

SCHALLTECHNISCHER BERICHT NE-B-130018

Schalltechnischer Bericht für den Windpark "WP Ostbevern" mit insgesamt drei Windenergieanlagen am Standort 48346 Ostbevern.

Datum:

24. Juni 2024

Auftraggeber:

Windkraft Schirl Frankenbach GmbH & Co.KG
Schirl 24
48346 Ostbevern

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. (FH) Timm Schaer, M.Sc.

noxt! engineering GmbH
Bröckerweg 12 · 49082 Osnabrück · Germany
Tel.: +49 (0) 541-2019 9800
engineering.noxt.de · engineering@noxt.de
HRB-Nr.: 216557 · Amtsgericht Osnabrück
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. (FH) Timm Schaer, M.Sc. & Dr. Phil Patock

Ehrenwörtliche Erklärung

Der nachfolgende Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen mit größter Sorgfalt erstellt und beinhaltet den anerkannten Stand der Technik. Die Ergebnisse basieren auf Daten, welche die noxt! engineering GmbH von Dritten zur Verfügung gestellt bekommen hat. Dieses sind u.a. Hersteller von Windenergieanlagen, Landesvermessungsämter und Immissionsschutzbehörden. Die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität dieser Daten kann durch die noxt! engineering GmbH nicht geprüft werden. Eine Haftung für diese Daten kann die noxt! engineering GmbH dementsprechend nicht übernehmen. Wir weisen den Auftraggeber darauf hin und er erkennt an, dass alle seine Entscheidungen, sei es kommerziell, technisch, steuerlich oder rechtlich, auf dem dieses Dokument basiert, in seiner alleinigen Verantwortung liegen. Die noxt! engineering GmbH ist von jeglicher Haftung ausgenommen, die auf den Daten Dritter basiert. Der Auftraggeber wird noxt! engineering GmbH insoweit von jeder Haftung freistellen. Der Bericht enthält insgesamt 73 Seiten. Die Weitergabe von Daten oder Informationen ist dem Auftraggeber gestattet. Die hier aufgeführten Bedingungen gelten auch für die im Gutachten verlinkten Anhänge. Authentisch ist dieses Dokument nur mit Originalunterschriften. Bezüglich der Urheberrechte verweisen wir auf die jeweils gültigen noxt! engineering GmbH Beraterbedingungen. Diese finden Sie unter engineering.noxt.de/agb.

Osnabrück, 24. Juni 2024
noxt! engineering GmbH



Firmenstempel

Geschäftsführer und Bearbeiter
(Dipl.-Ing. (FH) Timm Schaefer, M.Sc.)

Geschäftsführer
(Dr. Phil Patock)

1 Zusammenfassung

Am Standort 48346 Ostbevern plant die Firma Windkraft Schirl Frankenbach GmbH & Co.KG drei Windenergieanlagen vom Typ E-138 EP3 E3 (Enercon GmbH), E-175 EP5 (Enercon GmbH) und E-175 EP5 (Enercon GmbH). Die untersuchten Windenergieanlagen werden als Zusatzbelastung bezeichnet und die technischen Kenndaten in Tabelle 1.1 aufgelistet.

Tabelle 1.1: Technische Kenndaten der untersuchten Windenergieanlagen der Zusatzbelastung

ID	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Nennleistung [kW]
WEA 1	E-138 EP3 E3 (Enercon GmbH)	160,0	4.260
WEA 2	E-175 EP5 (Enercon GmbH)	162,0	6.000
WEA 3	E-175 EP5 (Enercon GmbH)	162,0	6.000

Am Standort 48346 Ostbevern befinden sich insgesamt 17 Windenergieanlagen, die als Geräuschvorbelastung zu berücksichtigen sind. Gemäß TA Lärm ist eine gewerbliche Geräuschvorbelastung am Standort 48346 Ostbevern zu berücksichtigen. Details hierzu befinden sich in Kapitel 4.1.

In der Umgebung des Windparks befinden sich 14 Gehöfte und Wohnhäuser die als Immissionsorte untersucht werden. Die exakte Lage ist dem Lageplan in der Anlage A zu entnehmen.

Die Berechnungen nach dem Interimsverfahren [Int] haben ergeben, dass es unter den in der Tabelle 1.2 dargestellten Betriebsbedingungen im Tages- und Nachtzeitraum zu keinen unzulässigen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der TA Lärm [TAL] kommt.

Tabelle 1.2: Auflistung der Betriebsmodi der Zusatzbelastung am Standort 48346 Ostbevern

ID	Betriebsmodus tags	Betriebsmodus nachts
WEA 1	BM 0s	101dB
WEA 2	BM 0s	BM 0s
WEA 3	BM 0s	BM 0s

Für die Windenergieanlagen wurden die aktuell geltenden Regelungen für die Prognoseunsicherheit gemäß den Hinweisen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) [LAI] sowie das Interimsverfahren [Int] angewandt. Zudem wurden die Länderregelungen (hier die des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen [WEA]) umgesetzt. Lediglich für die gewerbliche Vorbelastung sind die Vorgaben des alternativen Verfahrens der DIN ISO 9613-2 [DINd] angewandt worden. Die Betrachtungen bilden das Worst-Case Szenario ab und entsprechen einer Maximalbetrachtung.

Alle weiteren für die Berechnungen angesetzten Grundlagen werden in den folgenden Kapiteln näher beschrieben.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	2
2	Aufgabenstellung	9
3	Planungsrechtliche Grundlagen	10
4	Berechnungsgrundlagen	12
4.1	Vorbelastung durch Gewerbe- und Industrieanlagen	13
4.2	Vorbelastung durch vorhandene Windenergieanlagen	14
4.3	Windenergieanlagen der Zusatzbelastung	16
4.4	Abstände zwischen den Immissionsorten und den Windenergieanlagen	16
5	Berechnungsergebnisse	18
5.1	Berechnungsergebnisse für den Tageszeitraum	18
5.2	Berechnungsergebnisse für den Nachtzeitraum	19
5.3	Abschirmung und Reflexion	20
6	Beurteilung	22
6.1	Beurteilung des Tageszeitraums	22
6.2	Beurteilung des Nachtzeitraums	23
6.3	Beurteilung Gesamtbetrachtung	26
6.4	Spitzenpegel	26
6.5	Abschätzung der Genauigkeit der Prognose	27
7	Infraschall	29
8	Interaktive Karte	32
9	Ortstermin	34
9.1	Besichtigungsbilder IO-01	34
9.2	Besichtigungsbilder IO-02	35
9.3	Besichtigungsbilder IO-03	35
9.4	Besichtigungsbilder IO-04	36
9.5	Besichtigungsbilder IO-05	36
9.6	Besichtigungsbilder IO-06	37
9.7	Besichtigungsbilder IO-07	37
9.8	Besichtigungsbilder IO-08	38

9.9	Besichtigungsbilder IO-09	39
9.10	Besichtigungsbilder IO-10	39
9.11	Besichtigungsbilder IO-11	40
9.12	Besichtigungsbilder IO-12	40
9.13	Besichtigungsbilder IO-13	41
9.14	Besichtigungsbilder IO-14	41
Literaturverzeichnis		42
A	Lageplan	46
B	Detaillierte Berechnungsergebnisse	48
C	Immissionsorte	49
D	Schallquellen	61
E	Oktavbandspektren	68
F	Datenblätter	72
G	Revisionsübersicht	73

Abbildungsverzeichnis

9.1	Süd-Ostansicht IO-01 (Schirl 9; 48346 Ostbevern)	34
9.2	Südensicht IO-02 (Schirl 26; 48346 Ostbevern)	35
9.3	Nord-Westansicht IO-03 (Schirl 30; 48346 Ostbevern)	35
9.4	Süd-Ostansicht IO-04 (Schirl 30a; 48346 Ostbevern)	36
9.5	Süd-Westansicht IO-05 (Schirl 27; 48346 Ostbevern)	36
9.6	Westansicht IO-06 (Hörste 50; 48231 Warendorf)	37
9.7	Westansicht IO-07 (Hörste 20a; 48231 Warendorf)	37
9.8	Süd-Westansicht IO-08 (Schirl 28; 48346 Ostbevern)	38
9.9	Nord-Westansicht IO-08 (Schirl 28; 48346 Ostbevern)	38
9.10	Nord-Ostansicht IO-09 (Harkampsheide 23; 48291 Telgte)	39
9.11	Südensicht IO-10 (Harkampsheide 20a; 48291 Telgte)	39
9.12	Südensicht IO-11 (Harkampsheide 21; 48291 Telgte)	40
9.13	Südensicht IO-12 (Überwasser 25; 48346 Ostbevern)	40
9.14	Südensicht IO-13 (Überwasser 24; 48346 Ostbevern)	41
9.15	Nordansicht IO-14 (Überwasser 50; 48346 Ostbevern)	41
A.1	Lageplan	47

Tabellenverzeichnis

1.1	Technische Kenndaten der untersuchten Windenergieanlagen der Zusatzbelastung	2
1.2	Auflistung der Betriebsmodi der Zusatzbelastung am Standort 48346 Ostbevern	3
3.1	Liste der untersuchten Immissionsorte mit der jeweiligen Gebietseinstufung	10
4.1	Luftdämpfungskoeffizienten α für die Oktavbänder gemäß DIN ISO 9613-2 [DINd]	12
4.2	Beschreibung der relevanten gewerblichen Schallquellen am Standort 48346 Ostbevern	14
4.3	Betriebsweisen der Vorbelastung im Nachtzeitraum	15
4.4	Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen.	17
5.1	Berechnungsergebnisse im Tageszeitraum der Zusatzbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben.	18
5.2	Berechnungsergebnisse im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben.	20
5.3	Auftreten einer Abschirmung (A) und Reflexion (R) auf dem Schallweg zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionsort für den Nachtzeitraum.	21
6.1	Beurteilungspegel im Tageszeitraum der Zusatzbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Beurteilungspegel (B) und die Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben. Negative Überschreitungswerte signalisieren eine Unterschreitung des IRW.	22

6.2	Beurteilungspegel im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Beurteilungspegel (B) und die Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben. Negative Überschreitungswerte signalisieren eine Unterschreitung des IRW.	23
6.3	Beurteilung der relevanten Immissionsorte gemäß TA Lärm [TAL] für die Fassade (F) und das Geschoss (G).	25
6.4	Auflistung der Betriebsmodi für die Zusatzbelastung	26
C.1	Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten	50
D.1	Windenergieanlagen der Vorbelastung im Nachtzeitraum	62
D.2	Gewerbliche Punktschallquellen der Vorbelastung im Tages- und Nachtzeitraum	65
D.3	Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Tageszeitraum	66
D.4	Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum	67
E.1	Oktavbandspektren der angesetzten Betriebsmodi der Zusatzbelastung.	69
E.2	Oktavbandspektren der angesetzten Betriebsmodi der Vorbelastung. .	70
G.1	Revisionsübersicht	73

2 Situation und Aufgabenstellung

Die Firma Windkraft Schirl Frankenbach GmbH & Co.KG plant am Standort 48346 Ostbevern in Nordrhein-Westfalen drei Windenergieanlagen die in diesem Gutachten als Zusatzbelastung bezeichnet werden. Zum Erlangen der Genehmigung der geplanten Windenergieanlagen ist dem Kreis Warendorf ein schalltechnischer Bericht vorzulegen, welcher die schalltechnische Gesamtgeräuschsituation mit Einhaltung der Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [TAL] nachweist.

Im Sinne der TA Lärm [TAL] wird die Zusatzbelastung durch die drei untersuchten Windenergieanlagen und die Vorbelastung durch die 17 bestehenden Windenergieanlagen und die gewerblichen Anlagen berücksichtigt. [Absq] Für die Gesamtbelastung werden die berechneten Pegel der Vor- und Zusatzbelastung energetisch addiert.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung erfolgen in Form eines schalltechnischen Berichts.

3 Planungsrechtliche Grundlagen

In der Umgebung des Windparks befinden sich 14 Gehöfte bzw. Wohnhäuser die als Immissionsorte untersucht werden.

