

Schallimmissionsprognose für
zwei WEA am Standort
Lichtenau (WEA 16 & 17)
(Nordrhein-Westfalen)

Datum: 12.11.2024

Bericht Nr. 24-1-3141-000-NRM

Auftraggeber:

Eggewind Asseln IV GmbH & Co. KG

Zur Egge 29 | 33165 Lichtenau

Bearbeiter:

Ramboll Deutschland GmbH

Robbin Meisel, M. Sc.

Elisabeth-Consbruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

Tel 0561 / 288 573-0

Die vorliegende Schallimmissionsprognose für eine Windenergieplanung für den Standort Lichtenau (WEA 16 & 17) (Nordrhein-Westfalen) wurde der Ramboll Deutschland GmbH von der Eggwind Asseln IV GmbH & Co. KG in Auftrag gegeben. Rechtsgrundlage dieses Gutachtens ist das BImSchG [1] mit dem in §1 festgehaltenen Zweck „[...] Menschen [...] vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen [...]“. Die Ramboll Deutschland GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 [2] u. a. für die Erstellung von Schallimmissionsprognosen akkreditiert. Die firmeninternen verwendeten Berechnungsverfahren gemäß den zuvor genannten Anforderungen sind in der Ramboll-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schall“ festgelegt und dokumentiert.

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

Das Urheberrecht und geistige Eigentum dieses Gutachtens liegt bei der Ramboll Deutschland GmbH. Inhaltliche Veränderungen bedürfen einer Zustimmung. Die Nutzungsrechte dieses Gutachtens, insbesondere die elektronische Weitergabe, Veröffentlichung und Vervielfältigung liegen beim Auftraggeber und bedürfen dessen Zustimmung.

Nr.	Datum	Bearbeiter	Beschreibung
000	12.11.2024	R. Meisel	Planung von zwei WEA des Typs Nordex N175/6.X

Kassel, 12.11.2024



Robbin Meisel, M. Sc.
(Bearbeiter/-in)



Jeany Behrens, M. Sc.
(Prüfer/-in)

Inhalt:

1	Zusammenfassung	4
2	Berechnungsgrundlagen	6
2.1	Aufgabenstellung	6
2.2	Ausbreitungsrechnung	8
2.3	Immissionsorte	8
2.3.1	Einwirkungsbereich	8
2.3.2	Immissionsorte und Immissionsrichtwerte	9
2.3.3	Lage der Immissionsorte	10
2.3.4	Gemengelage	13
2.4	Potenzielle Schallreflexionen und Abschirmungseffekte	13
2.5	Vorbelastungen	15
2.5.1	Gewerbliche Vorbelastungen	15
2.5.2	Windenergieanlagen	15
2.6	Zusatzbelastung	16
3	Ergebnisse der Immissionsberechnungen	19
3.1	Beurteilungspegel an den Immissionsorten	19
3.2	Bewertung der Ergebnisse	20
3.3	Tagbetrieb	21
4	Quellenverzeichnis	22
5	Anhang	24

1 Zusammenfassung

Für die Planung von zwei WEA des Typs Nordex N175/6.X mit einer Nabenhöhe von 179 m am Standort Lichtenau (WEA 16 & 17) wurde eine Schallimmissionsprognose entsprechend der TA Lärm [3] für die zu berücksichtigenden Schallquellen, ggfs. unter Berücksichtigung spezifischer Landesvorgaben für Nordrhein-Westfalen, an den für die Planung maßgeblichen Immissionsorten durchgeführt. Für WEA wurden die Berechnungsvorschriften der DIN ISO 9613-2 [4] entsprechend den Hinweisen der LAI [6] nach dem Interimsverfahren [5] modifiziert.

Als Emissionswerte für die WEA-Planung wurden Herstellerangaben (siehe Abschnitt 2.6) zugrunde gelegt. Zur sicheren Einhaltung der Vorgaben der TA Lärm [3] werden die in Tabelle 2 aufgeführten nächtlichen Betriebsmodi angesetzt. Die Emissionsdaten der Vorbelastung wurden entsprechend der vorliegenden Quellen angesetzt (siehe Kapitel 2.5).

Die Immissionen der einzelnen Schallquellen überlagern sich an den Immissionsorten (vgl. Kapitel 2.3) zu einem resultierenden Schalldruckpegel bzw. Beurteilungspegel $L_{r,o}$, der nach TA Lärm [3] zu bewerten ist. Die Beurteilung erfolgt anhand der Nacht-Immissionsrichtwerte für die lauteste Nachtstunde. Die resultierenden Beurteilungspegel $L_{r,o}$ im Nachtzeitraum nach dem oberen Vertrauensbereich (OVB) an den nach TA Lärm [3] maßgeblichen Immissionsorten bei Berücksichtigung aller kausal zum Beurteilungspegel beitragenden Quellen sind neben den nächtlichen Immissionsrichtwerten (IRW) in Tabelle 1 aufgeführt.

An den Immissionsorten in Herbram, *Rickhöfe 2, 6* und *Zum Wallberg 1* sowie in Iggenhausen, *Zum Winterberg 20* und *Zur Steinbrede 1* wird der nächtliche Immissionsrichtwert um 1 dB überschritten. Nach dem Irrelevanzkriterium in Ziffer 3.2.1 Absatz 3 TA Lärm [3] ist eine Überschreitung um bis zu 1 dB aufgrund der bestehenden Vorbelastung nicht als erhebliche Umwelteinwirkung i. S. d. Schutzzwecks des BImSchG [1] anzusehen.

Am Immissionsort Asseln, *Heggehof 2* wird der nächtliche Immissionsrichtwert bereits durch die Vorbelastung deutlich überschritten. Die Zusatzbelastung (jede Einzelanlage) unterschreitet den Immissionsrichtwert um mindestens 15 dB. Nach Ziffer 3.2.1 Absatz 2 TA Lärm [3] sowie den Kriterien des Kreises Paderborn ist der Zusatzbeitrag als irrelevant anzusehen (siehe auch OVG Urteile dazu [7], [8]). Die Vorbelastung ist als ursächlich für die Überschreitung anzusehen, während die Zusatzbelastung keinen kausalen Beitrag leistet bzw. nicht als erhebliche Belästigung ins Gewicht fällt.

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

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse

IO	Bezeichnung	IRW (dB(A))	$L_{r,o}$ (dB(A))	ΔIRW_{GB} (dB)	ΔIRW_{ZB} (dB)
1	Herbram, Rickhöfe 6	41	42	+1	-10
3	Herbram, Rickhöfe 2	41	42	+1	-10
5	Herbram, Zum Wallberg 1	40	41	+1	-9
7	Herbram, Zum Wallberg 2	40	40	0	-9
9	Herbram, Asselner Straße 30	40	38	-2	-11
10	Herbram, Asselner Straße 38	40	39	-1	-10
11	Iggenhausen, Zum Winterberg 20	45	46	+1	-4
12	Iggenhausen, Zum Winterberg 9	45	45	0	-5
13	Iggenhausen, Pfarrer-Diekhans-Weg 5	45	44	-1	-6
14	Iggenhausen, Osterbreede 26	45	42	-3	-7
15	Iggenhausen, Zur Steinbreede 1	45	46	+1	-4
16	Asseln, Heggehof 2	45	50	+5	k. B.

k. B.: kein kausaler Beitrag

2 Berechnungsgrundlagen

2.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Lichtenau (WEA 16 & 17) zwei WEA des Typs Nordex N175/6.X mit 179 m Nabenhöhe zu errichten (Details siehe Kapitel 2.6, Tabelle 2). In der Umgebung des Standortes sind weitere WEA als Vorbelastung zu berücksichtigen.

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

Tabelle 2: Kenndaten der geplanten WEA

WEA ID	WEA Hersteller	WEA Typ	NH (m)	Koordinaten (UTM 32 ETRS89)		Betriebsmodus nachts
				Ost	Nord	
16	Nordex	N175/6.X	179	493.906	5.723.084	Mode 9
17	Nordex	N175/6.X	179	493.274	5.722.513	Mode 7

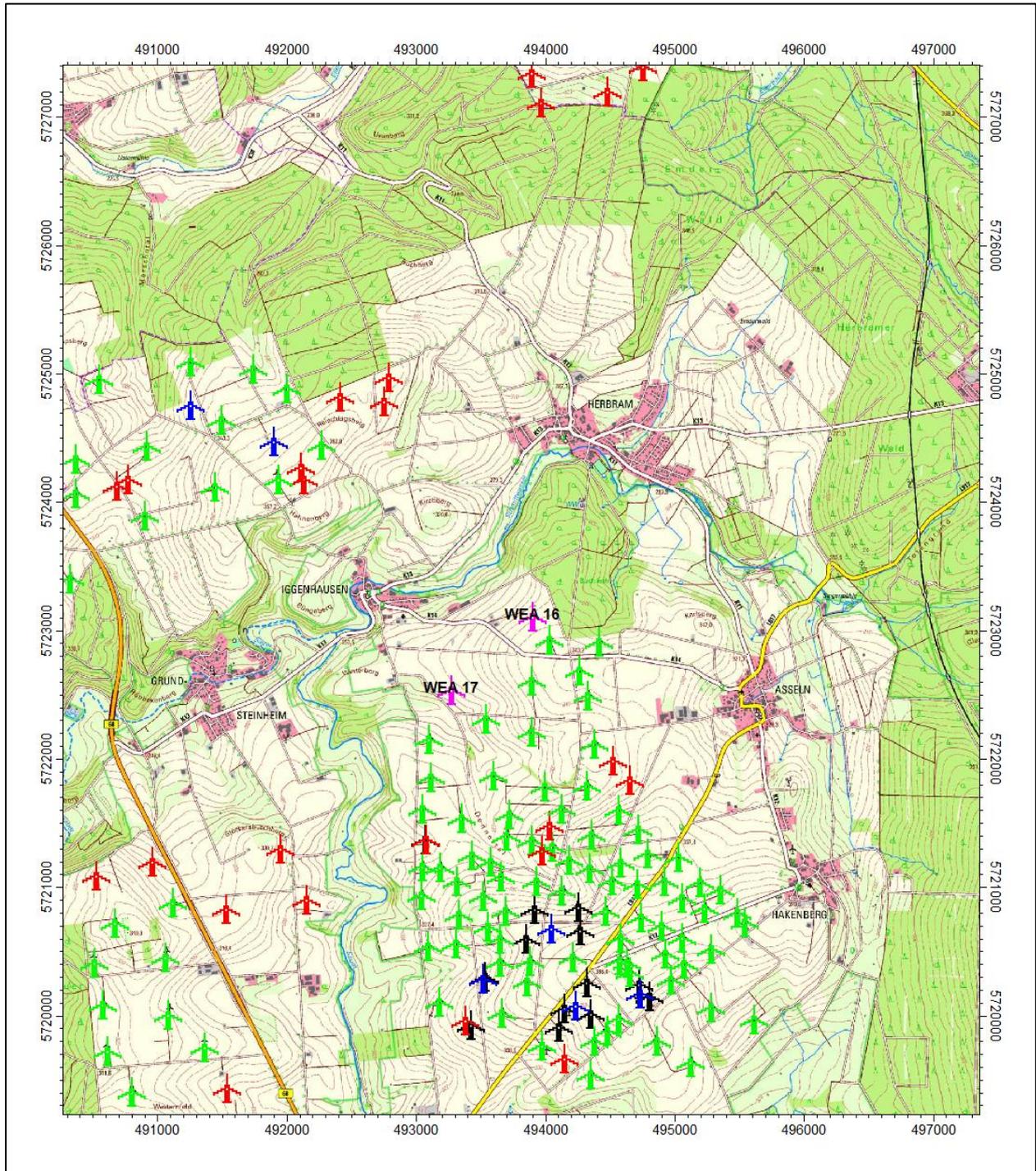


Abbildung 1: Übersichtskarte Planung WEA 16 & WEA 17 (violett) [9]

2.2 Ausbreitungsrechnung

Die Immissionsprognose wird gemäß TA Lärm [3] nach der Berechnungsvorschrift der DIN ISO 9613-2 [4] durchgeführt. Dabei werden günstige Schallausbreitungsbedingungen angenommen (Mitwindbedingungen, 10°C Lufttemperatur, 70 % Luftfeuchte) (vgl. DIN ISO 9613-2, Kap. 7.2, Tab. 2). Für WEA wird entsprechend den aktuellen Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [6] das vom NALS modifizierte Verfahren („Interimsverfahren“) [5] angewendet. Bei der Ausbreitung des Schalls werden die abschirmenden Effekte von Gebäuden und des Geländes berücksichtigt (konform nach ISO 9613-2 [4], LAI-Hinweisen [6] und Interimsverfahren [5], siehe dazu auch Agatz 2023 [10]). Die Empfehlungen für die Berechnungseinstellungen [11] wurden umgesetzt.

Die Berechnungen wurden mit der Software IMMI [12] durchgeführt. Das Höhenrelief wurde dem DGM-5 Nordrhein-Westfalen entnommen. Die Immissionen werden für die lauteste Nachtstunde berechnet (Nachtbetrieb der WEA im jeweiligen Modus). Weitere Angaben zu den Grundlagen der Berechnungen sind dem Anhang zu entnehmen.

2.3 Immissionsorte

2.3.1 Einwirkungsbereich

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Lichtenau (WEA 16 & 17) wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden schutzbedürftigen maßgeblichen Immissionsorte (IO) auf Basis topographischer Karten, des amtlichen Liegenschaftskatasters Deutschland (ALKIS) und anhand von Luftbildern ermittelt. Im Rahmen einer Standortbesichtigung am 18.07.2024 wurden diese überprüft und dokumentiert.

Die Auswahl der für die Schallimmissionsprognose relevanten Immissionsorte am Standort erfolgte auf der Basis des nach der Ziffer 2.2 a) TA Lärm [3] definierten Einwirkungsbereichs der geplanten WEA für den Nachtbetrieb (für den Tagbetrieb siehe 3.3). Der Einwirkungsbereich der WEA ist demnach definiert als der Bereich, in dem der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung weniger als 10 dB unter dem Immissionsrichtwert (*IRW*) liegt. Aufgrund der hohen Anzahl an WEA wird abweichend ein Einwirkungsbereich von 15 dB betrachtet.

