Interimsverfahren – sowohl für Vorbelastungsanlagen als auch für neu beantragte Anlagen – frequenzselektiv durchzuführen. Hierbei sind zur Berechnung der Luftabsorption die Luftdämpfungskoeffizienten 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 wurden bei der schalltechnischen Vermessung von Windenergieanlagen der A-bewertete mittlere Schallleistungspegel L_{WA} sowie nach FGW-Richtlinie [9] oktavbandbezogene Werte $L_{WA,OkT}$ ermittelt. Die Angaben zum Schallleistungspegel $L_{WA,OkT}$ beziehen sich auf den lautesten Gesamtschallleistungspegel des WEA-Typs im jeweiligen Betriebsmodus. Bei noch nicht vermessenen WEA kommen nach LAI-Hinweisen [11] auch Herstelleroktavdaten zur Verwendung, die im Allgemeinen nur geringfügig von Vermessungen abweichen und konservativ in der Prognose mit entsprechenden Unsicherheitszuschlägen berechnet werden (siehe Kapitel 2.2.2). 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 [12] 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:

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

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

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

Da bei einer Abnahmemessung der WEA die Unsicherheit des Prognosemodells keine Berücksichtigung findet, empfehlen die LAI-Hinweise [11] die Festschreibung der Oktav-Schalleistungspegel nur mit den WEA-immanenten Unsicherheiten 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 Entfernungen über 300 m folgender Tonzuschlag K_T :

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

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

Sofern für eine WEA ein $K_{TN} = 2$ dB im Nahbereich ausgewiesen wird, ist über Messungen am maßgeblichen Immissionsort zu bestimmen, inwiefern Tonhaltigkeiten dort auftreten und ggf. technische Minderungsmaßnahmen an der WEA vorzunehmen. WEA, die im Nahbereich höhere

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

2.2.4 Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) K_I

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

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

2.2.5 Ausbreitungsrechnung

Die Emissionsdaten der WEA werden bei der Transmission zum Immissionsort verschiedenen Dämpfungen unterworfen, die in der DIN ISO 9613-2 [13] 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 [13] und [10] dann wie folgt:

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

- **L_{WA} : Oktavband-Schalleistungspegel** der Punktschallquelle, in Dezibel, bezogen auf eine Bezugsschalleistung von einem Picowatt (1 pW), A-bewertet.
- **D_C : Richtwirkungskorrektur**, die beschreibt, um wieviel der von der Punktquelle erzeugte äquivalente Dauerschalldruckpegel in der festgelegten Richtung von dem Pegel einer gerichteten Punktschallquelle mit einem Schalleistungspegel L_W abweicht. D_C ist gleich dem Richtwirkungsmaß D_I der Punktschallquelle zuzüglich eines Richtwirkungsmaßes D_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 [12] soll das Oktavspektrum als Eingangsdaten für die Berechnungen verwendet werden. Nach DIN ISO 9613-2 [13] 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 [13] 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 [13])							
		Bandmittenfrequenz, Hz							
°C	%	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117

A_{gr} : Bodendämpfung:

Die Bodendämpfung ergibt sich in der Hauptsache aus dem Reflexionsgrad von

Schall an einer Bodenoberfläche zwischen Quelle und Empfänger [13]. Die DIN ISO 9613-2 erlaubt zwei verschiedene Verfahren zur Ermittlung der Bodendämpfung, nämlich das Standardverfahren und das Alternative Verfahren. Das Interimsverfahren [12] 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 [14] gehen bei der Schallausbreitungsberechnung von einer Mitwindsituation für jede Anlagen-Immissionsort-Beziehung aus. Dies tritt in der Realität nicht auf, da die Anlagen im Regelfall räumlich verteilt sind und nicht alle gleichzeitig in Mitwindrichtung zum Immissionsort stehen. In der Berechnung werden somit also Worstcase-Bedingungen für die Windsituation angenommen.

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

Gleichung zu ermitteln:

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

L_{AT} : Beurteilungspegel am Immissionsort

L_{ATi} : Schallimmissionspegel am Immissionsort einer Emissionsquelle i

i : Index für alle Geräuschquellen von 1-n

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

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

C_{met} : Meteorologische Korrektur.

Die meteorologische Korrektur wird nach [13] in Abhängigkeit von dem Verhältnis von Entfernung zwischen Quelle und Empfänger und deren Höhen berechnet und beträgt für Windenergieanlagen im Regelfall null. Dieser Wert wird durch das Interimsverfahren standardmäßig null ($C_{met} = 0$) gesetzt.