Die geografische Lage ist dem Lageplan aus Anlage A zu entnehmen. Detaillierte Angaben zu den Koordinaten im System ETRS89/UTM Zone 32N und zu den Höhen sind in der Anlage C dargestellt.

Die nachfolgende Tabelle listet die betrachteten Immissionsorte mit der jeweiligen Gebietseinstufung auf. Die Gebietseinstufungen wurden den rechtskräftigen Bebauungsplänen entnommen bzw. mit der zuständigen Immissionsschutzbehörde abgestimmt.

Tabelle 3.1: Liste der untersuchten Immissionsorte mit der jeweiligen Gebietseinstufung

ID	Straße	Ort	Gebiet	IRW	
				tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]
IO-01	Schirl 9	48346 Ostbevern	MI	60	45
IO-02	Schirl 26	48346 Ostbevern	MI	60	45
IO-03	Schirl 30	48346 Ostbevern	MI	60	45
IO-04	Schirl 30a	48346 Ostbevern	MI	60	45
IO-05	Schirl 27	48346 Ostbevern	MI	60	45
IO-06	Hörste 50	48231 Warendorf	WA	55	40
IO-07	Hörste 20a	48231 Warendorf	MI	60	45
IO-08	Schirl 28	48346 Ostbevern	MI	60	45
IO-09	Harkampsheide 23	48291 Telgte	MI	60	45
IO-10	Harkampsheide 20a	48291 Telgte	MI	60	45
IO-11	Harkampsheide 21	48291 Telgte	MI	60	45
IO-12	Überwasser 25	48346 Ostbevern	MI	60	45
IO-13	Überwasser 24	48346 Ostbevern	MI	60	45
IO-14	Überwasser 50	48346 Ostbevern	MI	60	45

Die genannten Immissionsorte wurden bei einer Ortsbesichtigung am 21.09.2023 durch Dipl.-Ing. (FH) Timm Schaer, M.Sc. fotodokumentiert. Die relevanten Fassadenseiten und Stockwerke wurden daraufhin bestimmt.

Für die Immissionsrichtwerte gelten nach TA Lärm [TAL] die folgenden Beurteilungszeiten für den Tages- und Nachtzeitraum:

tags 06:00 bis 22:00 Uhr
nachts 22:00 bis 06:00 Uhr

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Die TA Lärm wurde im Zuge der Einführung des urbanen Gebietes (MU) durch § 6a der BauNVO in Abschnitt 6.1 geändert. Die Nummerierung bei der Vergabe der Zuschläge für die Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit in Abschnitt 6.5 wurde jedoch nicht angepasst. Gemeint sind wohl weiterhin die Vergabe der Zuschläge nur für Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten (KU), für reine Wohngebiete (WR) sowie für allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete (WA). Dieses wird in den folgenden Berechnungen entsprechend berücksichtigt.

4 Berechnungsgrundlagen

Die Berechnungen erfolgen auf Grundlage der TA Lärm [TAL]. Entscheidend ist jeweils der Betriebszustand, der die höchsten Immissionen an den Immissionsorten erzeugt. Bei Windenergieanlagen muss dementsprechend für den ausgewählten Betriebsmodus der höchste Schallleistungspegel inkl. des Oktavbandspektrums von allen Windklassen ausgewählt werden. In dem höchsten Pegel müssen auch sämtliche Zuschläge enthalten sein, die aus den Vermessungen oder den Datenblättern des jeweiligen Herstellers hervorgehen. Diese Zuschläge (Tonzuschlag K_T oder Impulzzuschlag K_I) werden entsprechend der LAI-Hinweise [LAI] oder den Länderregeln (hier die des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen [WEA]) hinzuaddiert. Die Berechnung des oberen Vertrauensbereichs ist in Kapitel 6.5 detailliert beschrieben.

Alle Berechnungen erfolgen nach den Vorgaben einer detaillierten Prognose gemäß Anhang A.2.3 der TA Lärm [TAL]. Die Ausbreitungsberechnung erfolgt nach der DIN ISO 9613-2 [DIND] und der Ergänzung der Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren für Windenergieanlagen [Int]. Dieses Vorgehen ist durch die LAI-Hinweise [LAI] vorgegeben. Die Berechnung nach dem sog. Interimsverfahren gilt jedoch nur für Windenergieanlagen, die eine mittlere Quellhöhe von mehr als 30 m aufweisen. Die Bodendämpfung A_{gr} wird pauschal auf -3 dB gesetzt. Weiterhin geben die LAI-Hinweise vor, dass die Ausbreitungsberechnung bei einer Temperatur von +10°C und einer Luftfeuchtigkeit von 70% erfolgen muss. Hierbei handelt es sich um eine Worst-Case Betrachtung. Die meteorologische Korrektur C_{met} wird mit der Konstanten $C_0 = 0$ dB berechnet.

Da die Ausbreitungsberechnung spektral erfolgt, müssen die Werte der Luftabsorption α ebenfalls spektral angegeben werden. Diese werden der Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 [DIND] entnommen und sind nachfolgend für eine Temperatur von +10°C und einer Luftfeuchtigkeit von 70% dargestellt.

Tabelle 4.1: Luftdämpfungskoeffizienten α für die Oktavbänder gemäß DIN ISO 9613-2 [DIND]

Frequenz [Hz]	31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$\alpha_{10^\circ\text{C}, 70\%}$ [dB/km]	-	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117,0

Windenergieanlagen mit einer mittleren Höhe von weniger als 30m und gewerbliche Betriebe werden streng nach den Vorgaben des alternativen Verfahrens der DIN ISO 9613-2 [DINd] berechnet. Die Windenergieanlagen werden als Punktschallquellen angenommen und die Schallausbreitung erfolgt anschließend nach dem Strahlenmodell zwischen den Quellen und den jeweiligen Immissionsorten. Auftretende Reflexionen und Abschirmungen an Gebäuden und am Gelände werden entsprechend der Regeln der Ländererlasse berücksichtigt. Die Approximation der Windenergieanlage als Punktschallquelle ist durch die Norm vorgegeben und mathematisch belegt. Bei den in den Prognosen berücksichtigten Entfernungen zwischen der Schallquelle und dem Immissionsort ist der Fehler vernachlässigbar klein [Mak11].

An allen betrachteten Immissionsorten werden die Teilpegel aller vorhandenen Schallquellen berücksichtigt. Die akustische Schallausbreitungsberechnung erfolgt in diesem Gutachten streng nach den geltenden gesetzlichen Vorgaben. Auf dem Schallausbreitungsweg gilt immer die Mitwindsituation, welches einer Worst-Case Betrachtung entspricht. Dämpfung durch Bewuchs gemäß Anhang A der DIN ISO 9613-2 [DINd] wird nicht betrachtet.

An den Immissionsorten kann es aufgrund der Worst-Case Annahmen zu einer Überschätzung des Beurteilungspegels auf bestimmten Schallausbreitungswegen kommen. Die Entwicklung des akustischen 3D-Modells und die anschließende Ausbreitungsberechnung erfolgt mit dem Berechnungsprogramm CadnaA der Firma DataKustik GmbH in der Version 2021 MR2 (64 bit – build 187.5163). Das gesamte Berechnungsmodell (Karten: DGK5, Höhen: DGM1 und Gebäudeumrisse: LoD1) basiert auf den Daten von OpenData.NRW [TNWRGMD21] in dem Gebiet von X: 417.980,8 m, Y: 5.759.999,1 m bis X: 425.992,3 m, Y: 5.765.577,8 m. Das detaillierte Berechnungsprotokoll inkl. der Berechnungskonfiguration ist in Anhang B dargestellt.

4.1 Vorbelastung durch Gewerbe- und Industrieanlagen

In diesem Abschnitt werden die in der schalltechnischen Prognose berücksichtigten gewerblichen Anlagen beschrieben, die im Sinne der TA Lärm [TAL] als Vorbelastung berücksichtigt werden müssen. Nach Rücksprache mit den zuständigen Genehmigungsbehörden werden vier Gewerbequellen untersucht. Hierbei handelt es sich um keine Tierhaltungsanlagen (TH). In der folgenden Tabelle werden die gewerblichen Schallquellen kurz beschrieben und jeweils die Anzahl an Einzelquellen aus der Modellierung angegeben. Die relevanten schalltechnischen Kenngrößen werden in der Anlage D dargestellt. [Absb]

Tabelle 4.2: Beschreibung der relevanten gewerblichen Schallquellen am Standort 48346 Ostbevern

ID	Art	Anzahl	Adresse	Beschreibung
GE-01	TH	1	Fockenbrocksheide 11	Tierhaltung auf dem Hof Holtkamp. Angesetzt wurde ein Erfahrungswert von 85 dB(A).
GE-02	TH	1	Schirl 8	Tierhaltung auf dem Hof Wissmann. Angesetzt wurde ein Erfahrungswert von 85 dB(A).
GE-03	TH	1	Schirl 24	Tierhaltung auf dem Hof Stadtmann. Angesetzt wurde ein Erfahrungswert von 85 dB(A).
GE-04	TH	1	Schirl 19	Tierhaltung auf dem Hof Meckmann. Angesetzt wurde ein Erfahrungswert von 85 dB(A).

4.2 Vorbelastung durch vorhandene Windenergieanlagen

Am Standort 48346 Ostbevern befinden sich 17 Windenergieanlagen, die als Vorbelastung im Sinne der TA Lärm [TAL] zu berücksichtigen sind. Die detaillierten Standortdaten mit den Koordinaten im System ETRS89 / UTM Zone 32N sind in der Anlage D angegeben. Diese Daten wurden von den zuständigen Immissionschutzbehörden mitgeteilt. Die akustischen Kenndaten der Windenergieanlagen der Vorbelastung sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 4.3: Betriebsweisen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Hersteller	Typ	Betriebsweise nachts			
			Modus	SLP [dB(A)]	Zu- schlag [dB]	SLP gesamt [dB(A)]
WEA 1150567	Enercon GmbH	E-115 NH:149m	Mode 104.9dB	104,9	2,1	107,0
WEA 1150568	Enercon GmbH	E-115 NH:149m	Mode 104.9dB	104,9	1,3	106,2
WEA 1150569	Enercon GmbH	E-115 NH:149m	Mode 104.9dB	104,9	0,5	105,4
WEA 441387	Enercon GmbH	E-40/6.44 NH:78m	Mode 0dB	0,0	0,0	0,0
WEA 441388	Enercon GmbH	E-40/6.44 NH:78m	Mode 102.4dB	102,4	0,0	102,4
WEA 441389	Enercon GmbH	E-40/6.44 NH:78m	Mode 102.4dB	102,4	0,0	102,4
WEA 441390	Enercon GmbH	E-40/6.44 NH:70.5m	Mode 102.4dB	102,4	0,0	102,4
WEA 441391	Enercon GmbH	E-40/6.44 NH:65m	Mode 100.7dB	100,7	0,0	100,7
WEA 44788	Enercon GmbH	E-40/6.44 NH:78m	Mode 0dB	0,0	0,0	0,0
WEA 447892	Enercon GmbH	E-40/6.44 NH:78m	Mode 0dB	0,0	0,0	0,0
WEA TE02	Enercon GmbH	E-175 EP5	OM-NR- 08-0	99,0	2,1	101,1
WEA TE03	Enercon GmbH	E-160 EP5 E3	Nr VIIIs	98,0	2,1	100,1
WEA VB 01	Vestas Deutschland GmbH	V162-7.2 NH:122m	Mode 105.5dB	105,5	2,1	107,6
WEA VB 02	Vestas Deutschland GmbH	V162-7.2 NH:122m	Mode 105.5dB	105,5	2,1	107,6

Tabelle 4.3: Fortsetzung: Betriebsweisen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Hersteller	Typ	Betriebsweise nachts			
			Modus	SLP [dB(A)]	Zu- schlag [dB]	SLP gesamt [dB(A)]
WEA VB 03	Vestas Deutschland GmbH	V172-7.2 NH:164m	Mode 106.9dB	106,9	2,1	109,0
WEA VB 04	Vestas Deutschland GmbH	V162-7.2 NH:122m	Mode 105.5dB	105,5	2,1	107,6
WEA VB 05	GE Wind GmbH	GE 6.1-158 NH:120.9m	Mode 102dB	102,0	2,1	104,1

Die Oktavbandspektren der Windenergieanlagen für die jeweiligen Betriebsmodi sind im Anhang E dargestellt.