Dazu sind auf der folgenden Karte die Iso-Schalllinien (Isophonen) für 20 dB(A), 25 dB(A) und für 30 dB(A) eingezeichnet. In der vorliegenden Immissionsberechnung sind lediglich diejenigen Immissionsorte zu berücksichtigen, die innerhalb der 20-dB(A)-Isophone liegen, wenn der zulässige

Immissionsrichtwert am Immissionsort 35 dB(A) beträgt, die innerhalb der 25-dB(A)-Isophone liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert am Immissionsort 40 dB(A) beträgt bzw. die innerhalb der 30-dB(A)-Isophone liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert 45 dB(A) beträgt.

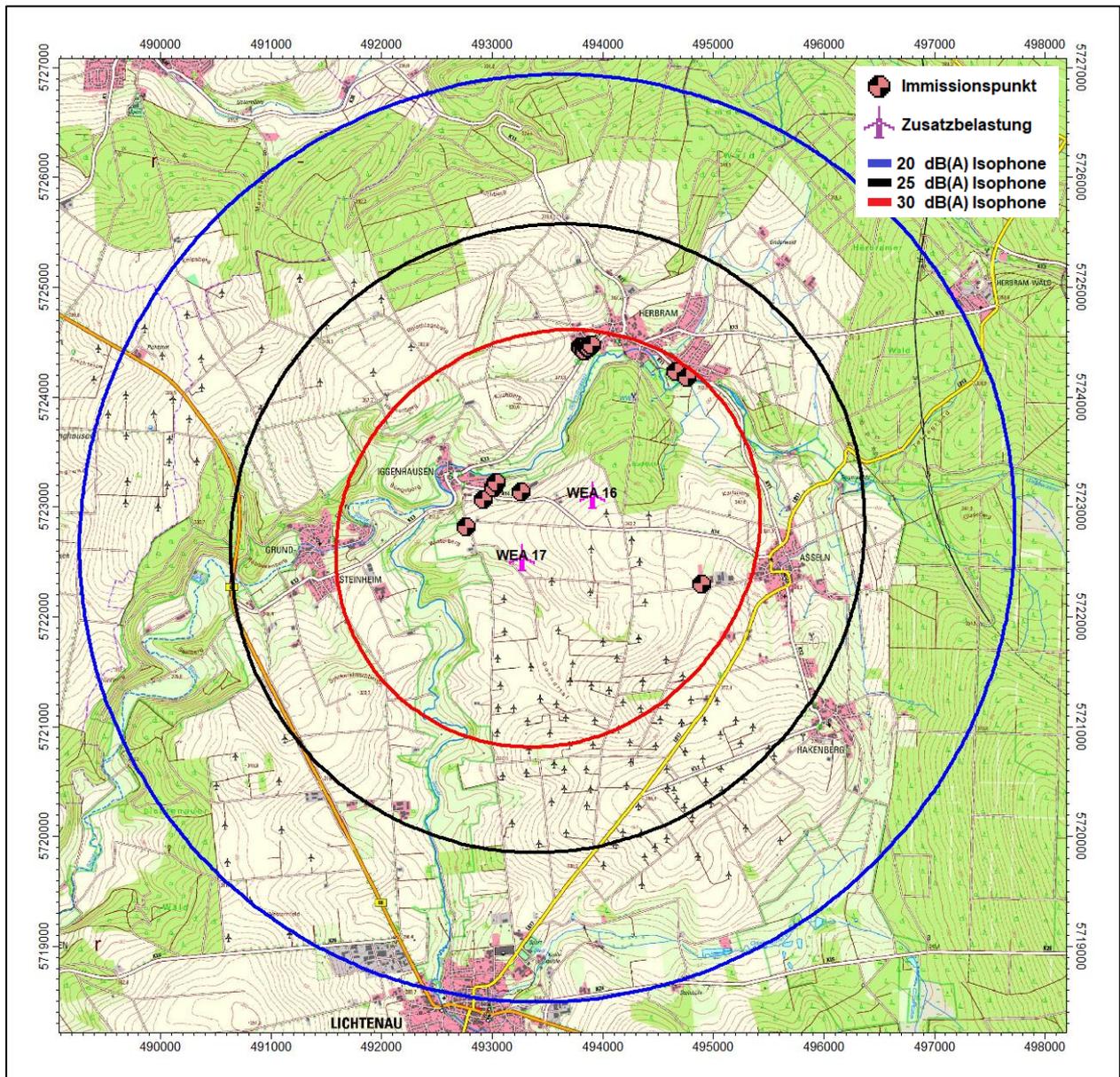


Abbildung 2: Einwirkungsbereich Zusatzbelastung (nachts, ohne Gelände- und Gebäudeeffekte) [9]

2.3.2 Immissionsorte und Immissionsrichtwerte

In Tabelle 3 sind die maßgeblichen Immissionsorte mit ihren im Gutachten verwendeten Bezeichnungen und die dort jeweils relevanten Immissionsrichtwerte aufgeführt. Die Richtwerte werden

entsprechend Ziffer 6.1 TA Lärm [3] oder anderen schallschutztechnischen Richtlinien (bspw. Orientierungswerte nach DIN 18005 [13]) angewendet. Für die Beurteilung der Schallimmissionen an den Immissionsorten wird der niedrigere Immissionsrichtwert für den Nachtzeitraum (22-6 Uhr) herangezogen.

Tabelle 3: Immissionsorte

ID	Bezeichnung	IRW_N (dB(A))	Gebiets- einstufung ¹	Grundlage der Einstufung ²
001 - 002	Herbram, Rickhöfe 6	41	W/WA/GL	FNP Lichtenau
003 - 004	Herbram, Rickhöfe 2	41	W/WA/GL	FNP Lichtenau
005 - 006	Herbram, Zum Wallberg 1	40	W/WA	FNP Lichtenau
007 - 008	Herbram, Zum Wallberg 2	40	W/WA	FNP Lichtenau
009	Herbram, Asselner Straße 30	40	W/WA	FNP Lichtenau
010	Herbram, Asselner Straße 38	40	W/WA	FNP Lichtenau
011	Iggenhausen, Zum Winterberg 20	45	AB	FNP Lichtenau
012	Iggenhausen, Zum Winterberg 9	45	AB	FNP Lichtenau
013	Iggenhausen, Pfarrer-Diekhans-Weg 5	45	AB	FNP Lichtenau
014	Iggenhausen, Osterbreede 26	45	AB	FNP Lichtenau
015	Iggenhausen, Zur Steinbreede 1	45	AB	FNP Lichtenau
016	Asseln, Heggehof 2	45	AB	FNP Lichtenau

2.3.3 Lage der Immissionsorte

Nach Abschnitt 2.3 TA Lärm [3] sind die Immissionsorte maßgeblich, an denen eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte am ehesten zu erwarten ist. Aus diesem Grund wurden die Immissionsorte an den am stärksten betroffenen Gebäuden und Fassaden gesetzt.

Die Gebäude wurden dem LoD1 Datensatz des Geodatendienstes Nordrhein-Westfalen NRW [14] entnommen und an einzelnen Gebäuden verfeinert. Die Immissionspunkte wurden 0,5 m mittig vor den jeweiligen Fassaden verortet.

Die Höhe der Immissionsorte über Grund beträgt in der Regel 4,5 m, am Immissionsort Heggehof 2 aufgrund der eingeschossigen Bauweise 2,5 m. Die genaue Lage der Immissionsorte lässt sich

¹ AB = Außenbereich
GL = Gemengelage, siehe 2.3.4
W = Wohnbaufläche
WA = Allgemeines Wohngebiet
² FNP = Flächennutzungsplan

den folgenden Abbildungen entnehmen. Die Koordinaten und Höhen der einzelnen Immissionspunkte sind den Berechnungsgrundlagen im Anhang zu entnehmen.