2.3 Tieffrequente Geräusche und Infraschall

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

Die derzeit bekannten Untersuchungen, Messungen und Studien [15] [16] [17] [18] [19] [20] zu Infraschall und tieffrequenten Geräuschen von Windenergieanlagen zeigen, dass sich bei den aus den Bestimmungen der TA-Lärm resultierenden Abständen von WEA zu Wohngebäuden an den Immissionsorten keine Gefährdung oder Belästigung ergibt, da die auftretenden Pegel im Infraschallbereich weit unter der Wahrnehmungs- und Hörschwelle und im Bereich von tieffrequenten Geräuschen (20-90 Hz) unter oder geringfügig über der Hörschwelle liegen.

3 Genehmigungsfestsetzungen und rechtskonformer Betrieb

3.1 Kontrolle des genehmigungskonformen Betriebs

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

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

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

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

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

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

¹ ausführlich z. B. in Agatz [21].

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

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

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

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

3.2 Aufnahme des Nachtbetriebs

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

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

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

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

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

4 Quellenverzeichnis

- [1] LUBW, Amt für Umweltschutz - Abt. Stadtklimatologie, Stuttgart, 2019.
- [2] WMBW, Städtebauliche Lärmfibel Online, Stuttgart: Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg / Amt für Umweltschutz Stuttgart, 2019.
- [3] BImSchG, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. Juli.*
- [4] TA_Lärm, *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)*, (GMBI S. 503), 1998.
- [5] BauNVO, Baunutzungsverordnung, 26. Juni 1962, Letzte Änderung 13. Mai 2017.
- [6] Norm, DIN EN 61672-1:2014-07, Vols. Elektroakustik - Schallpegelmesser - Teil 1: Anforderungen (IEC 61672-1:2013); Deutsche Fassung EN 61672-1:2013, 2014-07.
- [7] Norm, *DIN ISO 9613-2:1999-10, Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren.*
- [8] Norm, DIN EN 61400-11:2013-09; VDE 0127-11:2013-09, Vols. Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren (IEC 61400-11:2012); Deutsche Fassung EN 61400-11:2013, 2013.
- [9] TR1, Technische Richtlinien für Windenergieanlagen - FGW-Richtlinien - Teil 1 - TR 1 – Bestimmung der Schallemissionswerte, vol. Revision 18.
- [10] NALS im DIN und VDI, *Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen*, Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien", 2015.
- [11] LAI, *Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016.*
- [12] *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.*
- [13] Norm, *DIN ISO 9613-2:1999-10, Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren.*
- [14] Norm, *ISO 1996-2:2017-07, Akustik - Beschreibung, Messung und Beurteilung von Umgebungslärm - Teil 2: Bestimmung vom Schalldruckpegeln.*
- [15] D.-I. P. Kudella, "Verbundprojekt: Objektive Kriterien zu Erschütterungs- und Schallemissionen durch Windenergieanlagen im Binnenland. Akronym/Kurzbezeichnung: TremAc," Karlsruhe, 2020.
- [16] HMWVL, *Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung: Faktenpapier Windenergie und Infraschall, Bürgerforum Energieland Hessen, Mai 2015.*
- [17] LUBW, *Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen - Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015, Karlsruhe, Februar 2016.*
- [18] DNR, *Deutscher Naturschutzring, Dachverband des deutschen Natur- und Umweltverbände, Umwelt- und Naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (Onshore), www.dnr.de/downloads/infraschall_04-2011.pdf.*
- [19] L. LfU_Bayern, *Bayerisches Landesamt für Umwelt & Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, UmweltWissen, Windkraftanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?“, 4. Auflage - November 2014.*
- [20] Peter Kudella, TremAc-Studie: Objektive Kriterien zu Erschütterungs- und Schallemissionen durch Windenergieanlagen im Binnenland; Karlsruhe: Windenergieforschungscluster WindForS, Januar 2020.
- [21] Dipl.-Ing. Detlef Piorr (LANUV NRW), Festlegung von Abnahmebedingungen für Windenergieanlagen, Entwurf, Stand: Korrektur 1, 13.02.2018.
- [22] FGW_Fördergesellschaft_Windenergie, *Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) Überarbeiteter 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.*
- [23] Monika Agatz, *Windenergiehandbuch - aktuelle Version.*
- [24] 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.*