4.3 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung

Die Zusatzbelastung besteht aus drei Windenergieanlagen. Die anlagenspezifischen und akustischen Betriebskenndaten der untersuchten Windenergieanlagen finden sich in den Anhängen D bis E.

Für mindestens eine der untersuchten Windenergieanlagen liegt noch kein Messbericht vor. Die LAI-Hinweise [LAI] empfehlen unter Punkt 4.2 für noch nicht schalltechnisch vermessene Windenergieanlagen den Nachtbetrieb erst aufzunehmen, sobald ein Messbericht in dem genehmigten Modus für den Nachtbetrieb vorliegt. Angesetzt werden hier demnach die Produktstandardabweichung und die Messunsicherheit wie bei einer Einfachvermessung.

4.4 Abstände zwischen den Immissionsorten und den Windenergieanlagen

Aus den Koordinaten der untersuchten Immissionsorte ergeben sich die folgenden horizontalen Abstände zu den untersuchten Windenergieanlagen. Das Geländeprofil und

die Höhe der Windenergieanlage sowie die der Immissionsorte bleibt hierbei unberücksichtigt.

Tabelle 4.4: Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen.

ID	Horizontaler Abstand [m]		
	WEA 1	WEA 2	WEA 3
IO-01	1.324	2.109	1.760
IO-02	1.053	1.817	2.108
IO-03	1.039	1.759	2.126
IO-04	1.020	1.740	2.108
IO-05	1.031	1.696	2.139
IO-06	1.755	1.713	2.654
IO-07	1.146	919	1.888
IO-08	602	719	1.493
IO-09	1.281	762	559
IO-10	1.883	1.464	827
IO-11	1.941	1.646	829
IO-12	2.210	2.214	1.205
IO-13	1.865	1.929	911
IO-14	1.525	1.802	865

Der geringste Abstand beträgt 559 m zwischen der untersuchten Windenergieanlage WEA 3 und dem Immissionsort IO-09.

5 Berechnungsergebnisse

In den folgenden Abschnitten werden die Berechnungsergebnisse für den Windpark “WP Ostbevern” dargestellt. Die Ergebnisse sind aufgeteilt für den Tages- und Nachtzeitraum. Aufgrund der höheren Richtwerte im Tageszeitraum wird hier lediglich die Zusatzbelastung (ZB) betrachtet. Im Nachtzeitraum hingegen wird die Vorbelastung (VB), die Zusatzbelastung (ZB) und die Gesamtbelastung (GB) dargestellt. Die Grundlagen der Berechnungen sind in den vorangestellten Kapiteln beschrieben.

Die hier dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die meistbelastete Fassade des jeweiligen Immissionsortes. Gezeigt werden die höchsten Werte der Vorbelastung, Zusatzbelastung und Gesamtbelastung. Treten diese nicht an dem gleichen Immissionspunkt an der Fassade auf, werden beide Punkte angegeben.

In der Vorbelastung sind alle 17 bestehenden Windenergieanlagen und die gewerblichen Betriebe gemäß TA Lärm enthalten.

Die Zusatzbelastung enthält die drei untersuchten Windenergieanlagen entsprechend der ausgewiesenen Betriebskonfiguration. Die Beurteilung der schalltechnischen Situation erfolgt nach den Vorgaben der TA Lärm [TAL]. Dafür werden die Berechnungsergebnisse in die Beurteilungspegel überführt. Dieses erfolgt durch eine Rundung auf den reinen ganzzahligen Wert gemäß der DIN 1333 [DINα].

5.1 Berechnungsergebnisse für den Tageszeitraum

Die Berechnungsergebnisse für den Tageszeitraum sind in der folgenden Tabelle 5.1 dargestellt.

Tabelle 5.1: Berechnungsergebnisse im Tageszeitraum der Zusatzbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben.

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Zusatz- belastung	
				W [dB(A)]	Ü [dB]
IO-01	o1	EG	60	37,4	-

Tabelle 5.1: Fortsetzung: Berechnungsergebnisse im Tageszeitraum der Zusatzbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben.

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Zusatz- belastung	
				W [dB(A)]	Ü [dB]
IO-02	s5	1.OG	60	36,8	-
IO-03	sw1	1.OG	60	37,1	-
IO-04	sw1	EG	60	38,1	-
IO-05	so5	1.OG	60	37,1	-
IO-06	sw3	1.OG	55	36,8	-
IO-07	w1	1.OG	60	39,5	-
IO-08	sw5	EG	60	44,3	-
IO-09	no1	1.OG	60	44,6	-
IO-10	no1	EG	60	39,7	-
IO-11	n1	1.OG	60	39,5	-
IO-12	no1	1.OG	60	35,5	-
IO-13	so7	1.OG	60	37,8	-
IO-14	no3	EG	60	41,1	-

5.2 Berechnungsergebnisse für den Nachtzeitraum

Die Berechnungsergebnisse für die lauteste volle Nachtstunde sind in der Tabelle 5.2 angegeben.

Tabelle 5.2: Berechnungsergebnisse im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben.

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Vor- belastung		Zusatz- belastung		Gesamt- belastung	
				W [dB(A)]	Ü [dB]	W [dB(A)]	Ü [dB]	W [dB(A)]	Ü [dB]
IO-01	o1	EG	45	41,5	-	35,4	-	42,4	-
IO-02	s1	EG	45	45,4	0,4	32,2	-	45,6	0,6
IO-02	s5	1.OG	45	45,2	0,2	34,0	-	45,5	0,5
IO-03	so5	EG	45	46,0	1,0	32,8	-	46,2	1,2
IO-03	sw1	1.OG	45	44,1	-	34,3	-	44,5	-
IO-04	sw1	1.OG	45	44,7	-	34,4	-	45,1	0,1
IO-05	so7	EG	45	49,6	4,6	32,1	-	49,7	4,7
IO-05	so1	1.OG	45	48,5	3,5	34,4	-	48,6	3,6
IO-06	sw3	1.OG	40	40,8	0,8	32,0	-	41,3	1,3
IO-07	w5	1.OG	45	39,9	-	38,5	-	42,3	-
IO-08	nw3	1.OG	45	43,3	-	42,0	-	45,7	0,7
IO-08	sw1	1.OG	45	37,7	-	42,3	-	43,6	-
IO-09	no1	1.OG	45	35,3	-	44,4	-	44,9	-
IO-10	no1	EG	45	33,4	-	39,5	-	40,4	-
IO-11	n5	1.OG	45	32,1	-	39,3	-	40,1	-
IO-12	no1	1.OG	45	31,6	-	35,2	-	36,8	-
IO-13	so7	1.OG	45	34,1	-	37,7	-	39,2	-
IO-14	no3	EG	45	33,7	-	40,8	-	41,6	-

5.3 Abschirmung und Reflexion

Die Berechnung der Schallausbreitung erfolgt unter Berücksichtigung von Abschirmung und Reflexion auf dem Ausbreitungsweg zwischen der Quelle und dem jeweiligen Immissionsort.

Die auftretenden Reflexionen und Abschirmungen sind für den Nachtzeitraum untersucht worden. Die folgende Tabelle listet das Auftreten von Abschirmung (A) und Reflexion (R)

von jeder Quelle zu jedem Immissionsort auf.

Die Gebäudefassaden wurden in den Berechnungen als glatte Hausfassade angesetzt, sodass beim Auftreten einer Reflexion eine generell konservative Betrachtung stattfindet.

Tabelle 5.3: Auftreten einer Abschirmung (A) und Reflexion (R) auf dem Schallweg zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionsort für den Nachtzeitraum.

ID	F	G	WEA 1		WEA 2		WEA 3	
			A	R	A	R	A	R
IO-01	o1	EG	-	ja	-	ja	-	ja
IO-02	s1	EG	ja	-	-	ja	ja	ja
IO-02	s5	1.OG	-	-	-	-	-	-
IO-03	so5	EG	-	-	ja	-	-	-
IO-03	sw1	1.OG	-	-	-	-	-	-
IO-04	sw1	1.OG	-	-	-	-	-	-
IO-05	so7	EG	ja	-	-	-	ja	-
IO-05	so1	1.OG	-	-	-	-	-	-
IO-06	sw3	1.OG	-	-	-	-	-	-
IO-07	w5	1.OG	-	-	-	-	-	-
IO-08	nw3	1.OG	-	-	-	-	-	-
IO-08	sw1	1.OG	-	-	-	ja	-	ja
IO-09	no1	1.OG	-	-	-	-	-	-
IO-10	no1	EG	-	-	-	-	-	-
IO-11	n5	1.OG	-	-	-	-	-	-
IO-12	no1	1.OG	-	-	-	-	-	-
IO-13	so7	1.OG	ja	-	ja	-	-	-
IO-14	no3	EG	-	-	-	ja	-	ja

6 Beurteilung der schalltechnischen Situation

Die Beurteilung der schalltechnischen Situation erfolgt nach den Vorgaben der TA Lärm [TAL]. Dafür werden die Berechnungsergebnisse aus Kapitel 5 in die Beurteilungspegel überführt. Dieses erfolgt durch eine Rundung auf den reinen ganzzahligen Wert gemäß der DIN 1333 [DINa]. Die Beurteilungspegel werden den Immissionsrichtwerten (IRW) der TA Lärm [TAL] gegenübergestellt.

6.1 Beurteilung des Tageszeitraums

Für den Tageszeitraum sind die Beurteilungspegel in Relation zu den Immissionsrichtwerten der TA Lärm [TAL] dargestellt.

Tabelle 6.1: Beurteilungspegel im Tageszeitraum der Zusatzbelastung für die Fassaden-seite (F) und das Geschoss (G). Der Beurteilungspegel (B) und die Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben. Negative Überschreitungswerte signalisieren eine Unterschreitung des IRW.

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Zusatz- belastung	
				B [dB(A)]	Ü [dB]
IO-01	o1	EG	60	37	-23
IO-02	s5	1.OG	60	37	-23
IO-03	sw1	1.OG	60	37	-23
IO-04	sw1	EG	60	38	-22
IO-05	so5	1.OG	60	37	-23
IO-06	sw3	1.OG	55	37	-18
IO-07	w1	1.OG	60	40	-20
IO-08	sw5	EG	60	44	-16
IO-09	no1	1.OG	60	45	-15
IO-10	no1	EG	60	40	-20
IO-11	n1	1.OG	60	40	-20

Tabelle 6.1: Fortsetzung: Beurteilungspegel im Tageszeitraum Zusatzbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Beurteilungspegel (B) und die Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben. Negative Überschreitungswerte signalisieren eine Unterschreitung des IRW.

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Zusatz- belastung	
				B [dB(A)]	Ü [dB]
IO-12	no1	1.OG	60	36	-24
IO-13	so7	1.OG	60	38	-22
IO-14	no3	EG	60	41	-19

Im Tageszeitraum liegt die Zusatzbelastung an dem Immissionsort IO-09 mindestens -15,0 dB unterhalb der Immissionsrichtwerte der TA Lärm [TAL]. Somit liegen alle betrachteten Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereiches der Windenergieanlagen der Zusatzbelastung.

6.2 Beurteilung des Nachtzeitraums

Im Nachtzeitraum sind die Beurteilungspegel für die lauteste volle Nachtstunde in der folgenden Tabelle 6.2 den Immissionsrichtwerten der TA Lärm [TAL] gegenübergestellt.

Tabelle 6.2: Beurteilungspegel im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Beurteilungspegel (B) und die Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben. Negative Überschreitungswerte signalisieren eine Unterschreitung des IRW.