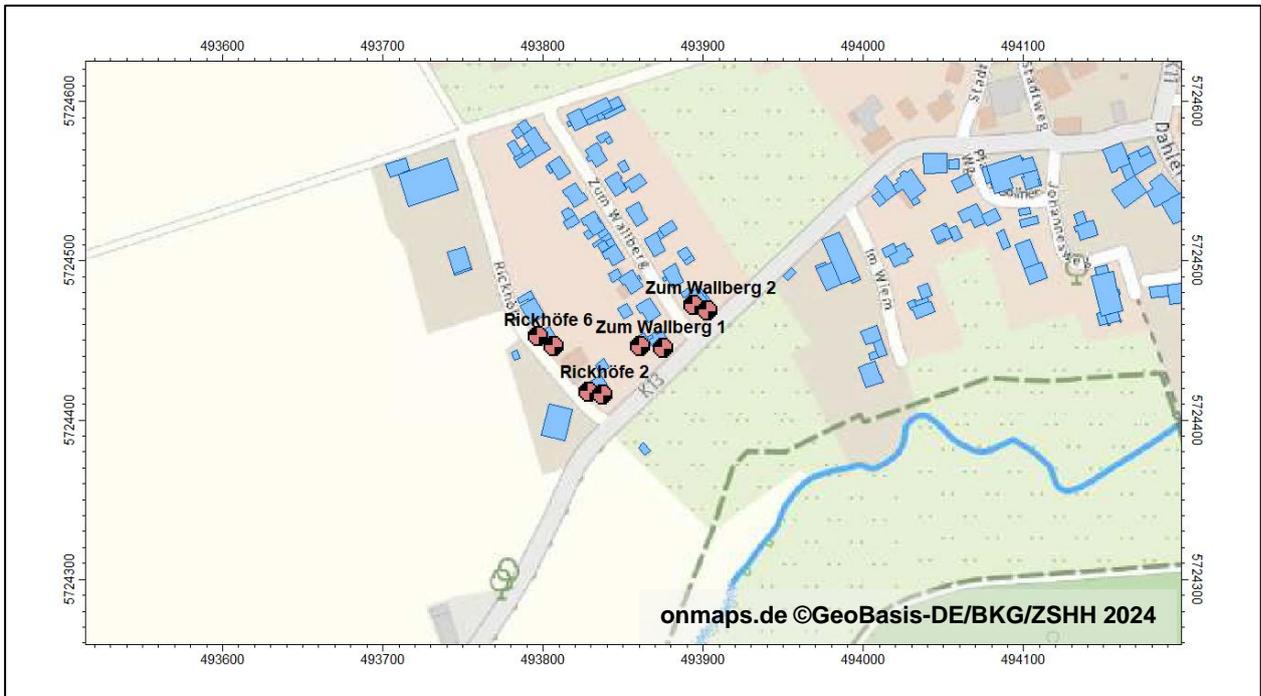


Abbildung 3: Lage der Immissionsorte Herbram West

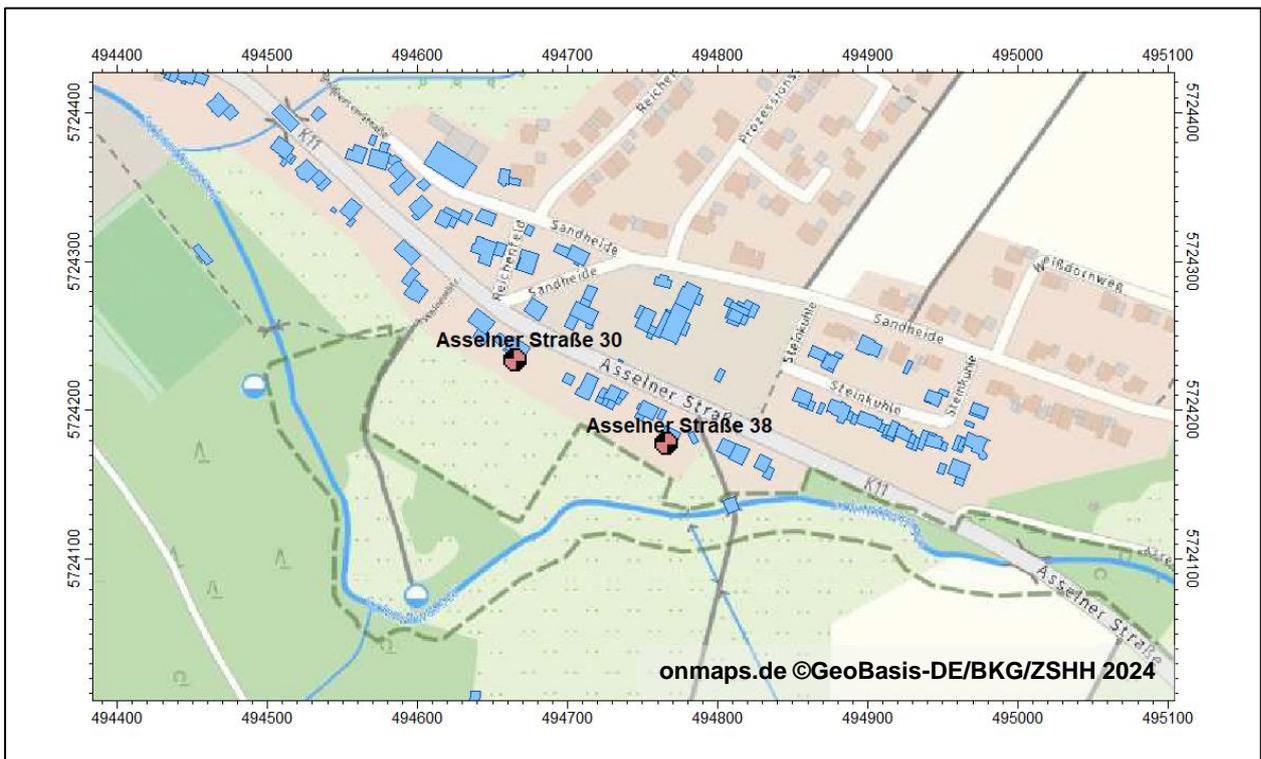


Abbildung 4: Lage der Immissionsorte in Herbram Süd

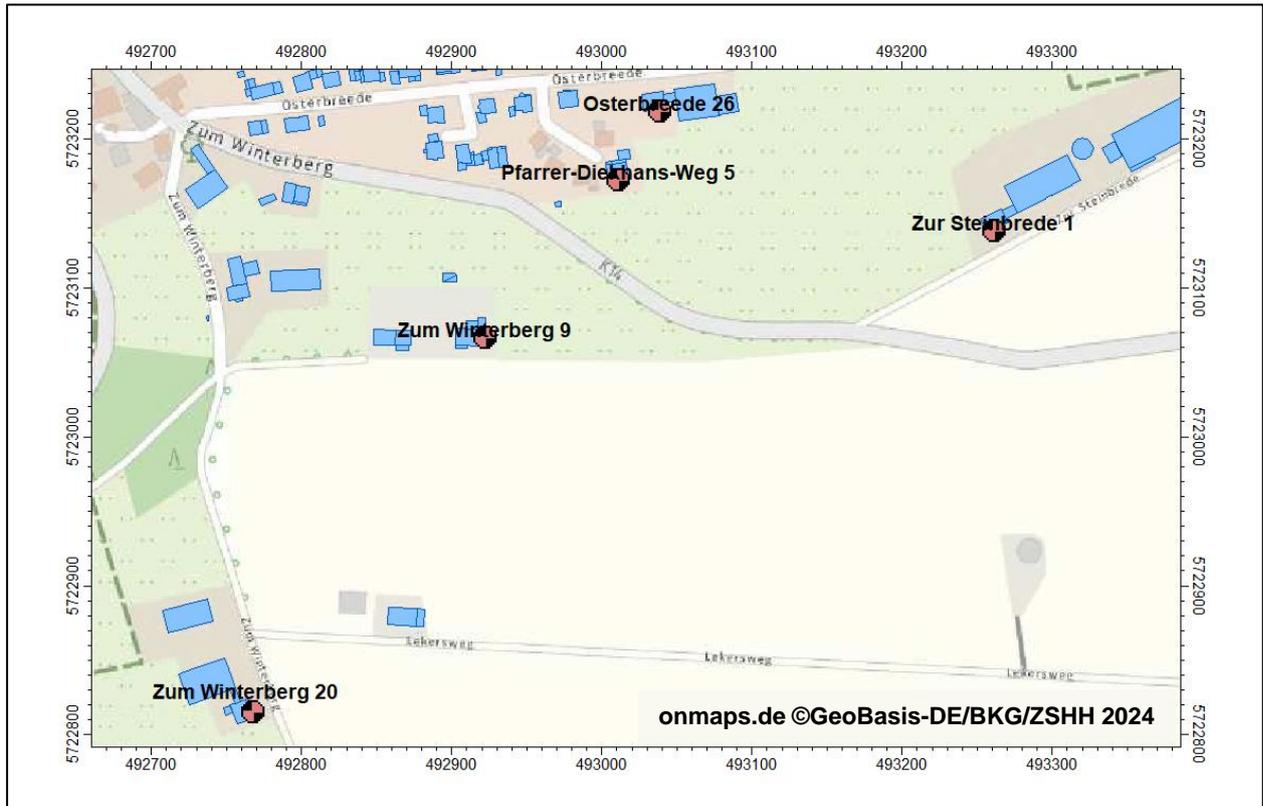


Abbildung 5: Lage der Immissionsorte in Iggenhausen



Abbildung 6: Lage des Immissionsorts Asseln/Heggehof

2.3.4 Gemengelage

Die Immissionsorte in Herbram, *Rickhöfe 2* und *6* liegen laut Flächennutzungsplan Lichtenau in einer Wohnbaufläche, welche nach TA Lärm der Schutzwürdigkeit eines Allgemeinen Wohngebiets entspricht. Die Baureihe grenzt nach Westen hin an den Außenbereich an. (vgl. Abbildung 3).

Nach Ziffer 6.7 TA Lärm [3] sowie Windenergieerlass NRW [15] können bei einer vorliegenden planungsrechtlichen Gemengelage die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionsrichtwerte auf einen sachgemäßen Zwischenwert angehoben werden, um die Belange zweier aneinander-stoßender und baurechtlich vorgesehener Nutzungsarten entsprechend zu würdigen und Nutzungskonflikte zu verhindern. Dies gilt analog und gemäß Rechtslage auch für das Aneinandergrenzen von Wohnbebauung und Außenbereich, mit den dortigen privilegierten lärmintensiven Nutzungen wie der Windenergie. Gleiches wurde in Gerichtsurteilen hierzu [16] [17] [18] bestätigt. Bei der Bildung des Zwischenwerts sind Umfang, Gewicht und Eigenart der aneinandergrenzenden Gebiete zu würdigen. Die Immissionsrichtwerte für Kern-, Dorf- und Mischgebiete sollen dabei nicht überschritten werden.

Für die Immissionsorte in der (außen liegenden) Baureihe *Rickhöfe* wird aufgrund ihrer Randlage zum Außenbereich entsprechend der Rechtsprechung ein leicht erhöhter Zwischenwert von 41 dB(A) zugrunde gelegt.

2.4 Potenzielle Schallreflexionen und Abschirmungseffekte

Für Schallreflexionen kann davon ausgegangen werden, dass sich der Schalldruckpegel an einem Aufpunkt durch eine vollständige Reflexion an einer Gebäudefläche maximal verdoppeln kann (+3 dB) [19]. Ausgehend von einem üblichen Reflexionsverlust von 1 dB an Gebäudewänden sind Reflexionen dementsprechend nur an Aufpunkten relevant, an denen ein Beurteilungspegel von weniger als 2,5 dB unter dem Immissionsrichtwert berechnet wurde.

Schallreflexionen, die den Beurteilungspegel relevant erhöhen, treten in der Regel bei Gebäude-WEA-Konstellationen auf, bei denen sich Fenster nahe an über Eck stehenden Gebäudewinkeln befinden, also bei L- oder U-förmigen Gebäudekonstellationen wobei die WEA mehrheitlich in Richtung der geöffneten Seite stehen (vgl. Abbildung 7).

Merkliche Reflexionen ergeben sich in der Praxis überwiegend an eher niedrigen Nebengebäuden wie Schuppen, Garagen, Gewächshäusern im Erdgeschossbereich der Wohngebäude. Hier

können aber auch Abschirmungen vorgelagerter Gebäude (-teile) wieder zu Pegelsenkungen führen. Im Regelfall ergibt die Berechnung für freie Schallausbreitung (ohne Gebäudeeffekte) für die meisten Immissionsorte höhere Pegel, als bei der Berücksichtigung der konkreten abschirmenden Bebauungsstruktur. Dies gilt insbesondere innerhalb von zusammenhängend bebauten Gebieten.

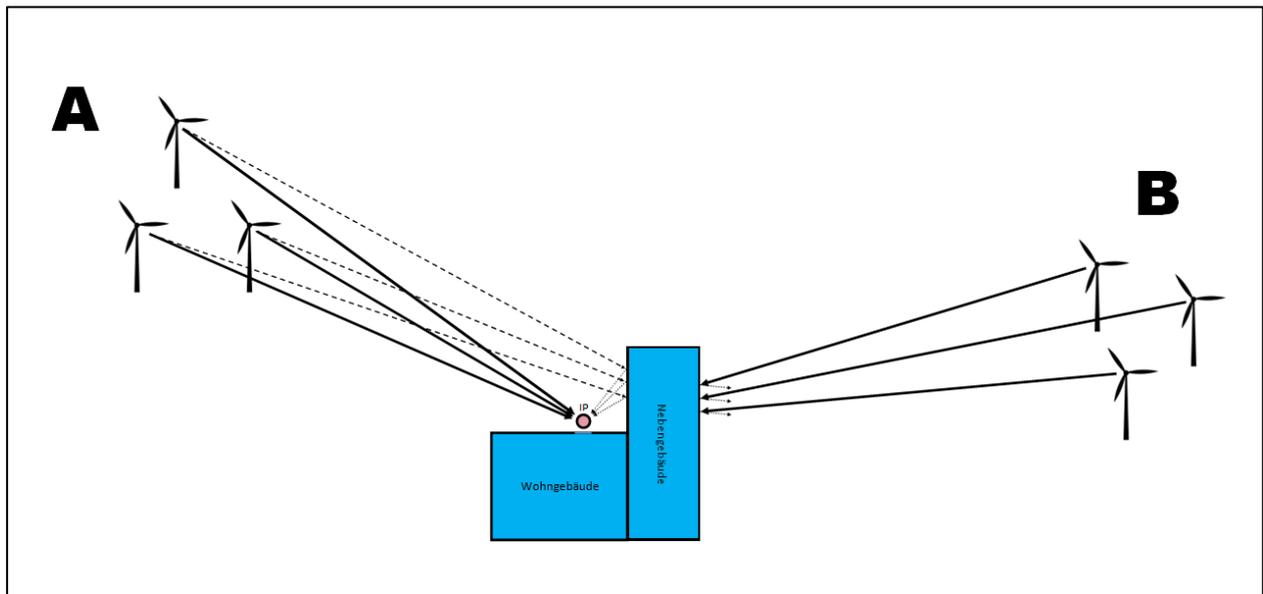


Abbildung 7: Reflexionen (A) und Abschirmungen (B) an Gebäuden

In der vorliegenden Berechnung mittels IMMI [12] werden die abschirmenden Effekte des Geländes sowie die reflektierenden und abschirmenden Effekte von Gebäuden mit berücksichtigt (konform nach ISO 9613-2 [4] / LAI [6] / Interimsverfahren [5], siehe dazu auch Agatz 2023 [10]). Die Empfehlungen für die Berechnungseinstellungen [11] wurden umgesetzt.

Die Wohn- und Nebengebäude wurden als 3D-Gebäudemodell (LoD1) auf Grundlage der Amtlichen Basiskarte von den Geodatenämtern des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen bezogen NRW [14] und an einzelnen Gebäuden verfeinert. Alle Gebäude wurden mit reflektierenden Hauswänden (Wand-Absorptionsverlust = 1 dB) eingerichtet.

Vor allem für Immissionsorte in Tallagen und hinter abschirmenden Gebäudeteilen ergeben sich durch die Berücksichtigung des Abschirmungseffektes niedrigere Schallimmissionspegel als bei Berechnungen mit freier Ausbreitung. An reflektierenden Wänden von Gebäuden in erster Baureihe mit entsprechend günstigen Lagebeziehungen können dagegen Pegelerhöhungen durch Reflexionen erwartet werden.

2.5 Vorbelastungen

2.5.1 Gewerbliche Vorbelastungen

Im Vorfeld der Ortsbesichtigung wurde das Planungsgebiet anhand von Kartenmaterial auf potenzielle gewerbliche Vorbelastungsquellen untersucht. Während der Ortsbesichtigung am 18.07.2024 wurde das Gebiet auf relevante Geräuschemissionen geprüft. Zudem wurde an den maßgeblichen Immissionsorten auf Geräusche einer potenziellen Vorbelastung geachtet.

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

Es wurden keine solche Immissionsort-nahe bzw. immissionsrelevante gewerbliche Vorbelastungen im Planungsraum ermittelt.

2.5.2 Windenergieanlagen

Nach bestehenden Datengrundlagen [20] [21] sowie Informationen des Umweltamt Paderborn [22] besteht eine zu berücksichtigende Vorbelastung durch bestehende und geplante Windenergieanlagen in der Nähe des Standorts. Es wurden insgesamt 211 Vorbelastungs-WEA berücksichtigt. Eine vollständige Liste aller berücksichtigten WEA inklusive der wichtigsten emissions-technischen Kenndaten befindet sich im Anhang (siehe Tabelle „WEA Kennwerte“).

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

Gemäß Rechtslage [23] [24] [25] ist die Vorbelastung entsprechend ihres rechtlich festgelegten genehmigungskonformen Betriebs anzusetzen. Bei Fehlen rechtlich definierter Emissionen ist eine technisch plausibel begründete Annahme nach dem Stand des Wissens zum Zeitpunkt der Erteilung der Genehmigung zu treffen.

Für die Vorbelastungs-WEA mit bekannten Genehmigungspegeln wurden die Oktavspektren aus den Behördenangaben oder bei Fehlen aus Herstellerangaben oder Vermessungen ($L_{WA, Okt, Quelle}$) der jeweiligen Anlagentypen herangezogen und bei Abweichungen zum Genehmigungspegel mittels eines Skalierungsfaktors (ΔL_s) auf diesen skaliert. Der Zuschlag im Sinne des oberen

Vertrauensbereichs für jedes einzelne Oktavband ΔL_o wurde aus vorliegenden Genehmigungswerten übernommen.

Für die Vorbelastungs-WEA ohne bekannten bzw. festgelegten Genehmigungspegel wurden Schallleistungspegel aus Vermessungen der jeweiligen Anlagentypen verwendet. Ein Zuschlag gemäß LAI-Hinweisen wurde nicht vergeben, wenn er genehmigungsrechtlich nicht festgelegt wurde (siehe auch Rechtslage: [26] [27], Windenergiehandbuch 2022 S. 142ff).

Die jeweiligen Auszüge aus den Herstellerangaben und Messberichten sowie die Genehmigungsangaben liegen vor und können bei Bedarf vorgelegt werden.

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

2.6 Zusatzbelastung

Der Auftraggeber plant am Standort Lichtenau (WEA 16 & 17) zwei WEA des Typs Nordex N175/6.X mit 179 m Nabenhöhe zu errichten (siehe Tabelle 4). Der WEA-Typ verfügt standardmäßig über schallmindernde Hinterkantenkämme an den Rotorblättern.

Tabelle 4: Kenndaten der geplanten WEA

WEA ID	WEA Hersteller	WEA Typ	NH (m)	Koordinaten (UTM 32 ETRS89)		Betriebsmodus (nachts)
				Ost	Nord	
16	Nordex	N175/6.X	179	493.906	5.723.084	Mode 9
17	Nordex	N175/6.X	179	493.274	5.722.513	Mode 7

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

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

Tabelle 5: WEA-Schallwerte Zusatzbelastung Tagbetrieb Mode 0

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung		Betriebsmodus		NH		
		16, 17		N175/6.X		Mode 0		179	
Oktavspektrum	Berichtsnummer				Datum		Typ		
	F008_278_A19_IN-Rev.04				24.04.2024		Herstellerangabe		
Unsicherheiten	σ_R (dB)		σ_P (dB)		σ_{Prog} (dB)		ΔL_o (dB)		
	0,5		1,2		1,0		2,1		
Frequenz f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$L_{ges.}$
$L_{WA,Okt}$ (dB(A))	89,7	96,5	99,9	100,4	101,3	99,2	89,9	73,4	106,9
$L_{e,max,Okt}$ (dB(A))	91,4	98,2	101,6	102,1	103,0	100,9	91,6	75,1	108,6
$L_{o,Okt}$ (dB(A))	91,8	98,6	102,0	102,5	103,4	101,3	92,0	75,5	109,0

Tabelle 6: WEA-Schallwerte Zusatzbelastung Nachtbetrieb WEA 16 Mode 9

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung		Betriebsmodus		NH		
		16		N175/6.X		Mode 9		179	
Oktavspektrum	Berichtsnummer				Datum		Typ		
	F008_278_A19_IN-Rev.04				24.04.2024		Herstellerangabe		
Unsicherheiten	σ_R (dB)		σ_P (dB)		σ_{Prog} (dB)		ΔL_o (dB)		
	0,5		1,2		1,0		2,1		
Frequenz f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$L_{ges.}$
$L_{WA,Okt}$ (dB(A))	83,8	90,6	94,0	94,5	95,4	93,3	84,0	67,5	101,0
$L_{e,max,Okt}$ (dB(A))	85,5	92,3	95,7	96,2	97,1	95,0	85,7	69,2	102,7
$L_{o,Okt}$ (dB(A))	85,9	92,7	96,1	96,6	97,5	95,4	86,1	69,6	103,1

Tabelle 7: WEA-Schallwerte Zusatzbelastung Nachtbetrieb WEA 17 Mode 7

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung		Betriebsmodus		NH		
		16		N175/6.X		Mode 7		179	
Oktavspektrum	Berichtsnummer				Datum		Typ		
	F008_278_A19_IN-Rev.04				24.04.2024		Herstellerangabe		
Unsicherheiten	σ_R (dB)		σ_P (dB)		σ_{Prog} (dB)		ΔL_o (dB)		
	0,5		1,2		1,0		2,1		
Frequenz f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$L_{ges.}$
$L_{WA,Okt}$ (dB(A))	86,4	93,2	96,6	97,1	98,0	95,9	86,6	70,1	103,6
$L_{e,max,Okt}$ (dB(A))	88,1	94,9	98,3	98,8	99,7	97,6	88,3	71,8	105,3
$L_{o,Okt}$ (dB(A))	88,5	95,3	98,7	99,2	100,1	98,0	88,7	72,2	105,7

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

Weiterführende Informationen befinden sich in Kapitel 3 („Genehmigungsfestsetzungen und rechtskonformer Betrieb“) im Anhang „Theoretische Grundlagen“. Falls der Prognose eine Vermessung zugrunde liegt, können die mit den Emissionswerten verbundenen Betriebsparameter (Drehzahl, Leistung, Modus, Gesamtschalleistungspegel) in der Genehmigung zusätzlich mit aufgeführt werden, entscheidend sind jedoch die festgelegten o.g. Oktavdaten (siehe auch [10], S. 243).

3 Ergebnisse der Immissionsberechnungen

3.1 Beurteilungspegel an den Immissionsorten

Die basierend auf den in den vorigen Kapiteln genannten Kenn- und Eingangsdaten ermittelten Beurteilungspegel für die lauteste Nachtstunde nach dem oberen Vertrauensbereich L_r bei Berücksichtigung aller kausal zum Beurteilungspegel beitragenden³ Quellen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen. In der folgenden Tabelle wird für jeden Immissionsort (IO / Wohnhaus) der Immissionspunkt (IP) mit dem höchsten Gesamtbeurteilungspegel dargestellt. Eine vollständige Liste der Beurteilungspegel aus Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung an allen Immissionspunkten kann dem Anhang entnommen werden.

Tabelle 8: Immissions-/ Beurteilungspegel (L_r) der Vor-, Zusatz und Gesamtbelastung

IP _{max}	IO / Bezeichnung	IRW_N (dB(A))	$L_{r,VB}$ (dB(A))	$L_{r,ZB}$ (dB(A))	$L_{r,GB}$ (dB(A))	L_r (dB(A))	ΔIRW_{GB} (dB)	ΔIRW_{ZB} (dB)
1	Herbram, Rickhöfe 6	41	41,4	31,2	41,8	42	+1	-10
3	Herbram, Rickhöfe 2	41	41,7	31,4	42,1	42	+1	-10
5	Herbram, Zum Wallberg 1	40	40,7	31,4	41,2	41	+1	-9
7	Herbram, Zum Wallberg 2	40	39,4	31,0	40,0	40	0	-9
9	Herbram, Asselner Straße 30	40	38,0	28,8	38,5	38 ⁴	-2	-11
10	Herbram, Asselner Straße 38	40	38,5	30,3	39,1	39	-1	-10
11	Iggenhausen, Zum Winterberg 20	45	44,4	40,5	45,9	46	+1	-4
12	Iggenhausen, Zum Winterberg 9	45	42,9	39,9	44,6	45	0	-5
13	Iggenhausen, Pfarrer-Diekhans-Weg 5	45	41,9	39,4	43,9	44	-1	-6
14	Iggenhausen, Osterbreede 26	45	40,6	37,8	42,4	42	-3	-7
15	Iggenhausen, Zur Steinbreede 1	45	44,1	41,2	45,9	46	+1	-4
16	Asseln, Heggehof 2	45	49,9	-	49,9	50	5	- ⁵

³ Nach den Leitideen der TA Lärm [vgl. Ziffer 2.2 TA Lärm (Einwirkungsbereich), Ziffer 3.2.1 TA Lärm (Irrelevanz von Teilbeiträgen), Ziffer A.3.3.3 TA Lärm (Messung nur wesentlicher Beiträge), siehe auch Landmann/Röhmer Rn 12, Rn 13 sowie Feldhaus Rn 21, 23 zu Nr.3 bzw. Ziffer 3.2.1)], welche auch in anderen immissionsschutzrechtlichen Richtlinien weitergeführt wird (vgl. Irrelevanz in DIN 45691), sind nur wesentliche, den Beurteilungspegel bestimmende Teilimmissionspegel bzw. Quellen bei der Bildung des Beurteilungspegels zu beachten und zu bewerten, da diese kausal zum Beurteilungspegel beitragen. Kleinere Immissionsbeiträge, welche zwar einen (minimalen) rechnerischen Beitrag leisten, aber aufgrund ihrer Geringfügigkeit meist weder subjektiv noch messtechnisch nachweisbar sind, können vernachlässigt werden, ohne eine Verletzung der Schutzpflicht zu erwirken (vgl. u.a. Jarass Rn 16 zu § 5 BImSchG). Dies wurde auch in verschiedenen Gerichtsurteilen bestätigt [29] [30] [31].

In Anlehnung an die bestehenden Regelungen und nach den Kriterien des Kreises Paderborn wird eine Irrelevanzschwelle von 15 dB unter dem Richtwert für jede Einzel-WEA angewendet. Hierbei werden Teilimmissionsbeiträge von WEA, welche mehr als 15 dB unter dem Richtwert liegen, nicht zur Bildung des Beurteilungspegels verwendet. In der im Anhang aufgeführten Tabelle können alle Teilimmissionspegel aller WEA an allen Immissionspunkten mit Darstellung der relevanten Beiträge eingesehen werden.

⁴ Beurteilungspegel gemäß TA Lärm. Es wurden die Rundungsregeln gemäß Nr. 4.5.1 DIN 1333 [28] angewendet. In Einzelfällen kann es Abweichungen in der Darstellung bei auf eine und auf keine Nachkommastellen gerundeten Werten geben (z. Bsp. 32,47 → 32,5 → 32). Siehe dazu auch die detaillierten Ergebnisse im Anhang.

⁵ Kein kausaler Beitrag gemäß 15-dB-Irrelevanzkriterium, siehe auch Teilimmissionspegel im Anhang

Im Anhang ist eine Tabelle mit den Teilimmissionspegeln aller WEA an allen Immissionsorten und die jeweils relevanten Beiträge dargestellt. Weiterhin ist im Anhang eine Rasterkarte für die Immissionspegel der Gesamtbelastung wiedergegeben.

3.2 Bewertung der Ergebnisse

An den Immissionsorten in Herbram, *Rickhöfe 2, 6* und *Zum Wallberg 1* sowie in Iggenhausen, *Zum Winterberg 20* und *Zur Steinbrede 1* wird der nächtliche Immissionsrichtwert um 1 dB überschritten. Nach dem Irrelevanzkriterium in Ziffer 3.2.1 Absatz 3 TA Lärm [3] ist eine Überschreitung um bis zu 1 dB aufgrund der bestehenden Vorbelastung nicht als erhebliche Umwelteinwirkung i. S. d. Schutzzwecks des BImSchG [1] anzusehen.

Am Immissionsort Asseln, *Heggehof 2* wird der nächtliche Immissionsrichtwert bereits durch die Vorbelastung deutlich überschritten. Die Zusatzbelastung (jede Einzelanlage) unterschreitet den Immissionsrichtwert um mindestens 15 dB. Nach Ziffer 3.2.1 Absatz 2 TA Lärm [3] sowie den Kriterien des Kreises Paderborn ist der Zusatzbeitrag als irrelevant anzusehen (siehe auch OVG Urteile dazu [7], [8]). Die Vorbelastung ist als ursächlich für die Überschreitung anzusehen, während die Zusatzbelastung keinen kausalen Beitrag leistet bzw. nicht als erhebliche Belästigung ins Gewicht fällt.

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

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

Die detaillierten, auf Grundlage der in Kapitel 2 beschriebenen Daten erzielten Ergebnisse für den Standort Lichtenau (WEA 16 & 17) sind in Kapitel 3 wiedergegeben. Änderungen an den Positionen der Anlagen, dem Anlagentyp, den in den Herstellerangaben des Anlagentyps genannten Anlagenspezifikationen oder sonstigen relevanten Einflussfaktoren für die Schallberechnung erfordern ein neues Gutachten.

Die vorliegende Schallimmissionsprognose wurde konservativ angesetzt, so dass die berechneten Ergebnisse auf der „Sicheren Seite“ liegen. Weitere Informationen zu den theoretischen

Grundlagen sind der „Anlage zur Schallimmissionsprognose der Ramboll Deutschland GmbH“ zu entnehmen.

3.3 Tagbetrieb

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

4 Quellenverzeichnis

- [1] BImSchG, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG)*, Inkrafttreten: 22.03.1974, in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013, zuletzt geändert durch Gesetz vom 26.07.2023..
- [2] Norm, „DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien,“ 2018.
- [3] TA Lärm, *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)*, Vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503); Inkrafttreten der letzten Änderung: 9. Juni 2017.
- [4] Norm, *DIN ISO 9613-2:1999-10, Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren.*
- [5] NALS im DIN und VDI, *Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen*, Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien", 2015.
- [6] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz - LAI , *Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)*, Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016.
- [7] Urteil, OVG Münster 8 A 2358/08, 30. Juli 2009.
- [8] Urteil, OVG Lüneburg 12 LA 157/08, 31. März 2010.
- [9] TK25, Topografische Karte im Maßstab 1:25.000, Landesvermessungsamt des jeweiligen Bundeslandes, aktuellste Version.
- [10] Monika Agatz, *Windenergie Handbuch - 19. Ausgabe*, Gelsenkirchen, März 2023.
- [11] Monika Agatz, *Fachseminar - Das Interimsverfahren in der Praxis*, 30.09.19.
- [12] Wölfel Engineering GmbH + Co. KG, IMMI - Das Programm zur Schallimmissionsprognose, Version 2024.
- [13] Norm, DIN 18005-1 - Schallschutz im Städtebau - Beiblatt 1 - Orientierungswerte, 2023-07.
- [14] Geoportal.NRW / Geobasis NRW, 3D Gebäudemodelle LoD1.
- [15] MULNV et al. NRW, *Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass)*, 8. Mai 2018.
- [16] Urteil, *OVG Münster 8 A 1710/10*, 17.01.2012.
- [17] Urteil, *OVG Weimar 1 EO 346/08*, 29.01.2009.
- [18] OVG Berlin-Brandenburg 11 B 1.18, 13.01.2022.
- [19] Hoffmann/von_Lüpke, *0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel - Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung des Lärms*., Erich Schmidt Verlag, 1993.
- [20] Ramboll, *Windenergieanlagen Datenbank "Windpark Deutschland"*.

- [21] Bundesnetzagentur - Marktstammdatenregister,
<https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Datendownload>.
- [22] Kreis Paderborn, Umweltamt, AW: Vorbelastungen Herbram/Iggenhausen, 01.10.2024.
- [23] OVG Münster, 8 A 894/17, 5.10.2020.
- [24] OVG Lüneburg, 12 LA 105/11, 16.07.2012.
- [25] OVG Münster, 8 B 797/09, 27.08.2009.
- [26] OVG Münster, 8 B 390/15, 27.07.2015.
- [27] OVG NRW, 7 B 665/02, 17.05.2002.
- [28] Norm, *DIN 1333:1992-02, Zahlenangaben*.
- [29] OVB Lüneburg 12 ME 156/18.
- [30] OVG Münster 8 A 3518/19, 22.03.2021.
- [31] VGH Hessen 9 A 103/11, 25.07.2011.