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Vor- belastung		Zusatz- belastung		Gesamt- belastung	
				B [dB(A)]	Ü [dB]	B [dB(A)]	Ü [dB]	B [dB(A)]	Ü [dB]
IO-01	o1	EG	45	42	-3	35	-10	42	-3

Tabelle 6.2: Fortsetzung: Beurteilungspegel im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Beurteilungspegel (B) und die Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben. Negative Überschreitungswerte signalisieren eine Unterschreitung des IRW.

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Vor- belastung		Zusatz- belastung		Gesamt- belastung	
				B [dB(A)]	Ü [dB]	B [dB(A)]	Ü [dB]	B [dB(A)]	Ü [dB]
IO-02	s1	EG	45	45	0	32	-13	46	1
IO-02	s5	1.OG	45	45	0	34	-11	46	1
IO-03	so5	EG	45	46	1	33	-12	46	1
IO-03	sw1	1.OG	45	44	-1	34	-11	45	0
IO-04	sw1	1.OG	45	45	0	34	-11	45	0
IO-05	so7	EG	45	50	5	32	-13	50	5
IO-05	so1	1.OG	45	49	4	34	-11	49	4
IO-06	sw3	1.OG	40	41	1	32	-8	41	1
IO-07	w5	1.OG	45	40	-5	39	-6	42	-3
IO-08	nw3	1.OG	45	43	-2	42	-3	46	1
IO-08	sw1	1.OG	45	38	-7	42	-3	44	-1
IO-09	no1	1.OG	45	35	-10	44	-1	45	0
IO-10	no1	EG	45	33	-12	40	-5	40	-5
IO-11	n5	1.OG	45	32	-13	39	-6	40	-5
IO-12	no1	1.OG	45	32	-13	35	-10	37	-8
IO-13	so7	1.OG	45	34	-11	38	-7	39	-6
IO-14	no3	EG	45	34	-11	41	-4	42	-3

Die Beurteilung der relevanten Immissionsorte nach TA Lärm [TAL] ist in der Tabelle 6.3 für den Nachtzeitraum angegeben.

Tabelle 6.3: Beurteilung der relevanten Immissionsorte gemäß TA Lärm [TAL] für die Fassade (F) und das Geschoss (G).

ID	F	G	Beurteilung
IO-01	o1	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereiches nach TA Lärm.
IO-02	s1	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereiches nach TA Lärm.
IO-02	s5	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereiches nach TA Lärm.
IO-03	so5	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereiches nach TA Lärm.
IO-03	sw1	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereiches nach TA Lärm.
IO-04	sw1	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereiches nach TA Lärm.
IO-05	so7	EG	Die Vorbelastung überschreitet unzulässig, jedoch liegt die Zusatzbelastung 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereiches nach TA Lärm.
IO-05	so1	1.OG	Die Vorbelastung überschreitet unzulässig, jedoch liegt die Zusatzbelastung 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereiches nach TA Lärm.
IO-06	sw3	1.OG	Eine Überschreitung von 1 dB ist gemäß Absatz 3.2.1 Satz 3 TA Lärm zulässig.
IO-07	w5	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-08	nw3	1.OG	Eine Überschreitung von 1 dB ist gemäß Absatz 3.2.1 Satz 3 TA Lärm zulässig.
IO-08	sw1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-09	no1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-10	no1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.

Tabelle 6.3: Fortsetzung: Beurteilung der relevanten Immissionsorte gemäß TA Lärm [TAL] für die Fassade (F) und das Geschoss (G).

ID	F	G	Beurteilung
IO-11	n5	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-12	no1	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereiches nach TA Lärm.
IO-13	so7	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-14	no3	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.

6.3 Beurteilung Gesamtbetrachtung

Die Vorgaben der TA Lärm [TAL] werden eingehalten unter der Voraussetzung, dass die Windenergieanlagen in den folgenden Modi betrieben werden.

Tabelle 6.4: Auflistung der Betriebsmodi für die Zusatzbelastung

ID	Betriebsmodus tags	Betriebsmodus nachts
WEA 1	BM 0s	101dB
WEA 2	BM 0s	BM 0s
WEA 3	BM 0s	BM 0s

6.4 Spitzenpegel

Windenergieanlagen sind kontinuierlich laufende Maschinen. Spitzenpegelüberschreitungen von 30 dB im Tageszeitraum und von 20 dB im Nachtzeitraum sind im Regelbetrieb nicht zu erwarten. Dieses wird durch eine Vielzahl an Vermessungen unterschiedlicher Anlagentypen gezeigt. Die Betriebsgeräusche, wie die Azimutverstellung, Lüfter und Hydraulik, sind in der Regel unauffällig.

6.5 Abschätzung der Genauigkeit der Prognose

Prognosen sind immer mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. Die TA Lärm [TAL] fordert daher in Anhang A2.6 entsprechende Aussagen zu der Genauigkeit, damit die Einhaltung der Immissionsrichtwerte der TA Lärm [TAL] sichergestellt werden kann.

- Die Ungenauigkeit einer normkonformen Vermessung des Schallleistungspegels einer Windenergieanlage nach FGW-Richtlinie wird mit $\sigma_R=0,5$ dB angegeben.
- Nicht jedes Serienprodukt ist technisch identisch. Dies gilt auch für Windenergieanlagen. Der Schallleistungspegel und das Oktavbandspektrum von einer vermessenen Windenergieanlage kann somit nicht auf eine andere Windenergieanlage übertragen werden. Für eine nur einfach vermessene Windenergieanlage wird eine Serienstreuung von $\sigma_P=1,2$ dB angenommen. Bei einer direkt vermessenen Windenergieanlage ist eine Produktstandartabweichung von $\sigma_P=0$ dB anzusetzen. Liegt jedoch eine Mehrfachvermessung mit mindestens drei Vermessungen des Anlagentyps im gleichen Betriebsmodus und gleicher technischer Ausstattung vor, kann für σ_P die Standardabweichung s der Messwerte angesetzt werden.

$$\sigma_P = s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N (L_n - \bar{L}_W)^2}$$

mit dem arithmetischen Mittelwert \bar{L}_W der einzelnen Schallleistungspegel L_n

$$\bar{L}_W = \sum_{n=1}^N \frac{L_n}{N}$$

- In den LAI-Hinweisen [LAI] wird die Prognoseunsicherheit für Schallausbreitungsberechnungen nach dem Verfahren der DIN ISO 9613-2 [DIND] mit $\sigma_{Prog}=1,0$ dB anzusetzen.

Die Gesamtunsicherheit σ_{ges} berechnet sich nach folgender Gleichung unter Einbeziehung der einzelnen Unsicherheiten, die bereits oben beschrieben wurden.

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

Aus der Gesamtunsicherheit wird der obere Vertrauensbereich SZ für die Prognose mit einem Vertrauensniveau von 90 % berechnet. Der Faktor 1,28 entspricht dem 90 %-igen Vertrauensniveau bei normalverteilten Zufallsgrößen.

$$SZ = \Delta L = 1,28\sigma_{ges}$$

Der immissionsrelevante Schalleistungspegel \bar{L}_o für die Prognose berechnet sich dementsprechend wie folgt.

$$\bar{L}_o = \bar{L}_{WA} + 1,28\sigma_{ges}$$

Die Addition des Sicherheitszuschlages kann entweder auf die Teilpegel der einzelnen Windenergieanlagen am Immissionsort oder direkt auf den Schalleistungspegel L_{WA} der jeweiligen Windenergieanlage erfolgen. Das zugehörige Oktavbandspektrum wird entsprechend des immissionsrelevanten Pegels inkl. des oberen Vertrauensbereiches L_o normiert.

Für die Oktavbandpegel gilt der gleiche Zusammenhang. Auch hier kann der obere Vertrauensbereich auf die einzelnen Pegel der Oktaven $\bar{L}_{W,okt}$ addiert werden.

7 Infraschall und tieffrequente Geräusche

In der Literatur wird häufig angegeben, dass der Mensch Töne und Geräusche zwischen 20 Hz und 20 kHz über das Ohr hören kann [ZF99]. Zudem haben Hörversuche ergeben, dass das menschliche Gehör auch Töne unterhalb von 20 Hz wahrnehmen kann, allerdings mit stark steigendem Schalldruckpegel. Die Daten zeigen jedoch einen individuellen Verlauf der Wahrnehmungsschwelle bei den Probanden ([YE74] und [MP04]). Dadurch entstehen größere Unsicherheiten beim Festlegen einer allgemeingültigen Wahrnehmungsschwelle. Die aktuellste Messung der Hörschwelle zwischen 2,5 Hz und 125 Hz wurde mit einem speziellen Einsteckkopfhörer durchgeführt, der sehr hohe Schalldruckpegel ohne Verzerrungen direkt in dem Gehörgang erzeugen konnte. Gemessen wurde hier die Hörschwelle und nicht die Wahrnehmungsschwelle, da keine weiteren Körperregionen von dem Infraschall betroffen waren. Die gemessene Hörschwelle deckt sich mit den bereits in der Literatur beschriebenen Schwellen [KFH15]. Eine Studie von [HSH⁺07] zeigt, dass Infraschall vom menschlichen Innenohr aufgenommen und auch verarbeitet wird. Neuere Studien zeigen, dass Infraschalldarbietungen an der individuellen Hörschwelle zu Abbildungen im auditorischen Cortex und anderen Regionen des menschlichen Gehirns führen [WBK⁺17].

In der Natur tritt Infraschall durch eine Vielzahl von Quellen wie Wind, die Meeresbrandung und durch Wetterlagen auf. Hinzu kommen technische Quellen wie zum Beispiel Windenergieanlagen, Biogasanlagen und Umspannwerke. Die technischen Quellen zeigen im zeitlich-spektralen Verlauf (Spektrogramm) meist charakteristische Ausprägungen bei einzelnen Frequenzen, die der Drehzahl der Rotoren zugeordnet werden können [BKH⁺20], wohingegen die natürlichen Quellen in der Regel rein stochastisch sind [KADLM⁺20].

Infraschall entsteht, wenn entweder große Luftmassen oder Oberflächen in periodische Bewegungen versetzt werden. Somit kann er sich sowohl über die Luft, als auch über den Boden ausbreiten. Aufgrund der großen Wellenlänge bei Infraschall können sich in normalen Raumgrößen von Wohnungen in der Regel keine stehenden Wellen ausbilden, in sehr großen Räumen jedoch möglich. Infraschall wird daher eher als periodisches Auf- und Abklingen des Luftdrucks wahrgenommen und beschrieben [KADLM⁺20].

In der Studie [WKB⁺15] wurde untersucht, inwieweit die Darbietung von Infraschall bei Probanden die Gedächtnisleistung und Konzentrationsfähigkeit beeinflusst. Das Ergebnis zeigt, dass es keine signifikanten negativen Auswirkungen gibt. Gestützt wurden die

Ergebnisse durch eine parallele funktionale Magnetresonanztomographie (fMRT).

Eine erste Untersuchung zur Wahrnehmung von Infraschall verursacht durch Windenergieanlagen wurde von [YST14] durchgeführt. Darin wurde festgestellt, dass sich die Wahrnehmungsschwellen von Geräuschen von Windenergieanlagen und reinen Sinustönen nicht unterscheiden und demnach entsprechend hohe Schalldruckpegel vorliegen müssen, ehe eine Wahrnehmung bei den Probanden eintritt.

Von Seiten der Bevölkerung liegen den örtlichen Immissionsschutzbehörden immer wieder Beschwerden vor. Die umfangreiche Studie des Umweltbundesamtes [KADLM⁺20] listet erstmals auf, in welchen Situationen es zu den Beschwerden kommt. Die häufigsten Beschwerden mit 33 % sind auf Windenergieanlagen zur Energieerzeugung und -transport zurückzuführen, gefolgt von raumlufttechnischen Windenergieanlagen mit 23 %.