5 Anhang

Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen

- Rasterkarten
 - Zusatzbelastung Nacht
 - Gesamtbelastung Nacht
- Berechnungsergebnisse
 - Tabellarische Übersicht
 - Teilimmissionspegel
 - Zusatzbelastung
 - Zusatzbelastung $L_{e,max}$

Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen

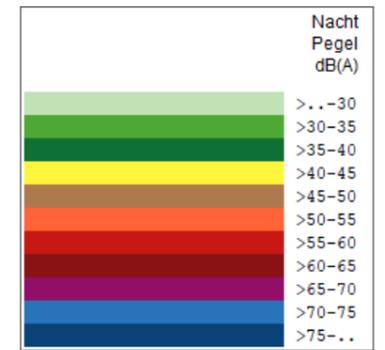
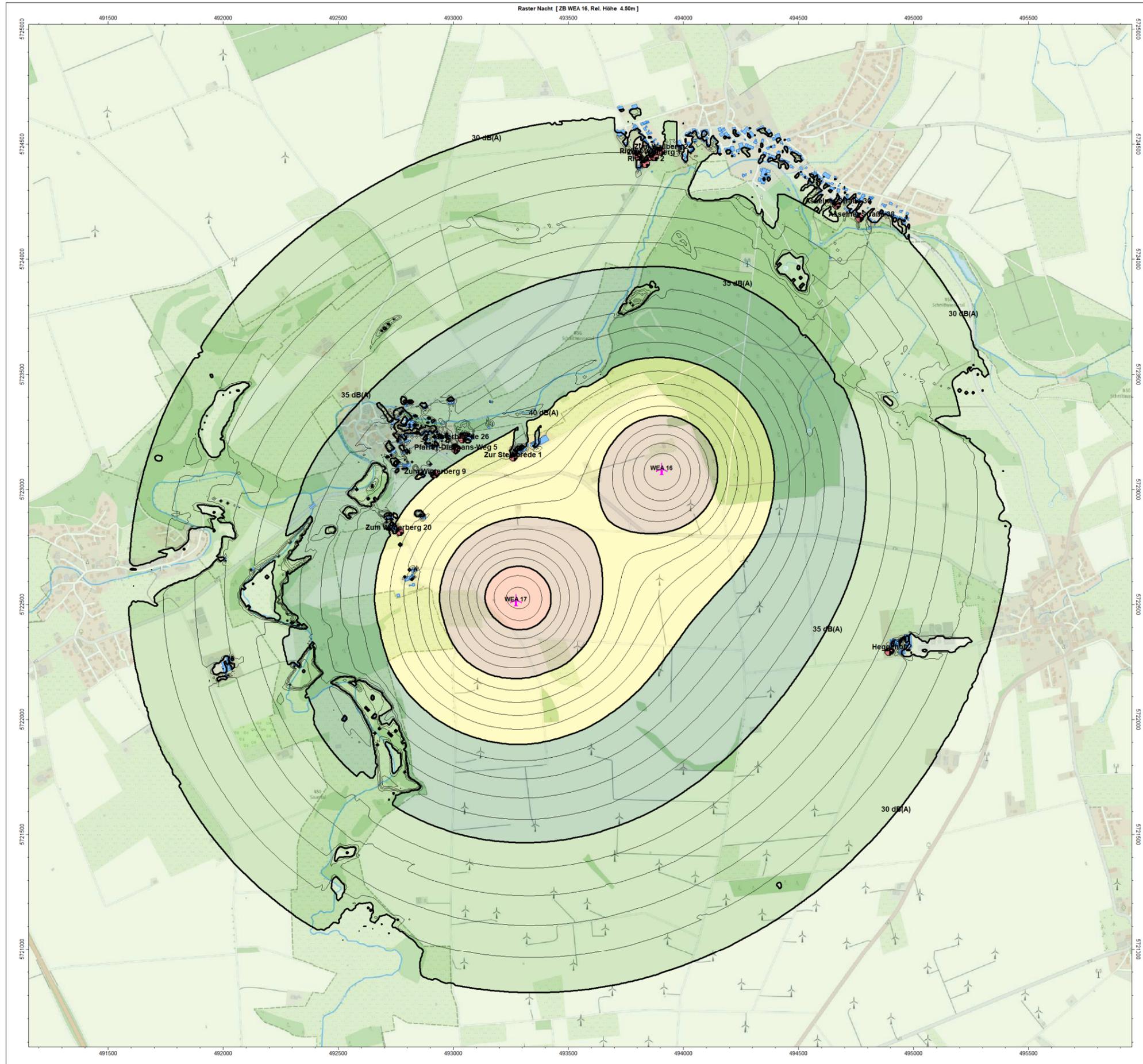
- Tabelle WEA Kenndaten
- Berechnungsgrundlagen
- Herstellerangabe zum Schalleistungspegel mit zugehörigem Oktavspektrum des WEA-Typs Nordex N175/6.X

Teil III: Akkreditierung und Theoretische Grundlagen

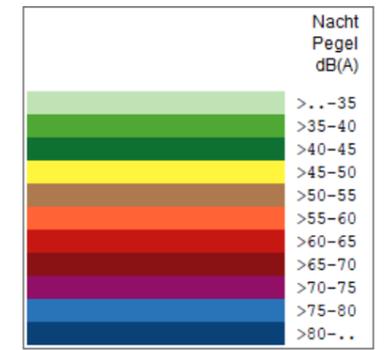
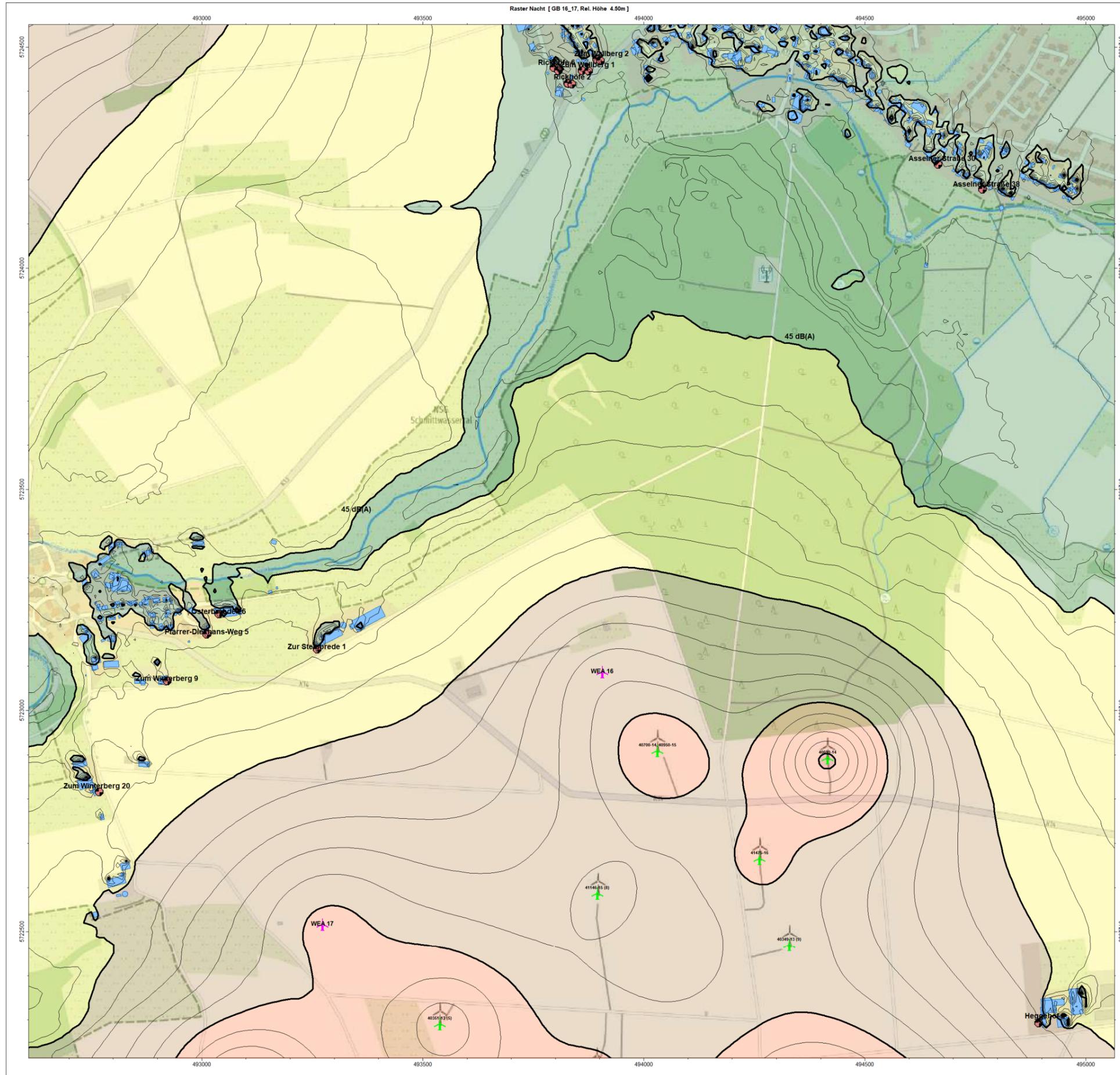
- Akkreditierungsurkunde
- Theoretische Grundlagen.

Anhang Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen

Rasterkarte Zusatzbelastung (nacht) – Lichtenau WEA 16 & 17



Rasterkarte Gesamtbelastung (nacht) – Lichtenau WEA 16 & 17 - Ausschnitt



Berechnungsergebnisse Übersicht



IP	Name	IRW	VB	ZB	GB	Lr	Δ IRW,GB	Δ IRW,ZB
IPkt001	Herbram, Rickhöfe 6 2 H 1West	41	41,4	31,2	41,8	42	1	-10
IPkt002	Herbram, Rickhöfe 6 1 H 1S/O	41	33,5	31,0	35,5	35	-6	-10
IPkt003	Herbram, Rickhöfe 2 2 H 1S/W	41	41,7	31,4	42,1	42	1	-10
IPkt004	Herbram, Rickhöfe 2 1 H 1S/O	41	34,9	31,3	36,5	36	-5	-10
IPkt005	Herbram, Zum Wallberg 1 1 H 1S/W	40	40,7	31,4	41,2	41	1	-9
IPkt006	Herbram, Zum Wallberg 1 1 H 1S/O	40	35,7	31,1	37,0	37	-3	-9
IPkt007	Herbram, Zum Wallberg 2 2 H 1S/W	40	39,4	31,0	40,0	40	0	-9
IPkt008	Herbram, Zum Wallberg 2 1 H 1S/O	40	35,6	30,9	36,9	37	-3	-9
IPkt009	Herbram, Asselner Straße 30 1 H 1Süd	40	38,0	28,8	38,5	38	-2	-11
IPkt010	Herbram, Asselner Straße 38 1 H 1S/W	40	38,5	30,3	39,1	39	-1	-10
IPkt011	Iggenhausen, Zum Winterberg 20 1 H 1Ost	45	44,4	40,5	45,9	46	1	-4
IPkt012	Iggenhausen, Zum Winterberg 9 1 H 1Ost	45	42,9	39,9	44,6	45	0	-5
IPkt013	Iggenhausen, Pfarrer-Diekhans-Weg 5 1 H 1Süd	45	41,9	39,4	43,9	44	-1	-6
IPkt014	Iggenhausen, Osterbreite 26 1 H 1S/O	45	40,6	37,8	42,4	42	-3	-7
IPkt015	Iggenhausen, Zur Steinbreite 1 1 H 1Süd	45	44,1	41,2	45,9	46	1	-4
IPkt016	Asseln, Heggehof 2 1 H 1S/W	45	49,9	0,0	49,9	50	5	-45

Zusatzbelastung



Kurze Liste	ZB
Immissionsberechnung	
ZB WEA 16 & 17	Einstellung: Referenzeinstellung

Nr.	IP	IP: Bezeichnung	IP: x /m	IP: y /m	IP: z /m	Tag			Nacht		
						IRW	Lr	Ü.IRW	IRW	Lr	Ü.IRW
1	IPkt001	Herbram, Rickhöfe 6 2 H 1West	493796,8	5724452,8	289,1	55,0	36,2	-18,8	41,0	31,2	-9,8
2	IPkt002	Herbram, Rickhöfe 6 1 H 1S/O	493807,0	5724446,3	288,3	55,0	36,0	-19,0	41,0	31,0	-10,0
3	IPkt003	Herbram, Rickhöfe 2 2 H 1S/W	493828,8	5724417,5	285,6	55,0	36,4	-18,6	41,0	31,4	-9,6
4	IPkt004	Herbram, Rickhöfe 2 1 H 1S/O	493837,2	5724415,8	285,4	55,0	36,4	-18,6	41,0	31,3	-9,7
5	IPkt005	Herbram, Zum Wallberg 1 1 H 1S/W	493860,6	5724446,2	285,3	55,0	36,3	-18,7	40,0	31,4	-8,6
6	IPkt006	Herbram, Zum Wallberg 1 1 H 1S/O	493875,3	5724445,1	284,4	55,0	36,1	-18,9	40,0	31,1	-8,9
7	IPkt007	Herbram, Zum Wallberg 2 2 H 1S/W	493893,8	5724471,9	283,9	55,0	36,1	-18,9	40,0	31,0	-9,0
8	IPkt008	Herbram, Zum Wallberg 2 1 H 1S/O	493902,4	5724468,7	283,4	55,0	36,0	-19,0	40,0	30,9	-9,1
9	IPkt009	Herbram, Asselner Straße 30 1 H 1Süd	494665,5	5724234,0	282,6	55,0	35,5	-19,5	40,0	30,1	-9,9
10	IPkt010	Herbram, Asselner Straße 38 1 H 1S/W	494766,0	5724177,8	284,5	55,0	35,5	-19,5	40,0	30,3	-9,7
11	IPkt011	Iggenhausen, Zum Winterberg 20 1 H 1Ost	492768,1	5722815,5	306,6	60,0	44,2	-15,8	45,0	40,5	-4,5
12	IPkt012	Iggenhausen, Zum Winterberg 9 1 H 1Ost	492922,5	5723066,6	297,9	60,0	43,8	-16,2	45,0	39,9	-5,1
13	IPkt013	Iggenhausen, Pfarrer-Diekhans-Weg 5 1 H 1Süd	493011,1	5723171,8	285,8	60,0	43,5	-16,5	45,0	39,4	-5,6
14	IPkt014	Iggenhausen, Osterbreede 26 1 H 1S/O	493039,2	5723218,3	280,1	60,0	41,9	-18,1	45,0	38,2	-6,8
15	IPkt015	Iggenhausen, Zur Steinbreede 1 1 H 1Süd	493261,4	5723138,3	304,5	60,0	45,6	-14,4	45,0	41,2	-3,8
16	IPkt016	Asseln, Heggehof 2 1 H 1S/W	494893,4	5722293,0	343,8	60,0	37,6	-22,4	45,0	32,8	-12,2

Zusatzbelastung

Mittlere Liste »		ZB			
Immissionsberechnung		Einstellung: Referenzeinstellung			
IPkt001 »	Herbram, Rickhöfe 6 2 H	ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 493796,85 m		y = 5724452,76 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	34,73	34,73	28,83	28,83
WEAI002 »	WEA 17	30,76	36,19	27,46	31,21
	Summe		36,19	31,21	

IPkt002 »		ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
	Herbram, Rickhöfe 6 1 H	x = 493807,05 m		y = 5724446,30 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	34,60	34,60	28,70	28,70
WEAI002 »	WEA 17	30,48	36,02	27,18	31,02
	Summe		36,02	31,02	

IPkt003 »		ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
	Herbram, Rickhöfe 2 2 H	x = 493828,82 m		y = 5724417,55 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	35,00	35,00	29,10	29,10
WEAI002 »	WEA 17	30,77	36,39	27,47	31,37
	Summe		36,39	31,37	

IPkt004 »		ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
	Herbram, Rickhöfe 2 1 H	x = 493837,18 m		y = 5724415,83 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	35,02	35,02	29,12	29,12
WEAI002 »	WEA 17	30,60	36,36	27,30	31,32
	Summe		36,36	31,32	

IPkt005 »		ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
	Herbram, Zum Wallberg 1	x = 493860,60 m		y = 5724446,16 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	34,78	34,78	28,88	28,88
WEAI002 »	WEA 17	31,05	36,32	27,75	31,37
	Summe		36,32	31,37	

IPkt006 »		ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
	Herbram, Zum Wallberg 1	x = 493875,27 m		y = 5724445,11 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	34,80	34,80	28,90	28,90
WEAI002 »	WEA 17	30,39	36,14	27,09	31,10
	Summe		36,14	31,10	

Zusatzbelastung



IPkt007 »	Herbram, Zum Wallberg 2	ZB WEA 16 & 17	Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 493893,85 m	y = 5724471,90 m		z = 283,87 m	
		Tag		Nacht		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	
WEAI001 »	WEA 16	34,77	34,77	28,87	28,87	
WEAI002 »	WEA 17	30,19	36,07	26,89	31,01	
	Summe		36,07		31,01	

IPkt008 »	Herbram, Zum Wallberg 2	ZB WEA 16 & 17	Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 493902,44 m	y = 5724468,65 m		z = 283,39 m	
		Tag		Nacht		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	
WEAI001 »	WEA 16	34,62	34,62	28,72	28,72	
WEAI002 »	WEA 17	30,20	35,96	26,90	30,91	
	Summe		35,96		30,91	

IPkt009 »	Herbram, Asselner Straße	ZB WEA 16 & 17	Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 494665,52 m	y = 5724234,02 m		z = 282,64 m	
		Tag		Nacht		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	
WEAI001 »	WEA 16	34,66	34,66	28,76	28,76	
WEAI002 »	WEA 17	27,71	35,46	24,41	30,12	
	Summe		35,46		30,12	

IPkt010 »	Herbram, Asselner Straße	ZB WEA 16 & 17	Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 494766,02 m	y = 5724177,78 m		z = 284,50 m	
		Tag		Nacht		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	
WEAI001 »	WEA 16	34,56	34,56	28,66	28,66	
WEAI002 »	WEA 17	28,63	35,55	25,33	30,32	
	Summe		35,55		30,32	

IPkt011 »	Iggenhausen, Zum	ZB WEA 16 & 17	Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 492768,12 m	y = 5722815,53 m		z = 306,57 m	
		Tag		Nacht		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	
WEAI001 »	WEA 16	36,46	36,46	30,56	30,56	
WEAI002 »	WEA 17	43,36	44,17	40,06	40,52	
	Summe		44,17		40,52	

IPkt012 »	Iggenhausen, Zum	ZB WEA 16 & 17	Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 492922,52 m	y = 5723066,57 m		z = 297,89 m	
		Tag		Nacht		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	
WEAI001 »	WEA 16	38,24	38,24	32,34	32,34	
WEAI002 »	WEA 17	42,32	43,75	39,02	39,87	
	Summe		43,75		39,87	

Zusatzbelastung



IPkt013 »	Iggenhausen, Pfarrer- St. Martin, WEA 16 & 17	ZB WEA 16 & 17				Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 493011,12 m		y = 5723171,84 m		z = 285,76 m	
		Tag		Nacht			
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A		
		/dB	/dB	/dB	/dB		
WEAI001 »	WEA 16	39,11	39,11	33,21	33,21		
WEAI002 »	WEA 17	41,52	43,49	38,22	39,41		
	Summe		43,49		39,41		

IPkt014 »	Iggenhausen, St. Martin, WEA 16 & 17	ZB WEA 16 & 17				Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 493039,24 m		y = 5723218,35 m		z = 280,07 m	
		Tag		Nacht			
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A		
		/dB	/dB	/dB	/dB		
WEAI001 »	WEA 16	34,48	34,48	28,58	28,58		
WEAI002 »	WEA 17	41,05	41,92	37,75	38,25		
	Summe		41,92		38,25		

IPkt015 »	Iggenhausen, Zur St. Martin, WEA 16 & 17	ZB WEA 16 & 17				Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 493261,39 m		y = 5723138,33 m		z = 304,46 m	
		Tag		Nacht			
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A		
		/dB	/dB	/dB	/dB		
WEAI001 »	WEA 16	42,35	42,35	36,45	36,45		
WEAI002 »	WEA 17	42,79	45,59	39,49	41,24		
	Summe		45,59		41,24		

IPkt016 »	Asseln, Heggehof 2 1 H St. Martin, WEA 16 & 17	ZB WEA 16 & 17				Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 494893,39 m		y = 5722293,01 m		z = 343,84 m	
		Tag		Nacht			
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A		
		/dB	/dB	/dB	/dB		
WEAI001 »	WEA 16	35,74	35,74	29,84	29,84		
WEAI002 »	WEA 17	33,02	37,60	29,72	32,79		
	Summe		37,60		32,79		

Zusatzbelastung Lemax (Kontrollwerte)



Mittlere Liste »		ZB Lemax			
Immissionsberechnung					
IPkt001 »	Herbram, Rickhöfe 6 2 H	ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 493796,85 m		y = 5724452,76 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	34,33	34,33	28,43	28,43
WEAI002 »	WEA 17	30,36	35,79	27,06	30,81
	Summe		35,79		30,81

IPkt002 »	Herbram, Rickhöfe 6 1 H	ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 493807,05 m		y = 5724446,30 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	34,20	34,20	28,30	28,30
WEAI002 »	WEA 17	30,08	35,62	26,78	30,62
	Summe		35,62		30,62

IPkt003 »	Herbram, Rickhöfe 2 2 H	ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 493828,82 m		y = 5724417,55 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	34,60	34,60	28,70	28,70
WEAI002 »	WEA 17	30,37	35,99	27,07	30,97
	Summe		35,99		30,97

IPkt004 »	Herbram, Rickhöfe 2 1 H	ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 493837,18 m		y = 5724415,83 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	34,62	34,62	28,72	28,72
WEAI002 »	WEA 17	30,20	35,96	26,90	30,92
	Summe		35,96		30,92

IPkt005 »	Herbram, Zum Wallberg 1	ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 493860,60 m		y = 5724446,16 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	34,38	34,38	28,48	28,48
WEAI002 »	WEA 17	30,65	35,92	27,35	30,97
	Summe		35,92		30,97

IPkt006 »	Herbram, Zum Wallberg 1	ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 493875,27 m		y = 5724445,11 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	34,40	34,40	28,50	28,50
WEAI002 »	WEA 17	29,99	35,74	26,69	30,70
	Summe		35,74		30,70

Zusatzbelastung Lemax (Kontrollwerte)



IPkt007 »	Herbram, Zum Wallberg 2	ZB WEA 16 & 17	Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 493893,85 m	y = 5724471,90 m		z = 283,87 m	
		Tag		Nacht		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	
WEAI001 »	WEA 16	34,37	34,37	28,47	28,47	
WEAI002 »	WEA 17	29,79	35,67	26,49	30,61	
	Summe		35,67		30,61	

IPkt008 »	Herbram, Zum Wallberg 2	ZB WEA 16 & 17	Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 493902,44 m	y = 5724468,65 m		z = 283,39 m	
		Tag		Nacht		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	
WEAI001 »	WEA 16	34,22	34,22	28,32	28,32	
WEAI002 »	WEA 17	29,80	35,56	26,50	30,51	
	Summe		35,56		30,51	

IPkt009 »	Herbram, Asselner Straße	ZB WEA 16 & 17	Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 494665,52 m	y = 5724234,02 m		z = 282,64 m	
		Tag		Nacht		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	
WEAI001 »	WEA 16	34,26	34,26	28,36	28,36	
WEAI002 »	WEA 17	27,31	35,06	24,01	29,72	
	Summe		35,06		29,72	

IPkt010 »	Herbram, Asselner Straße	ZB WEA 16 & 17	Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 494766,02 m	y = 5724177,78 m		z = 284,50 m	
		Tag		Nacht		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	
WEAI001 »	WEA 16	34,16	34,16	28,26	28,26	
WEAI002 »	WEA 17	28,23	35,15	24,93	29,92	
	Summe		35,15		29,92	

IPkt011 »	Iggenhausen, Zum	ZB WEA 16 & 17	Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 492768,12 m	y = 5722815,53 m		z = 306,57 m	
		Tag		Nacht		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	
WEAI001 »	WEA 16	36,06	36,06	30,16	30,16	
WEAI002 »	WEA 17	42,96	43,77	39,66	40,12	
	Summe		43,77		40,12	

IPkt012 »	Iggenhausen, Zum	ZB WEA 16 & 17	Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 492922,52 m	y = 5723066,57 m		z = 297,89 m	
		Tag		Nacht		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	
WEAI001 »	WEA 16	37,84	37,84	31,94	31,94	
WEAI002 »	WEA 17	41,92	43,35	38,62	39,47	
	Summe		43,35		39,47	

Zusatzbelastung Lemax (Kontrollwerte)



IPkt013 »	Iggenhausen, Pfarrer- St. Martin, WEA 16 & 17	ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 493011,12 m	y = 5723171,84 m	z = 285,76 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	38,71	38,71	32,81	32,81
WEAI002 »	WEA 17	41,12	43,09	37,82	39,01
	Summe		43,09		39,01

IPkt014 »	Iggenhausen, St. Martin, WEA 16 & 17	ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 493039,24 m	y = 5723218,35 m	z = 280,07 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	34,08	34,08	28,18	28,18
WEAI002 »	WEA 17	40,65	41,52	37,35	37,85
	Summe		41,52		37,85

IPkt015 »	Iggenhausen, Zur St. Martin, WEA 16 & 17	ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 493261,39 m	y = 5723138,33 m	z = 304,46 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	41,95	41,95	36,05	36,05
WEAI002 »	WEA 17	42,39	45,19	39,09	40,84
	Summe		45,19		40,84

IPkt016 »	Asseln, Heggehof 2 1 H St. Martin, WEA 16 & 17	ZB WEA 16 & 17		Einstellung: Referenzeinstellung	
		x = 494893,39 m	y = 5722293,01 m	z = 343,84 m	
		Tag		Nacht	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 16	35,34	35,34	29,44	29,44
WEAI002 »	WEA 17	32,62	37,20	29,32	32,39
	Summe		37,20		32,39