Eine Übersicht zum Thema des umweltbezogenen Gesundheitsschutzes bezogen auf Infraschall und tieffrequente Geräusche fasst die bis zum Erscheinungszeitpunkt erschienene Literatur zusammen und gibt einige Empfehlungen heraus [MHMN07]. Die Studie bezieht alle technischen Infraschallquellen mit ein und ist nicht speziell auf Windenergieanlagen bezogen. Die Studie verweist darauf, dass es keine Hinweise gibt, dass Hörschäden ausschließlich durch Infraschall verursacht werden können. Es wird allerdings empfohlen, dass der Infraschall in Schlafräumen 10 dB unterhalb der Hörschwelle liegen sollte. Die große Messreihe der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) hat eine Vielzahl technischer Infraschallquellen, u.a. auch Windenergieanlagen, in verschiedenen Abständen vermessen, und kommt zu dem Ergebnis, dass die Pegel immer mehr als 10 dB für Frequenzen kleiner als 20 Hz unterhalb der Hörschwelle liegen [RBB⁺16].

Der Review-Artikel [KB18] fasst die verfügbare Literatur zu Gesundheitseffekten hervorgerufen durch Windenergieanlagen zusammen. Es wird beschrieben, dass Windenergieanlagen teilweise als störend empfunden werden können, jedoch werden keine gesundheitlichen Schäden beschrieben. Dieses betrifft auch auf den Infraschall zu.

Eine großangelegte Studie aus Finnland zeigt im ersten Teil eine umfangreiche Literaturrecherche, die jedoch keinerlei Hinweise darauf gibt, dass es zu gesundheitlich negativen Effekten durch Windenergieanlagen bezogen auf Schall und Infraschall gekommen ist [MTK⁺20]. Allerdings gibt es eine kleine Anzahl an Veröffentlichungen, die weiteren Forschungsbedarf sehen. Der zweite Teil dieser Studie bezieht sich auf eigene in Finnland durchgeführte Messungen und Analysen. Er wurde gezeigt, dass der Infraschallpegel unterhalb von 2 Hz in Anwesenheit von Windenergieanlagen um ca. 20 dB höher liegt, als in ruhigen Umgebungen, aber immer noch deutlich unterhalb der menschlichen Wahr-

nehmungsschwelle. Vereinzelt wurden in Befragungen von Anwohnern verschiedene Symptome beschrieben, die jedoch alle Organe umfassten. Physiologische Messungen der Vitalparameter zeigen keine Effekte im Vergleich zu einer Kontrollgruppe.

Die DIN 45860 [DINb], mit welcher in Deutschland die tieffrequenten Geräusche bewertet und beurteilt werden, ist derzeit in der Überarbeitung mit dem neusten Entwurf aus Juni 2020 [DINc]. Gültig ist weiterhin die Norm aus dem Jahr 1997 [DINb]. Basis der Bewertung ist in der aktuell noch gültigen Fassung noch die Hörschwelle zwischen 8 Hz und 100 Hz. Zwischenzeitlich wurde in den neuen Entwürfen zu der Norm die Wahrnehmungsschwelle diskutiert. Der aktuelle Entwurf sieht von einem Vergleich mit der Hör- oder Wahrnehmungsschwelle ab. Der Entwurf ist allerdings immer noch in der Diskussion.

Bislang existiert kein standardisiertes Berechnungsverfahren zur Entstehung und Ausbreitung von Infraschall im Freien. Mittel der Wahl bei Problemen und Beschwerden ist weiterhin die Messung von Infraschall in den betroffenen Innenräumen [KADLM⁺20] mit der anschließenden Bewertung nach DIN 45680:1997 [DINb].

8 Interaktive Karte



Die interaktive Karte dient der Darstellung aller bedeutenden Ergebnisse des Berichtes. Sowohl alle relevanten Windenergieanlagen der Vor- und Zusatzbelastung, die berücksichtigte gewerbliche Vorbelastung als auch die untersuchten Immissionsorte sind in der Karte berücksichtigt. Durch die intuitive Bedienung und der Möglichkeit des individuellen Zooms lässt sich die Schallsituation im Detail analysieren. Durch einen Klick auf die Windenergieanlagen öffnet sich ein Fenster mit den technischen und schalltechnischen Daten der Anlage. Hierbei wird jeweils das verwendete Oktavbandspektrum visualisiert. Gleiches gilt für den Klick auf die untersuchten Immissionsorte. Hier werden die relevanten Ergebnisse für den Standort beschrieben und die schalltechnische Situation individuell begutachtet. Auch bei einem Klick auf die orange markierten gewerblichen Quellen öffnet sich ein Fenster, in dem alle Eigenschaften der Schallquelle zusammengefasst werden. Das Menü oben auf der rechten Seite dient zur Auswahl verschiedener weiterer Ansichten. Einzelne Windenergieanlagen lassen sich aus- oder einblenden. Über die Auswahl können Rasterlärmkarten dargestellt werden. Hiermit lassen sich Bereiche, bei denen eine Überschreitung der gesetzlich festgelegten Grenzwerte auftritt, analysieren. Schalltechnisch komplexe Bereiche können somit einfacher veranschaulicht werden. Es wird zwischen der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung am Tag bzw. in der

Nacht unterschieden.

Das Öffnen der interaktiven Karten funktioniert nur über den Adobe Acrobat Reader.

9 Ortstermin

Der Ortstermin wurde am 21.09.2023 von Dipl.-Ing. (FH) Timm Schaer, M.Sc. durchgeführt. Dieser Termin diente dazu, festzustellen, ob die Informationen vor Ort dem entsprechen, was aus dem Kartenmaterial und den Luftbildern im Vorfeld entnommen werden konnte. Neue Gebäude, Siedlungen oder Windenergieanlagen der Vorbelastung können so gefunden und entsprechend berücksichtigt werden.

9.1 Besichtigungsbilder IO-01



Abbildung 9.1: Süd-Ostansicht IO-01 (Schirl 9; 48346 Ostbevern)

9.2 Besichtigungsbilder IO-02



Abbildung 9.2: Südansicht IO-02 (Schirl 26; 48346 Ostbevern)

9.3 Besichtigungsbilder IO-03



Abbildung 9.3: Nord-Westansicht IO-03 (Schirl 30; 48346 Ostbevern)

9.4 Besichtigungsbilder IO-04



Abbildung 9.4: Süd-Ostansicht IO-04 (Schirl 30a; 48346 Ostbevern)

9.5 Besichtigungsbilder IO-05



Abbildung 9.5: Süd-Westansicht IO-05 (Schirl 27; 48346 Ostbevern)

9.6 Besichtigungsbilder IO-06



Abbildung 9.6: Westansicht IO-06 (Hörste 50; 48231 Warendorf)

9.7 Besichtigungsbilder IO-07



Abbildung 9.7: Westansicht IO-07 (Hörste 20a; 48231 Warendorf)

9.8 Besichtigungsbilder IO-08



Abbildung 9.8: Süd-Westansicht IO-08 (Schirl 28; 48346 Ostbevern)



Abbildung 9.9: Nord-Westansicht IO-08 (Schirl 28; 48346 Ostbevern)

9.9 Besichtigungsbilder IO-09



Abbildung 9.10: Nord-Ostansicht IO-09 (Harkampsheide 23; 48291 Telgte)

9.10 Besichtigungsbilder IO-10



Abbildung 9.11: Südansicht IO-10 (Harkampsheide 20a; 48291 Telgte)

9.11 Besichtigungsbilder IO-11



Abbildung 9.12: Südansicht IO-11 (Harkampsheide 21; 48291 Telgte)

9.12 Besichtigungsbilder IO-12



Abbildung 9.13: Südansicht IO-12 (Überwasser 25; 48346 Ostbevern)

9.13 Besichtigungsbilder IO-13



Abbildung 9.14: Südansicht IO-13 (Überwasser 24; 48346 Ostbevern)

9.14 Besichtigungsbilder IO-14



Abbildung 9.15: Nordansicht IO-14 (Überwasser 50; 48346 Ostbevern)

Literaturverzeichnis

- [Absa] Windenergievorbelastung am Standort Telgte, Herr Andreas Stritzke, Kreis Warendorf, 04.09.2023
- [Absb] Windenergievorbelastung am Standort Telgte, Herr Andreas Stritzke, Kreis Warendorf, 04.09.2023
- [BKH⁺20] Blumendeller, Esther ; Kimmig, Ivo ; Huber, Gerhard ; Rettler, Philipp ; Cheng, Po W.: Investigations on Low Frequency Noises of On-Shore Wind Turbines. In: Acoustics 2 (2020), Nr. 2, 343–365. <http://dx.doi.org/10.3390/acoustics2020020>. – DOI 10.3390/acoustics2020020. – ISSN 2624-599X
- [DINa] DIN 1333:1992-02 - Zahlenangaben
- [DINb] DIN 45680:1997-03 - Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft
- [DINc] DIN 45680:2020-06 - Entwurf - Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschemissionen
- [DIND] DIN ISO 9613-2:1999-10 - Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren
- [HSH⁺07] Hensel, Johannes ; Scholz, Günther ; Hurttig, Ulrike ; Mrowinski, Dieter ; Janssen, Thomas: Impact of infrasound on the human cochlea. In: Hearing Research 233 (2007), Nr. 1, 67–76. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heares.2007.07.004>. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.heares.2007.07.004>. – ISSN 0378-5955
- [Int] Dokumentation zur Schallausbreitung - Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschemissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1
- [KADLM⁺20] Krahé, Detlef ; Alaimo Di Loro, Alexander ; Müller, Uwe ; Elmenhorst, Eva-Maria ; De Gioannis, Riccardo ; Schmitt, Stefan ; Belke, Christin ; Benz, Sarah ; Großarth, Stephan ; Schreckenberger, Dirk ; Eulitz, Christian ; Wiercinski, Bianca ; Möhler, Ulrich: Lärmwirkungen von Infraschallmissionen. Umweltbundesamt, 2020 (TEXTE 163/2020)

- [KB18] Kamp, Irene van ; Berg, Frits van d.: Health Effects Related to Wind Turbine Sound, Including Low-Frequency Sound and Infrasound. In: *Acoustics Australia* 46 (2018), April, Nr. 1, 31-57. <http://dx.doi.org/10.1007/s40857-017-0115-6>. - DOI 10.1007/s40857-017-0115-6. - ISSN 1839-2571
- [KFH15] Kuehler, Robert ; Fedtke, Thomas ; Hensel, Johannes: Infrasonic and low-frequency insert earphone hearing threshold. In: *The Journal of the Acoustical Society of America* 137 (2015), Nr. 4, S. EL347-EL353. <http://dx.doi.org/10.1121/1.4916795>. - DOI 10.1121/1.4916795. - [_eprint: https://doi.org/10.1121/1.4916795](https://doi.org/10.1121/1.4916795)
- [LAI] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) - Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 - Stand 30.06.2016
- [Mak11] Makarewicz, Rufin: Is a wind turbine a point source? (L). In: *The Journal of the Acoustical Society of America* 129 (2011), Nr. 2, S. 579-581. <http://dx.doi.org/10.1121/1.3514426>. - DOI 10.1121/1.3514426
- [MHMN07] Malsch, Annette K. ; Hornberg, Claudia ; Maschke, Christian ; Niemann, Hildegard: Infraschall und tieffrequenter Schall – ein Thema für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Deutschland? In: *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 50 (2007), Dezember, Nr. 12, 1582-1589. <http://dx.doi.org/10.1007/s00103-007-0407-3>. - DOI 10.1007/s00103-007-0407-3. - ISSN 1437-1588
- [MP04] Møller, H. ; Pedersen, C. S.: Hearing at low and infrasonic frequencies. In: *Noise & health* 6 (2004), Juni, Nr. 23, S. 37-57. - ISSN 1463-1741. - Place: India
- [MTK⁺20] Maijala, Panu ; Turunen, Anu ; Kurki, Ilmari ; Vainio, Lari ; Pakarinen, Satu ; Kaukinen, Crista ; Lukander, Kristian ; Tiittanen, Pekka ; Yli-Tuomi, Tarja ; Taimisto, Pekka ; Lanki, Timo ; Tiippana, Kaisa ; Virkkala, Jussi ; Stickler, Emma ; Sainio, Markku: Publications of the Government´s analysis, assessment and research activities. Bd. 34: Infrasound Does Not Explain Symptoms Related to Wind Turbines. 2020
- [RBB⁺16] Ratzel, U. ; Bayer, O. ; Brachat, P. ; Hoffmann, M. ; Jänke, K. ; Kiesel, K.-J. ; Mehnert, C. ; Scheck, C.: Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von