Anhang Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen

WEA Kenndaten



WEA ID	Koordinaten		NH	Mode	Oktavdaten Lwa,okt [dB(A)]								Lwa	ΔLo	Lo	
	Ost	Nord			[m]	ID / Referenz	63	125	250	500	1000	2000				4000
WEA 16	493906,5	5723083,9	179,0	N1756 X [Mode 9]	Lwa = 101	83,8	90,6	94,0	94,5	95,4	93,3	84,0	67,5	101,0	2,1	103,1
WEA 17	493237,7	5722512,8	179,0	N1756 X [Mode 7]	Lwa = 103,8	86,4	93,2	96,6	97,1	98,0	95,9	86,6	70,1	103,6	2,1	105,7
02346-15, 41133-15	494570,6	5721579,0	103,9	E-92 2,3 MW [E-92: 1]-102,5 dB(A) + 0		82,1	88,1	91,7	95,4	98,0	96,4	91,1	76,1	102,5	0,0	102,5
01640-13-14	490255,7	5723762,9	138,4	E-92 [E-92: 1]-101,6 dB(A) + 0		83,8	91,1	93,6	93,5	95,2	95,2	91,9	81,9	101,6	0,0	101,6
01665-13 (3)	490901,2	5723868,6	138,4	E-93 [E-92: 1]-106,0 dB(A) + 0		88,2	95,5	98,0	97,9	99,6	99,6	96,3	86,3	106,0	0,0	106,0
01665-13,42013-17(7)	490915,2	5724416,2	138,4	E-92 [E-92: 1]-105,8 dB(A) + 0		85,5	92,1	95,1	98,4	101,0	99,5	94,3	78,3	105,8	0,0	105,8
01746-13-14 (11)	491172,0	5719079,0	135,4	E-101 [E-101: 1]-107,2 dB(A) + 0		88,8	94,7	101,3	103,0	100,5	95,3	88,8	79,1	107,2	0,0	107,2
01746-13-14 (10)	491363,0	5719729,0	135,4	E-101 [E-101: 1]-107,2 dB(A) + 0		88,8	94,7	101,3	103,0	100,5	95,3	88,8	79,1	107,2	0,0	107,2
01746-13-14 (2)	490800,0	5719380,0	149,0	E-101 [E-101: 1]-107,2 dB(A) + 0		88,8	94,7	101,3	103,0	100,5	95,3	88,8	79,1	107,2	0,0	107,2
01746-13-14 (3)	490617,0	5719700,0	149,0	E-101 [E-101: 1]-107,2 dB(A) + 0		88,8	94,7	101,3	103,0	100,5	95,3	88,8	79,1	107,2	0,0	107,2
01746-13-14 (4)	490593,0	5720063,0	149,0	E-101 [E-101: 1]-107,2 dB(A) + 0		88,8	94,7	101,3	103,0	100,5	95,3	88,8	79,1	107,2	0,0	107,2
02546-13-14 (1)	493553,5	5720393,3	138,4	E-92 2,3 MW [E-92: 1]-107,9 dB(A) + 0		87,1	94,8	97,0	99,9	103,2	102,0	97,4	88,1	107,9	0,0	107,9
02546-13-14 (2)	493047,0	5720915,0	138,4	E-92 2,3 MW [E-92: 1]-107,9 dB(A) + 0		87,1	94,8	97,0	99,9	103,2	102,0	97,4	88,1	107,9	0,0	107,9
02546-13-14 (3)	494216,1	5720428,0	138,4	E-92 2,3 MW [E-92: 1]-107,9 dB(A) + 0		87,1	94,8	97,0	99,9	103,2	102,0	97,4	88,1	107,9	0,0	107,9
02546-13-14 (4)	493179,2	5720085,0	138,4	E-92 2,3 MW [E-92: 1]-107,9 dB(A) + 0		87,1	94,8	97,0	99,9	103,2	102,0	97,4	88,1	107,9	0,0	107,9
02546-13-14 (5)	493688,1	5719997,0	138,4	E-92 2,3 MW [E-92: 1]-107,9 dB(A) + 0		87,1	94,8	97,0	99,9	103,2	102,0	97,4	88,1	107,9	0,0	107,9
02825-12, 40443-15	492988,3	5729517,5	138,4	E-82 E2 [E-82: 9]-99,7 dB(A) + 0		83,8	90,6	92,4	94,2	94,1	89,2	79,8	72,1	99,7	0,0	99,7
1034-96-10 A	493894,1	5721343,4	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
1034-96-10 B	494055,3	5721292,3	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
1067-97-01	49427,7	5720461,8	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
1602-95-03	493554,6	5720666,9	55,0	V44 [V44: 10]-104,7 dB(A) + 0		84,4	92,8	97,0	99,2	98,7	96,7	92,7	81,8	104,7	0,0	104,7
1640-96-10	493190,0	5721133,8	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
1650-99-03	489742,3	5723234,4	70,0	NM 750 - 103,9 dB(A)		81,5	89,2	96,2	98,6	96,8	95,5	90,1	82,1	103,9	0,0	103,9
1651-99-03	489645,5	5723981,3	70,0	NM 750 - 103,9 dB(A)		81,5	89,2	96,2	98,6	96,8	95,5	90,1	82,1	103,9	0,0	103,9
1653-07	493851,1	5720031,1	73,3	E-115 [E-115: 1]-103,5 dB(A) + 0		87,7	93,5	97,4	100,7	103,0	99,6	90,7	77,2	103,5	0,0	103,5
1665-13;41387-15 (9)	491442,5	5720498,5	149,1	E-115 - 107,0 dB(A)		87,7	93,5	97,4	100,7	103,0	99,6	90,7	77,2	103,5	0,0	103,5
1665-13;41387-15(10)	491495,9	5724618,3	149,1	E-115 - 107,0 dB(A)		87,7	93,5	97,4	100,7	103,0	99,6	90,7	77,2	103,5	0,0	103,5
1687-96-01	494903,9	5720673,4	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
1742-97-03	493358,1	5720276,2	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
1743-97-10	493318,8	5721022,6	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
1744-97-01	494270,4	5720641,4	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
1748-97-03	493860,3	5720243,7	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
1749-97-03	493882,0	5720403,8	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
1752-97-10	494255,2	5720823,5	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
1754-97-10	493330,2	5720760,0	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
1768-93-01 A	494729,7	5720218,9	40,0	N27/250 [N27: 10]-104,9 dB(A) + 0		81,0	90,1	97,4	98,8	98,5	98,4	93,7	80,3	104,9	0,0	104,9
1768-93-01 B	494805,2	5720126,3	40,0	N27/250 [N27: 10]-104,9 dB(A) + 0		81,0	90,1	97,4	98,8	98,5	98,4	93,7	80,3	104,9	0,0	104,9
1806-96-10 A	495030,9	5721210,5	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
1806-96-10 B	494922,5	5721020,8	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
1849-97-03	493425,2	5719900,0	60,0	S48/750 [S48: 1]-107,7 dB(A) + 0		87,4	95,8	100,0	102,2	101,7	99,7	95,7	84,8	107,7	0,0	107,7
1968-94-01	495077,7	5720379,9	50,0	TW 600 [TW600: 1]-105,1 dB(A) + 0		84,8	93,2	97,4	99,6	99,1	97,1	93,1	82,2	105,1	0,0	105,1
2251-97-10	494580,2	5721164,9	66,8	E-66/15,66 [E-66: 1]-103,9 dB(A) + 0		89,3	92,8	95,7	98,7	98,9	94,4	85,1	78,0	103,9	0,0	103,9
2259-97-01	495196,3	5720119,5	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
2422-96-10	494470,2	5721394,2	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
2423-96-10	493915,4	5720803,7	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
2424-96-10	493054,2	5721141,9	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
2425-96-01	494320,6	5720236,9	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
2425-96-01 A	494355,1	5719990,9	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
2425-96-01 B	494158,0	5720031,1	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
2427-96-10	494711,1	5721002,5	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
2428-96-01	494106,5	5719886,7	65,0	E-40/50 [E-40: 1]-103,1 dB(A) + 0		82,2	91,2	95,4	97,6	97,1	95,1	91,1	80,2	103,1	0,0	103,1
2438-03	489467,6	5724388,8	64,0	E-70 - 103,8 dB(A)		86,0	94,2	97,8	98,6	97,2	92,6	85,5	78,6	103,8	0,0	103,8
2440-03	489396,9	5724119,8	64,0	E-70 - 103,8 dB(A)		85,6	93,8	97,4	98,2	96,8	92,2	85,1	78,2	103,8	0,0	103,8
2664-01	492968,4	5722992,9	65,0	NM3 [NM3: 10]-105,2 dB(A) + 0		82,2	90,9	97,3	100,9	98,7	95,7	93,8	88,8	105,2	0,0	105,2
2735-97-01 A	495544,5	5720772,2	50,0	N43 [N43: 10]-105,2 dB(A) + 0		82,2	90,9	97,3	100,9	98,7	95,7	93,8	88,8	105,2	0,0	105,2
2735-97-01 B	495544,5	5720702,8	50,0	N43 [N43: 10]-105,2 dB(A) + 0		82,2	90,9	97,3	100,9	98,7	95,7	93,8	88,8	105,2	0,0	105,2
2737-97-01	495062,9	5720891,4	50,0	N43 [N43: 10]-105,2 dB(A) + 0		82,2	90,9	97,3	100,9	98,7	95,7	93,8	88,8	105,2	0,	

Berechnungsgrundlagen



Projekt Eigenschaften			
Prognosetyp:	Lärm		
Prognoseart:	Lärm (nationale Normen)		
Beurteilung nach:	Keine Beurteilung	Nr. Zeitraum	Dauer /h
		1 Tag	16,00
		2 Nacht	8,00
Projekt-Notizen			

Berechnungseinstellung	Referenzeinstellung	
Rechenmodell	Punktberechnung	Rasterberechnung
Gleitende Anpassung des Erhebungsgebietes an die Lage des IPKT		
L /m		
Geländekanten als Hindernisse	Ja	Ja
Verbesserte Interpolation in den Randbereichen	Ja	Ja
Freifeld vor Reflexionsflächen /m		
für Quellen	1.0	1.0
für Immissionspunkte	1.0	1.0
Haus: weißer Rand bei Raster	Nein	Nein
Zwischenausgaben	Keine	Keine
Art der Einstellung	Referenzeinstellung	Referenzeinstellung
Reichweite von Quellen begrenzen:		
* Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen:	Nein	Nein
* Mindest-Pegelabstand /dB:	Nein	Nein
Projektion von Linienquellen	Ja	Ja
Projektion von Flächenquellen	Ja	Ja
Beschränkung der Projektion	Nein	Nein
* Radius /m um Quelle herum:		
* Radius /m um IP herum:		
Mindestlänge für Teilstücke /m	1.0	1.0
Variable Min.-Länge für Teilstücke:		
* in Prozent des Abstandes IP-Quelle	Nein	Nein
Zus. Faktor für Abstandskriterium	1.0	1.0
Einfügungsdämpfung abweichend von Regelwerk:		
* Einfügungsdämpfung begrenzen:		
* Grenzwert /dB für Einfachbeugung:		
* Grenzwert /dB für Mehrfachbeugung:		
Berechnung der Abschirmung bei VDI 2720, ISO9613		
* Seitlicher Umweg	Ja	Ja
* Seitlicher Umweg bei Spiegelquellen	Nein	Nein
Reflexion		
Reflexion (max. Ordnung)	1	1
Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen:	Nein	Nein
* Suchradius /m		
Reichweite von Refl.Flächen begrenzen:		
* Radius um Quelle oder IP /m:	Nein	Nein
* Mindest-Pegelabstand /dB:	Nein	Nein
Spiegelquellen durch Projektion	Ja	Ja
Keine Refl. bei vollständiger Abschirmung	Ja	Ja
Strahlen als Hilfslinien sichern	Nein	Nein
Teilstück-Kontrolle		
Teilstück-Kontrolle nach Schall 03:	Ja	Ja
Teilstück-Kontrolle auch für andere Regelwerke:	Nein	Nein
Beschleunigte Iteration (Näherung):	Nein	Nein
Geforderte Genauigkeit /dB:	0.1	0.1
Zwischenergebnisse anzeigen:	Nein	Nein

Globale Parameter	Referenzeinstellung		
Voreinstellung von G außerhalb von DBOD-Elementen	0,00		
Temperatur /°	10		
relative Feuchte /%	70		
Wohnfläche pro Einw. /m² (=0.8*Brutto)	40,00		
Mittlere Stockwerkshöhe in m	2,80		
Pauschale Meteorologie (Directive 2002/49/EC):	Tag	Abend	Nacht
Pauschale Meteorologie (Directive 2002/49/EC):	2,00	1,00	0,00

Berechnungsgrundlagen



Parameter der Bibliothek: ISO 9613-2	Referenzeinstellung
Mit-Wind Wetterlage	Ja
Vereinfachte Formel (Nr. 7.3.2) für Bodendämpfung bei	
frequenzabhängiger Berechnung	Nein
frequenzunabhängiger Berechnung	Ja
Berechnung der Mittleren Höhe Hm	streng nach ISO 9613-2
nur Abstandsmaß berechnen(veraltet)	Nein
Hindernisdämpfung - auch negative Bodendämpfung abziehen	Nein
Abzug höchstens bis -Dz	Nein
"Additional recommendations" - ISO TR 17534-3	Ja
ABar nach Erlass Thüringen (01.10.2015)	Nein
Berücksichtigt Bewuchs-Elemente	Ja
Berücksichtigt Bebauungs-Elemente	Ja
Berücksichtigt Boden-Elemente	Ja

Immissionspunkt (16)								GB 16_17
Bezeichnung	Gruppe	Richtwerte /dB(A)		Nutzung	T1	T2		
		Geometrie: x /m		y /m	z(abs) /m		z(rel) /m	
IPkt001	Herbram, Rickhöfe 6 2 H 1West	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	55,00	41,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	493796,85	5724452,76	289,10		4,50	
IPkt002	Herbram, Rickhöfe 6 1 H 1S/O	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	55,00	41,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	493807,05	5724446,30	288,29		4,50	
IPkt003	Herbram, Rickhöfe 2 2 H 1S/W	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	55,00	41,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	493828,82	5724417,55	285,63		4,50	
IPkt004	Herbram, Rickhöfe 2 1 H 1S/O	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	55,00	41,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	493837,18	5724415,83	285,40		4,50	
IPkt005	Herbram, Zum Wallberg 1 1 H 1S/W	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	55,00	40,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	493860,60	5724446,16	285,35		4,50	
IPkt006	Herbram, Zum Wallberg 1 1 H 1S/O	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	55,00	40,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	493875,27	5724445,11	284,40		4,50	
IPkt007	Herbram, Zum Wallberg 2 2 H 1S/W	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	55,00	40,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	493893,85	5724471,90	283,87		4,50	
IPkt008	Herbram, Zum Wallberg 2 1 H 1S/O	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	55,00	40,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	493902,44	5724468,65	283,39		4,50	
IPkt009	Herbram, Asselner Straße 30 1 H 1Süd	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	55,00	40,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	494665,52	5724234,02	282,64		4,50	
IPkt010	Herbram, Asselner Straße 38 1 H 1S/W	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	55,00	40,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	494766,02	5724177,78	284,50		4,50	
IPkt011	Iggenhausen, Zum Winterberg 20 1 H 1S/W	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	60,00	45,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	492768,12	5722815,53	306,57		4,50	
IPkt012	Iggenhausen, Zum Winterberg 9 1 H 1S/W	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	60,00	45,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	492922,52	5723066,57	297,89		4,50	
IPkt013	Iggenhausen, Pfarrer-Diekhans-Weg 5 1 H 1S/W	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	60,00	45,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	493011,12	5723171,84	285,76		4,50	
IPkt014	Iggenhausen, Osterbreite 26 1 H 1S/W	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	60,00	45,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	493039,24	5723218,35	280,07		4,50	
IPkt015	Iggenhausen, Zur Steinbreite 1 1 H 1S/W	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	60,00	45,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	493261,39	5723138,33	304,46		4,50	
IPkt016	Asseln, Heggehof 2 1 H 1S/W	IPs WEA 16&17		Richtwerte /dB(A)	---	60,00	45,00	
	Geometrie	Nr	x/m	y/m	z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:	494893,39	5722293,01	343,84		2,50	



Octave sound power levels / Oktav-Schalleistungspegel

Nordex N175/6.X

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

All rights reserved. Observe protection notice ISO 16016.

Alle Rechte vorbehalten. Schutzvermerk ISO 16016 beachten.

Nordex N175/6.X – Operating modes and hub heights / Betriebsweisen und Nabenhöhen

operating mode / Betriebsweise	rated power / Nennleistung [kW]	available hub heights / verfügbare Nabenhöhen [m]			
		112	142	162	179
Mode 0	6800	●	●	●	●
Mode 1	6525	●	●	●	●
Mode 2	6220	●	●	●	●
Mode 3	6070	●	●	●	●
Mode 4	5940	●	●	●	●
Mode 5	5800	●	●	●	●
Mode 6	5670	○	○	○	○
Mode 7	5560	○	○	○	○
Mode 8	5030	○	○	○	○
Mode 9	4920	○	○	○	○
Mode 10	4820	●	●	●	●
Mode 11	4680	●	●	●	●
Mode 12	4460	●	●	●	●
Mode 13	4260	●	●	●	●
Mode 14	4050	●	●	●	●
Mode 15	3860	●	●	●	●
Mode 16	3670	●	●	●	●

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

Abbreviations / Abkürzungen:

STE ... Serrated Trailing Edge / Serrations

Octave sound power levels / Oktav-Schalleistungspegel
Nordex N175/6.X with and without / mit und ohne serrated trailing edge

Basis / Grundlagen:

The expected octave sound power levels of the Nordex N175/6.X are to be determined on basis of aerodynamical calculations and expected sound power levels. These values are valid for 112 m, 142 m, 162 m and 179 m (see available hub heights on pg. 2).

The expected octave sound power levels are only for information and will not be warranted.

Die erwarteten Oktav-Schalleistungspegel der Nordex N175/6.X werden auf der Basis aerodynamischer Berechnungen und der erwarteten Gesamt-Schalleistungspegel ermittelt. Diese Werte sind gültig für die Nabenhöhen 112 m, 142 m, 162 m und 179 m (siehe verfügbare Nabenhöhen auf S. 2).

Die erwarteten Oktav-Schalleistungspegel dienen nur der Information und werden nicht gewährleistet.

Nordex N175/6.X without STE / ohne STE

octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel in dB(A)									
operation mode / Betriebsweise	octave band mid frequency / Oktavband-Mittenfrequenz								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Mode 0	89.7	96.5	100.7	102.2	104.1	102.3	91.1	73.4	108.9
Mode 1	89.3	96.1	100.3	101.8	103.7	101.9	90.7	73.0	108.5
Mode 2	88.8	95.6	99.8	101.3	103.2	101.4	90.2	72.5	108.0
Mode 3	88.3	95.1	99.3	100.8	102.7	100.9	89.7	72.0	107.5
Mode 4	87.8	94.6	98.8	100.3	102.2	100.4	89.2	71.5	107.0
Mode 5	87.3	94.1	98.3	99.8	101.7	99.9	88.7	71.0	106.5
Mode 6	86.8	93.6	97.8	99.3	101.2	99.4	88.2	70.5	106.0
Mode 7	86.4	93.2	97.4	98.9	100.8	99.0	87.8	70.1	105.6
Mode 8	84.2	91.0	95.2	96.7	98.6	96.8	85.6	67.9	103.4
Mode 9	83.8	90.6	94.8	96.3	98.2	96.4	85.2	67.5	103.0
Mode 10	83.3	90.1	94.3	95.8	97.7	95.9	84.7	67.0	102.5
Mode 11	82.8	89.6	93.8	95.3	97.2	95.4	84.2	66.5	102.0
Mode 12	82.3	89.1	93.3	94.8	96.7	94.9	83.7	66.0	101.5
Mode 13	81.8	88.6	92.8	94.3	96.2	94.4	83.2	65.5	101.0
Mode 14	81.3	88.1	92.3	93.8	95.7	93.9	82.7	65.0	100.5
Mode 15	80.8	87.6	91.8	93.3	95.2	93.4	82.2	64.5	100.0
Mode 16	80.2	87.0	91.2	92.7	94.6	92.8	81.6	63.9	99.4

Nordex N175/6.X with STE / mit STE

octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel in dB(A)									
operation mode / Betriebsweise	octave band mid frequency / Oktavband-Mittenfrequenz								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Mode 0	89.7	96.5	99.9	100.4	101.3	99.2	89.9	73.4	106.9
Mode 1	89.3	96.1	99.5	100.0	100.9	98.8	89.5	73.0	106.5
Mode 2	88.8	95.6	99.0	99.5	100.4	98.3	89.0	72.5	106.0
Mode 3	88.3	95.1	98.5	99.0	99.9	97.8	88.5	72.0	105.5
Mode 4	87.8	94.6	98.0	98.5	99.4	97.3	88.0	71.5	105.0
Mode 5	87.3	94.1	97.5	98.0	98.9	96.8	87.5	71.0	104.5
Mode 6	86.8	93.6	97.0	97.5	98.4	96.3	87.0	70.5	104.0
Mode 7	86.4	93.2	96.6	97.1	98.0	95.9	86.6	70.1	103.6
Mode 8	84.2	91.0	94.4	94.9	95.8	93.7	84.4	67.9	101.4
Mode 9	83.8	90.6	94.0	94.5	95.4	93.3	84.0	67.5	101.0
Mode 10	83.3	90.1	93.5	94.0	94.9	92.8	83.5	67.0	100.5
Mode 11	82.8	89.6	93.0	93.5	94.4	92.3	83.0	66.5	100.0
Mode 12	82.3	89.1	92.5	93.0	93.9	91.8	82.5	66.0	99.5
Mode 13	81.8	88.6	92.0	92.5	93.4	91.3	82.0	65.5	99.0
Mode 14	81.3	88.1	91.5	92.0	92.9	90.8	81.5	65.0	98.5
Mode 15	80.8	87.6	91.0	91.5	92.4	90.3	81.0	64.5	98.0
Mode 16	80.2	87.0	90.4	90.9	91.8	89.7	80.4	63.9	97.4

Anhang Teil III: Akkreditierung und Theoretische Grundlagen



Deutsche Akkreditierungsstelle

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

Gültig ab: 14.12.2022

Ausstellungsdatum: 14.12.2022

Inhaber der Akkreditierungsurkunde:

Ramboll Deutschland GmbH

mit den Standorten:

Elisabeth-Consbruch-Straße 3, 34131 Kassel

Lister Straße 9, 30163 Hannover

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

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

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

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

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

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

Verwendete Abkürzungen: siehe letzte Seite

Seite 1 von 3

Theoretische Grundlagen

Inhalte

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

1 Allgemeines zum Schall

1.1 Hörbarer Schall

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

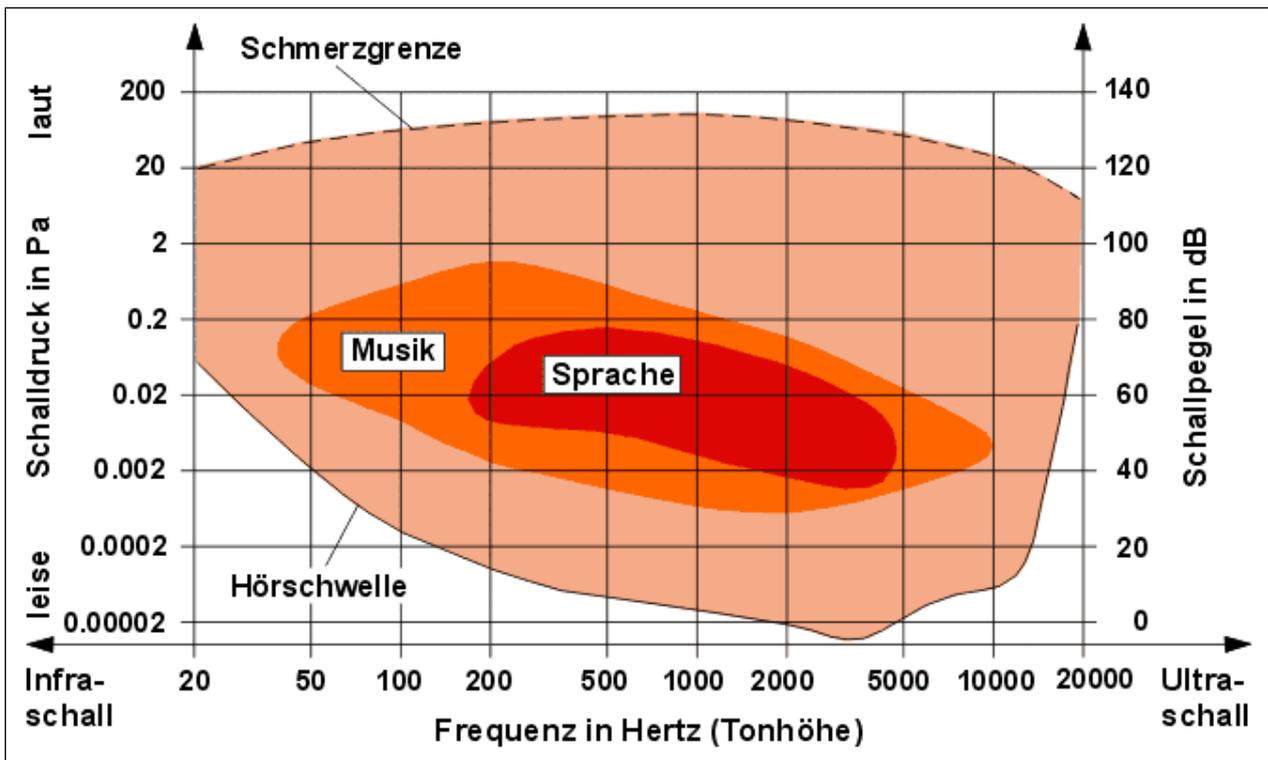


Abbildung 1: Hörbereich des Menschen [1]

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

1.2 Schallausbreitung und Vorschriften

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

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

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

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

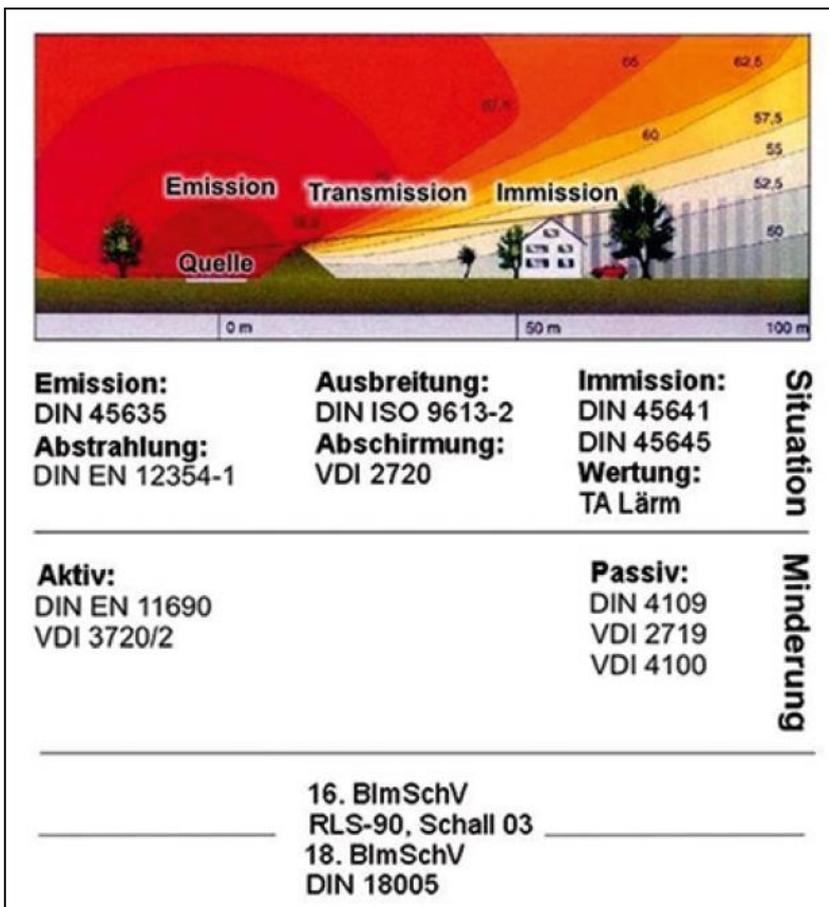


Abbildung 2: Normen und Grundlagen zum Schall [2]

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

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

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

1.3 Schalleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel

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

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

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

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

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

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

1.4 Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung

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

1.5 Schallimmissionen von Windenergieanlagen

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

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

2 Immissionsprognose

2.1 Normative Grundlagen

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

2.2 Berechnungsgrundlagen

2.2.1 Eingangsdaten

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

2.2.2 Unsicherheiten

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

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

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

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

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

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

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

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

2.2.4 Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) K_I

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

Im Nahbereich einer WEA ist das während des 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 [7] beschrieben und hier dargestellt werden. Die Dämpfungswerte werden frequenzselektiv für die Oktavbandfrequenzen von 62,5 Hz bis 8.000 Hz verwendet, um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung zu berechnen. Der Dauerschalldruckpegel jeder einzelnen Quelle am Immissionsort berechnet sich nach [7] und [10] dann wie folgt:

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

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

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

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

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

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung:

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

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionsort.

A_{atm} : Dämpfung durch die Luftabsorption

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

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

Tabelle 1: Parameter Luftabsorption

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

A_{gr} : Bodendämpfung:

Die Bodendämpfung ergibt sich in der Hauptsache aus dem Reflexionsgrad von

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

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

nach dem Interimsverfahren.

A_{bar} : Dämpfung aufgrund von Abschirmung.

und

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

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

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

2.2.6 Überlagerung mehrerer Schallquellen

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

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

Gleichung zu ermitteln:

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

L_{AT} : Beurteilungspegel am Immissionsort

L_{ATi} : Schallimmissionspegel am Immissionsort einer Emissionsquelle i

i : Index für alle Geräuschquellen von 1-n

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

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

C_{met} : Meteorologische Korrektur.

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

2.3 Tieffrequente Geräusche und Infraschall

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

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

3 Genehmigungsfestsetzungen und rechtskonformer Betrieb

3.1 Kontrolle des genehmigungskonformen Betriebs

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

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

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

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

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

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

¹ ausführlich z. B. in Agatz [21].

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

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

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

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

3.2 Aufnahme des Nachtbetriebs

Für den Fall, dass eine aufschiebende Formulierung zur Aufnahme des Nachtbetriebs vorgesehen ist, 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 – theoretischer Teil

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