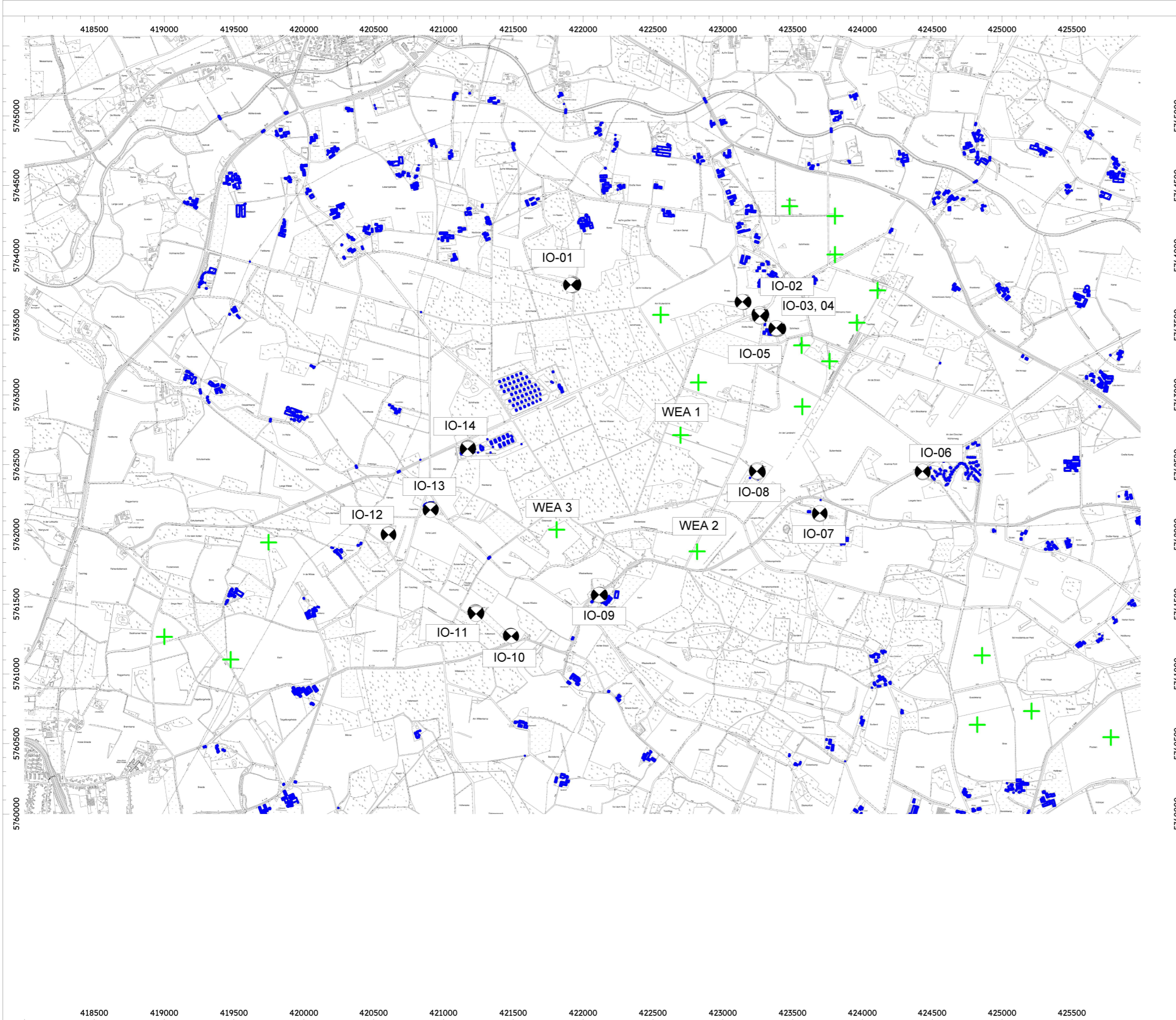
Windkraftanlagen und anderen Quellen. 2. Auflage. Karlsruhe : Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), 2016

- [TAL] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm), Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)
- [TNWRGMD21] Technik Nordrhein-Westfalen Ref 324 Geoinformationszentrum Mauerstr. 51 40476 Düsseldorf, Landesbetrieb I.: OpenGeodata.NRW. <https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/>. Version: 2021
- [WBK⁺17] Weichenberger, Markus ; Bauer, Martin ; Kühler, Robert ; Hensel, Johannes ; Forlim, Caroline G. ; Ihlenfeld, Albrecht ; Ittermann, Bernd ; Gallinat, Jürgen ; Koch, Christian ; Kühn, Simone: Altered cortical and subcortical connectivity due to infrasound administered near the hearing threshold - Evidence from fMRI. In: PLOS ONE 12 (2017), April, Nr. 4, 1-19. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0174420>. - DOI 10.1371/journal.pone.0174420. - Publisher: Public Library of Science
- [WEA] Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass), Gem. RdErl. d. Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie (Az. VI.A-3 - 77-33 - Windenergieerlass) und des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (Az. VII.2.2 - 2017/01 - Windenergieerlass) und des Ministeriums für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen (Az. 611 - 901.3/202), Glied-Nr. 2310, 08.05.2018, Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen Nr. 12, ausgegeben zu Düsseldorf am 22. Mai 2018
- [WKB⁺15] Weichenberger, Markus ; Kühler, Robert ; Bauer, Martin ; Hensel, Johannes ; Brühl, Rüdiger ; Ihlenfeld, Albrecht ; Ittermann, Bernd ; Gallinat, Jürgen ; Koch, Christian ; Sander, Tilmann ; Kühn, Simone: Brief bursts of infrasound may improve cognitive function - An fMRI study. In: Hearing Research 328 (2015), 87-93. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heares.2015.08.001>. - DOI <https://doi.org/10.1016/j.heares.2015.08.001>. - ISSN 0378-5955

- [YE74] Yeowart, Norman S. ; Evans, Margaret J.: Thresholds of audibility for very low-frequency pure tones. In: The Journal of the Acoustical Society of America 55 (1974), Nr. 4, S. 814–818. <http://dx.doi.org/10.1121/1.1914605>. – DOI 10.1121/1.1914605
- [YST14] Yokoyama, Sakae ; Sakamoto, Shinichi ; Tachibana, Hideki: Perception of low frequency components in wind turbine noise. In: Noise Control Engineering Journal 62 (2014), September. <http://dx.doi.org/10.3397/1/376228>. – DOI 10.3397/1/376228
- [ZF99] Zwicker, Eberhard ; Fastl, Hugo: Psychoacoustics. second updated. Berlin, Heidelberg : Springer, 1999 (Springer Series in Information Sciences)

A Lageplan des untersuchten Gebietes

Der nachfolgende Lageplan stellt die Lage der untersuchten Windenergieanlagen sowie die betrachteten Immissionsorte dar. Diese Karte ist enthalten, um auch im gedruckten Zustand eine Übersicht zu ermöglichen. Die interaktive Karte beinhalten diese Informationen ebenfalls und wird in der digitalen Form empfohlen.



noxt! engineering GmbH
 Malberger Straße 13 * 49082 Osnabrück
 Tel. 0160 - 4024579
 www.engineering.noxt.com

Projekt-Nr.: NE-B-130018
Lageplan

Lageplan für den Standort
 48346 Ostbevern mit Darstellung
 -der Schallquellen
 -der benachbarten Wohnbebauung
 -der Immissionsorte
 -der gewerblichen Vorbelastung
 TH: Tierhaltung
 BG: Biogasanlage
 IN: Industrieanlage

- + Punktquelle
- Haus
- Immissionspunkt
- Rechengebiet

Maßstab: 1 : 27500

Cadna/A, Version 2021 MR 2 (64 Bit)
 Cadna_Modell_Wea.cna

B Detaillierte Berechnungsergebnisse

In den folgenden Dateieinbindungen werden die Rasterlärmkarten der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung, die weiterführenden Berechnungsergebnisse und die Protokolldateien zusammengefasst. Durch eine Auswahl der Dateisymbole lassen sich die Dokumente öffnen und einzeln analysieren. In dem Dokument mit dem Textsymbol werden die detaillierten Berechnungsergebnisse und Konfigurationen dargestellt. In dem Dokument des Bildsymbols werden die Rasterlärmkarten für die Konfiguration aufgeführt.



C Eigenschaften der Immissionsorte

In der folgenden Tabelle C.1 sind die einzelnen Immissionspunkte an den ausgewählten Immissionsorten angegeben. Für jeden Immissionsort (z.B. IO-01) werden verschiedene Punkte an einer Fassade (F) in einem Geschoss (G) betrachtet. Das r in der Spalte Höhe steht für die relative Höhe über dem Gelände.

Tabelle C.1: Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		Höhe N.N. [m]
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		IRW	Ostwert [m]	Nordwert [m]		
IO-01	o1	EG	Schirl 9, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	421.930,98	5.763.791,83	58,5
			MI	60	45						
IO-01	o3	1.OG	Schirl 9, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	421.930,34	5.763.789,04	61,0
			MI	60	45						
IO-01	o3	EG	Schirl 9, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	421.930,31	5.763.788,89	58,5
			MI	60	45						
IO-01	o5	EG	Schirl 9, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	421.929,47	5.763.785,18	58,5
			MI	60	45						
IO-01	s1	1.OG	Schirl 9, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	421.927,29	5.763.783,20	61,0
			MI	60	45						
IO-01	s1	EG	Schirl 9, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	421.927,29	5.763.783,20	58,5
			MI	60	45						
IO-01	s3	1.OG	Schirl 9, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	421.921,86	5.763.784,43	61,0
			MI	60	45						
IO-01	s3	EG	Schirl 9, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	421.921,86	5.763.784,43	58,5
			MI	60	45						
IO-01	s5	1.OG	Schirl 9, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	421.918,79	5.763.785,13	61,0
			MI	60	45						
IO-01	s5	EG	Schirl 9, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	421.918,62	5.763.785,17	58,5
			MI	60	45						

Tabelle C.1: Fortsetzung: Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		Höhe N.N. [m]
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		IRW	[m]	[m]	Ostwert [m]	
IO-01	s7	EG	Schirl 9, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	421.911,08	5.763.787,26	58,3
			MI	60	45						
IO-02	s1	EG	Schirl 26, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.149,07	5.763.664,39	57,8
			MI	60	45						
IO-02	s3	1.OG	Schirl 26, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.145,87	5.763.664,61	60,4
			MI	60	45						
IO-02	s3	EG	Schirl 26, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.145,87	5.763.664,61	57,9
			MI	60	45						
IO-02	s5	1.OG	Schirl 26, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.142,66	5.763.664,84	60,4
			MI	60	45						
IO-02	s5	EG	Schirl 26, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.142,66	5.763.664,84	57,9
			MI	60	45						
IO-02	s7	EG	Schirl 26, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.139,46	5.763.665,06	58,0
			MI	60	45						
IO-03	so1	1.OG	Schirl 30, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.276,35	5.763.575,93	60,0
			MI	60	45						
IO-03	so1	EG	Schirl 30, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.276,35	5.763.575,93	57,5
			MI	60	45						
IO-03	so3	1.OG	Schirl 30, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.271,47	5.763.574,18	60,0
			MI	60	45						

Tabelle C.1: Fortsetzung: Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		IRW	[m]	[m]	Ostwert [m]	Nordwert [m]
IO-03	so3	EG	Schirl 30, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.271,47	5.763.574,18	57,5
			MI	60	45						
IO-03	so5	1.OG	Schirl 30, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.266,59	5.763.572,43	60,0
			MI	60	45						
IO-03	so5	EG	Schirl 30, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.266,59	5.763.572,43	57,5
			MI	60	45						
IO-03	sw1	1.OG	Schirl 30a, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.262,48	5.763.574,31	60,0
			MI	60	45						
IO-03	sw1	EG	Schirl 30a, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.262,48	5.763.574,31	57,5
			MI	60	45						
IO-03	sw3	1.OG	Schirl 30a, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.260,94	5.763.578,58	60,0
			MI	60	45						
IO-03	sw3	EG	Schirl 30a, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.260,94	5.763.578,58	57,5
			MI	60	45						
IO-04	sw1	1.OG	Schirl 30a, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.267,88	5.763.558,46	59,9
			MI	60	45						
IO-04	sw1	EG	Schirl 30a, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.267,88	5.763.558,46	57,4
			MI	60	45						
IO-04	sw3	1.OG	Schirl 30a, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.264,31	5.763.563,07	60,0
			MI	60	45						

Tabelle C.1: Fortsetzung: Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		Höhe N.N. [m]
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		Ostwert [m]	Nordwert [m]			
IO-04	sw3	EG	Schirl 30a, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.264,31	5.763.563,07	57,5
			MI	60	45						
IO-05	so1	1.OG	Schirl 27, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.394,97	5.763.472,28	59,8
			MI	60	45						
IO-05	so1	EG	Schirl 27, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.394,96	5.763.472,28	57,3
			MI	60	45						
IO-05	so3	1.OG	Schirl 27, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.398,35	5.763.472,98	59,6
			MI	60	45						
IO-05	so3	EG	Schirl 27, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.398,35	5.763.472,98	57,1
			MI	60	45						
IO-05	so5	1.OG	Schirl 27, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.392,78	5.763.471,83	59,9
			MI	60	45						
IO-05	so5	EG	Schirl 27, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.392,78	5.763.471,83	57,4
			MI	60	45						
IO-05	so7	1.OG	Schirl 27, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.387,22	5.763.470,68	60,0
			MI	60	45						
IO-05	so7	EG	Schirl 27, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.387,22	5.763.470,68	57,5
			MI	60	45						
IO-05	sw1	EG	Schirl 27, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.383,31	5.763.473,96	57,5
			MI	60	45						

Tabelle C.1: Fortsetzung: Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		Höhe N.N. [m]
			Gebiet	IRW tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		IRW	[m]	[m]	Ostwert [m]	
IO-05	sw2	1.OG	Schirl 27, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.382,73	5.763.476,70	60,0
			MI	60	45						
IO-05	sw3	EG	Schirl 27, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.382,16	5.763.479,44	57,5
			MI	60	45						
IO-06	sw1	EG	Hörste 50, 48231 Warendorf			Industrie	2,5	r	424.432,54	5.762.445,45	58,5
			WA	55	40						
IO-06	sw3	1.OG	Hörste 50, 48231 Warendorf			Industrie	5,0	r	424.429,68	5.762.448,20	61,0
			WA	55	40						
IO-06	sw3	EG	Hörste 50, 48231 Warendorf			Industrie	2,5	r	424.429,68	5.762.448,20	58,5
			WA	55	40						
IO-06	sw5	EG	Hörste 50, 48231 Warendorf			Industrie	2,5	r	424.429,58	5.762.452,17	58,5
			WA	55	40						
IO-07	w1	1.OG	Hörste 20a, 48231 Warendorf			Industrie	5,0	r	423.694,24	5.762.147,44	60,2
			MI	60	45						
IO-07	w1	EG	Hörste 20a, 48231 Warendorf			Industrie	2,5	r	423.694,24	5.762.147,44	57,7
			MI	60	45						
IO-07	w3	1.OG	Hörste 20a, 48231 Warendorf			Industrie	5,0	r	423.694,29	5.762.150,96	60,0
			MI	60	45						
IO-07	w3	EG	Hörste 20a, 48231 Warendorf			Industrie	2,5	r	423.694,29	5.762.150,96	57,5
			MI	60	45						

Tabelle C.1: Fortsetzung: Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe [m]	Koordinaten		Höhe N.N. [m]	
			Gebiet	IRW tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]			Ostwert [m]	Nordwert [m]		
IO-07	w5	1.OG	Hörste 20a, 48231 Warendorf			Industrie	5,0	r	423.694,33	5.762.154,48	60,0
			MI	60	45						
IO-07	w5	EG	Hörste 20a, 48231 Warendorf			Industrie	2,5	r	423.694,33	5.762.154,48	57,5
			MI	60	45						
IO-08	nw1	1.OG	Schirl 28, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.242,49	5.762.456,24	60,7
			MI	60	45						
IO-08	nw1	EG	Schirl 28, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.242,49	5.762.456,24	58,2
			MI	60	45						
IO-08	nw3	1.OG	Schirl 28, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.244,60	5.762.460,43	60,7
			MI	60	45						
IO-08	nw3	EG	Schirl 28, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.244,60	5.762.460,43	58,2
			MI	60	45						
IO-08	sw1	1.OG	Schirl 28, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.251,96	5.762.446,24	60,6
			MI	60	45						
IO-08	sw1	EG	Schirl 28, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.251,96	5.762.446,24	58,1
			MI	60	45						
IO-08	sw3	1.OG	Schirl 28, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	423.247,03	5.762.448,43	60,6
			MI	60	45						
IO-08	sw3	EG	Schirl 28, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.247,03	5.762.448,43	58,1
			MI	60	45						

Tabelle C.1: Fortsetzung: Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		Höhe N.N. [m]
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		IRW	[m]	[m]	Ostwert [m]	
IO-08	sw5	EG	Schirl 28, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	423.243,34	5.762.452,35	58,1
			MI	60	45						
IO-09	no1	1.OG	Harkampsheide 23, 48291 Telgte			Industrie	5,0	r	422.118,72	5.761.570,34	59,0
			MI	60	45						
IO-09	no1	EG	Harkampsheide 23, 48291 Telgte			Industrie	2,5	r	422.118,57	5.761.570,47	56,5
			MI	60	45						
IO-09	no3	1.OG	Harkampsheide 23, 48291 Telgte			Industrie	5,0	r	422.121,09	5.761.568,33	59,0
			MI	60	45						
IO-09	no3	EG	Harkampsheide 23, 48291 Telgte			Industrie	2,5	r	422.121,09	5.761.568,33	56,5
			MI	60	45						
IO-09	nw1	1.OG	Harkampsheide 23, 48291 Telgte			Industrie	5,0	r	422.110,62	5.761.564,08	59,0
			MI	60	45						
IO-09	nw1	EG	Harkampsheide 23, 48291 Telgte			Industrie	2,5	r	422.110,62	5.761.564,08	56,5
			MI	60	45						
IO-09	nw3	1.OG	Harkampsheide 23, 48291 Telgte			Industrie	5,0	r	422.114,17	5.761.568,32	59,0
			MI	60	45						
IO-09	nw3	EG	Harkampsheide 23, 48291 Telgte			Industrie	2,5	r	422.114,17	5.761.568,32	56,5
			MI	60	45						
IO-10	no1	EG	Harkampsheide 20a, 48291 Telgte			Industrie	2,5	r	421.481,00	5.761.276,76	57,5
			MI	60	45						

Tabelle C.1: Fortsetzung: Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe [m]	Koordinaten		Höhe N.N. [m]	
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]			Ostwert [m]	Nordwert [m]		
IO-10	no2	1.OG	Harkampsheide 20a, 48291 Telgte			Industrie	5,0	r	421.482,22	5.761.275,70	60,0
			MI	60	45						
IO-10	no3	EG	Harkampsheide 20a, 48291 Telgte			Industrie	2,5	r	421.483,45	5.761.274,64	57,5
			MI	60	45						
IO-10	no4	1.OG	Harkampsheide 20a, 48291 Telgte			Industrie	5,0	r	421.484,67	5.761.273,57	60,0
			MI	60	45						
IO-10	no5	EG	Harkampsheide 20a, 48291 Telgte			Industrie	2,5	r	421.485,89	5.761.272,51	57,5
			MI	60	45						
IO-11	n1	1.OG	Harkampsheide 21, 48291 Telgte			Industrie	5,0	r	421.227,64	5.761.445,62	60,0
			MI	60	45						
IO-11	n1	EG	Harkampsheide 21, 48291 Telgte			Industrie	2,5	r	421.227,64	5.761.445,62	57,5
			MI	60	45						
IO-11	n3	1.OG	Harkampsheide 21, 48291 Telgte			Industrie	5,0	r	421.231,29	5.761.443,53	60,0
			MI	60	45						
IO-11	n3	EG	Harkampsheide 21, 48291 Telgte			Industrie	2,5	r	421.231,29	5.761.443,53	57,5
			MI	60	45						
IO-11	n5	1.OG	Harkampsheide 21, 48291 Telgte			Industrie	5,0	r	421.234,94	5.761.441,44	60,0
			MI	60	45						
IO-11	n5	EG	Harkampsheide 21, 48291 Telgte			Industrie	2,5	r	421.234,94	5.761.441,44	57,5
			MI	60	45						

Tabelle C.1: Fortsetzung: Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe [m]	Koordinaten		Höhe N.N. [m]	
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]			Ostwert [m]	Nordwert [m]		
IO-11	o1	1.OG	Harkampsheide 21, 48291 Telgte			Industrie	5,0	r	421.235,97	5.761.437,58	60,0
			MI	60	45						
IO-11	o1	EG	Harkampsheide 21, 48291 Telgte			Industrie	2,5	r	421.235,97	5.761.437,58	57,5
			MI	60	45						
IO-11	o3	1.OG	Harkampsheide 21, 48291 Telgte			Industrie	5,0	r	421.232,79	5.761.431,99	60,0
			MI	60	45						
IO-11	o3	EG	Harkampsheide 21, 48291 Telgte			Industrie	2,5	r	421.232,79	5.761.431,99	57,5
			MI	60	45						
IO-12	no1	1.OG	Überwasser 25, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	420.605,18	5.762.003,78	57,5
			MI	60	45						
IO-12	no1	EG	Überwasser 25, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	420.605,18	5.762.003,78	55,0
			MI	60	45						
IO-12	no3	1.OG	Überwasser 25, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	420.606,51	5.762.000,13	57,5
			MI	60	45						
IO-12	no3	EG	Überwasser 25, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	420.606,50	5.762.000,15	55,0
			MI	60	45						
IO-13	so1	1.OG	Überwasser 24, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	420.910,84	5.762.180,05	58,0
			MI	60	45						
IO-13	so1	EG	Überwasser 24, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	420.910,84	5.762.180,05	55,5
			MI	60	45						

Tabelle C.1: Fortsetzung: Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe [m]	Koordinaten		Höhe N.N. [m]	
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]			Ostwert [m]	Nordwert [m]		
IO-13	so3	1.OG	Überwasser 24, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	420.909,07	5.762.178,91	58,0
			MI	60	45						
IO-13	so3	EG	Überwasser 24, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	420.909,07	5.762.178,91	55,5
			MI	60	45						
IO-13	so5	1.OG	Überwasser 24, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	420.907,30	5.762.177,77	58,0
			MI	60	45						
IO-13	so5	EG	Überwasser 24, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	420.907,30	5.762.177,77	55,5
			MI	60	45						
IO-13	so7	1.OG	Überwasser 24, 48346 Ostbevern			Industrie	5,0	r	420.905,53	5.762.176,63	58,0
			MI	60	45						
IO-13	so7	EG	Überwasser 24, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	420.905,53	5.762.176,63	55,5
			MI	60	45						
IO-14	no1	EG	Überwasser 50, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	421.175,71	5.762.624,68	57,5
			MI	60	45						
IO-14	no3	EG	Überwasser 50, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	421.177,40	5.762.620,78	57,5
			MI	60	45						
IO-14	so1	EG	Überwasser 50, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	421.175,59	5.762.617,60	57,5
			MI	60	45						
IO-14	so3	EG	Überwasser 50, 48346 Ostbevern			Industrie	2,5	r	421.170,91	5.762.615,56	57,5
			MI	60	45						

D Eigenschaften der Windenergieanlagen sowie der weiteren gewerblichen Quellen

In den folgenden Tabellen sind die berücksichtigten Quellen der Vor- und Zusatzbelastung für den Tages- und Nachtzeitraum detailliert aufgelistet. Der Schallleistungspegel (SLP) der zweiten Spalte ist ohne Zuschläge versehen.

Tabelle D.1: Windenergieanlagen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP [dB(A)]	Sicherheitszuschlag		Schallleistungspegel immissionsrelevant nachts [dB(A)]	Naben- höhe h _N [m]	Koordinaten		
			nachts [dB]	nachts			Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
WEA 1150567	Mode 104.9dB	104,9	2,1	107,0	149,0	Anlagentyp: E-115 NH:149m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 104.9dB			
						422.555,00	5.763.572,00	57,5	
WEA 1150568	Mode 104.9dB	104,9	1,3	106,2	149,0	Anlagentyp: E-115 NH:149m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 104.9dB			
						422.825,00	5.763.087,00	55,0	
WEA 1150569	Mode 104.9dB	104,9	0,5	105,4	149,0	Anlagentyp: E-115 NH:149m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 104.9dB			
						423.569,00	5.762.916,00	55,4	
WEA 441387	Mode OdB	0,0	0,0	0,0	78,0	Anlagentyp: E-40/6,44 NH:78m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 0dB			
						423.765,00	5.763.241,00	55,0	
WEA 441388	Mode 102.4dB	102,4	0,0	102,4	78,0	Anlagentyp: E-40/6,44 NH:78m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 102.4dB			
						423.478,40	5.764.351,71	55,0	
WEA 441389	Mode 102.4dB	102,4	0,0	102,4	78,0	Anlagentyp: E-40/6,44 NH:78m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 102.4dB			
						424.108,46	5.763.746,82	55,0	
WEA 441390	Mode 102.4dB	102,4	0,0	102,4	70,5	Anlagentyp: E-40/6,44 NH:70.5m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 102.4dB			
						423.565,00	5.763.355,00	54,0	
WEA 441391	Mode 100.7dB	100,7	0,0	100,7	65,0	Anlagentyp: E-40/6,44 NH:65m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 100.7dB			
						423.960,32	5.763.516,96	55,0	

Tabelle D.1: Fortsetzung: Windenergieanlagen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP [dB(A)]	Sicherheitszuschlag		Schallleistungspegel immissionsrelevant nachts [dB(A)]	Naben- höhe h _N [m]	Koordinaten		Höhe N.N. [m]
			nachts [dB]	nachts			Ostwert [m]	Nordwert [m]	
WEA 44788	Mode 0dB	0,0	0,0	0,0	0,0	78,0	423.803,00	5.764.282,00	56,0
WEA 447892	Mode 0dB	0,0	0,0	0,0	0,0	78,0	423.804,00	5.764.007,00	55,0
WEA TE02	OM-NR-08-0	99,0	2,1	101,1	162,0	419.001,00	5.761.268,00	46,3	
WEA TE03	Nr VIIIs	98,0	2,1	100,1	119,8	419.476,00	5.761.102,00	56,0	
									Anlagentyp: E-160 EP5 E3 (Enercon GmbH) – Spektrum: Nr VIIIs
WEA VB 01	Mode 105.5dB	105,5	2,1	107,6	122,0	425.211,00	5.760.734,00	57,0	
									Anlagentyp: V162-7.2 NH:122m (Vestas Deutschland GmbH) – Spektrum: Mode 105.5dB
WEA VB 02	Mode 105.5dB	105,5	2,1	107,6	122,0	425.779,00	5.760.545,00	57,9	
									Anlagentyp: V162-7.2 NH:122m (Vestas Deutschland GmbH) – Spektrum: Mode 105.5dB
WEA VB 03	Mode 106.9dB	106,9	2,1	109,0	164,0	424.857,00	5.761.131,00	54,9	
									Anlagentyp: V172-7.2 NH:164m (Vestas Deutschland GmbH) – Spektrum: Mode 106.9dB
WEA VB 04	Mode 105.5dB	105,5	2,1	107,6	122,0	424.822,00	5.760.636,00	57,0	
									Anlagentyp: V162-7.2 NH:122m (Vestas Deutschland GmbH) – Spektrum: Mode 105.5dB

Tabelle D.1: Fortsetzung: Windenergieanlagen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP [dB(A)]	Sicherheitszuschlag nachts [dB]	Schallleistungspegel immissionsrelevant nachts [dB(A)]	Naben- höhe h_N [m]	Koordinaten		
						Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
WEA VB 05	Mode 102dB	102,0	2,1	104,1	120,9	419.747,80	5.761.944,71	53,8
Anlagentyp: GE 6.1-158 NH:120.9m (GE Wind GmbH) – Spektrum: Mode 102dB								

Tabelle D.2: Gewerbliche Punktschallquellen der Vorbelastung im Tages- und Nachtzeitraum

ID	SLP [dB(A)]	Sicherheitsszuschlag			Schalleistungspegel immissionsrelevant			Höhe ü.G. h _r [m]	Koordinaten		
		tags [dB]	abends [dB]	nachts [dB]	tags [dB(A)]	abends [dB(A)]	nachts [dB(A)]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
GE-01	85,0	0,0	0,0	0,0	85,0	85,0	85,0	1,00	420.084,00	5.761.454,00	60,25
GE-02	85,0	0,0	0,0	0,0	85,0	85,0	85,0	1,00	422.059,99	5.764.200,44	60,63
GE-03	85,0	0,0	0,0	0,0	85,0	85,0	85,0	1,00	423.343,00	5.763.818,00	63,01
GE-04	85,0	0,0	0,0	0,0	85,0	85,0	85,0	1,00	423.212,00	5.764.317,00	59,93

Tabelle D.3: Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Tageszeitraum

ID	Modus	SLP [dB(A)]	Sicherheitszuschlag		Schallleistungspegel immissionsrelevant		Naben- höhe h _N [m]	Koordinaten		
			tags [dB]	abends [dB]	tags [dB(A)]	abends [dB(A)]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
WEA 1	BM 0s	106,0	2,1	2,1	108,1	108,1	160,0	422.698,00	5.762.713,00	56,8
			Anlagentyp: E-138 EP3 E3 (Enercon GmbH) - Spektrum: BM 0s							
WEA 2	BM 0s	106,5	2,1	2,1	108,6	108,6	162,0	422.816,00	5.761.878,00	54,6
			Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Spektrum: BM 0s							
WEA 3	BM 0s	106,5	2,1	2,1	108,6	108,6	162,0	421.810,00	5.762.036,00	55,0
			Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Spektrum: BM 0s							

Tabelle D.4: Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP [dB(A)]	Sicherheitszuschlag		Schallleistungspegel immissionsrelevant nachts [dB(A)]	Naben- höhe h_N [m]	Koordinaten		
			nachts [dB]	nachts			Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
WEA 1	101dB	101,0	2,1	Anlagentyp: E-138 EP3 E3 (Enercon GmbH) - Spektrum: 101dB	103,1	160,0	422.698,00	5.762.713,00	56,8
WEA 2	BM 0s	106,5	2,1	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Spektrum: BM 0s	108,6	162,0	422.816,00	5.761.878,00	54,6
WEA 3	BM 0s	106,5	2,1	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Spektrum: BM 0s	108,6	162,0	421.810,00	5.762.036,00	55,0

E Oktavbandspektren der Windenergieanlagen

Für die Berechnungen wurden die folgenden Oktavbandspektren der untersuchten Windenergieanlagen eingesetzt. Dargestellt sind die Oktavbandspektren für den reinen Schalleistungspegel, für den Gesamt-Schalleistungspegel inkl. des Sicherheitszuschlags SZ und zusätzlich noch für den $L_{e,max}$ gemäß der LAI-Hinweise. Der $L_{e,max}$ beschreibt den Pegel, der bei einer schalltechnischen Vermessung nach FGW-Richtlinie eingehalten werden muss. Als Unsicherheiten gehen hier nur die Messunsicherheit σ_R und die Produktstandardabweichung σ_P ein. Daraus ergibt sich hier ein Wert von 1,7 dB. Die entsprechenden Datenblätter und Messberichte mit den Oktavbandspektren für alle Betriebsmodi sind im Anhang F beigefügt.

Tabelle E.1: Oktavbandspektren der angesetzten Betriebsmodi der Zusatzbelastung.

ID	Typ	Bew.	Oktavbandspektrum										Zuschläge [dB]				
			Schallleistungspegel [dB] bei den Oktavmittelfrequenzen [Hz]										Summenpegel [dB(A)] [dB(lin)]				
			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	kt	ktn	ki	kin		
E-138 EP3 E3 (Enercon GmbH) - Modus: 101dB, Quelle: D02650487/0.0-de / DA																	
Oktavbandspektrum exkl. SZ																	
101dB	L _w	A	75,0	84,3	89,0	90,2	93,4	95,7	96,3	85,4	71,1	101,0	116,4	0	0	0	
	Oktavbandspektrum L _{e,max} mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{prog} = 0,0$ dB, $\sigma_{ges} = 1,3$ dB zu SZ = 1,7 dB																
	L _w	A	76,7	86,0	90,7	91,9	95,1	97,4	98,0	87,1	72,8	102,7	118,1	0	0	0	0
Oktavbandspektrum inkl. SZ mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{prog} = 1,0$ dB, $\sigma_{ges} = 1,6$ dB zu SZ = 2,1 dB																	
L _w	A	77,1	86,4	91,1	92,3	95,5	97,8	98,4	87,5	73,2	103,1	118,5	0	0	0	0	
E-138 EP3 E3 (Enercon GmbH) - Modus: BM Os, Quelle: D1018700/3.0-de / DA																	
Oktavbandspektrum exkl. SZ																	
BM Os	L _w	A	78,1	87,4	93,1	96,4	99,7	101,9	98,3	90,0	75,0	106,0	119,8	0	0	0	0
	Oktavbandspektrum L _{e,max} mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{prog} = 0,0$ dB, $\sigma_{ges} = 1,3$ dB zu SZ = 1,7 dB																
	L _w	A	79,8	89,1	94,8	98,1	101,4	103,6	100,0	91,7	74,7	107,6	121,4	0	0	0	0
Oktavbandspektrum inkl. SZ mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{prog} = 1,0$ dB, $\sigma_{ges} = 1,6$ dB zu SZ = 2,1 dB																	
L _w	A	80,2	89,5	95,2	98,5	101,8	104,0	100,4	92,1	75,1	108,1	121,9	0	0	0	0	0
E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Modus: BM Os, Quelle: D02772025/0.4-de / DA																	
Oktavbandspektrum exkl. SZ																	
BM Os	L _w	A	77,7	86,9	92,6	97,2	100,7	101,4	99,8	92,6	76,2	106,5	119,4	0	0	0	0
	Oktavbandspektrum L _{e,max} mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{prog} = 0,0$ dB, $\sigma_{ges} = 1,3$ dB zu SZ = 1,7 dB																
	L _w	A	79,4	88,6	94,3	98,9	102,4	103,1	101,5	94,3	77,9	108,2	121,1	0	0	0	0
Oktavbandspektrum inkl. SZ mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{prog} = 1,0$ dB, $\sigma_{ges} = 1,6$ dB zu SZ = 2,1 dB																	
L _w	A	79,8	89,0	94,7	99,3	102,8	103,5	101,9	94,7	78,3	108,6	121,5	0	0	0	0	0

Tabelle E.2: Oktavbandspektren der angesetzten Betriebsmodi der Vorbelastung.

ID	Typ	Bew.	Oktavbandspektrum										Zuschläge [dB]				
			Schallleistungspegel [dB] bei den Oktavmittelfrequenzen [Hz]										Summenpegel [dB(A)]			kt	ktn
			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	[dB(A)]			kt	ktn	kin
Mode 104.9dB	E-115 NH:149m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 104.9dB, Quelle: Kreis Warendorf - KCE 216153-01.06																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L _w	A	-80,0	85,6	91,4	95,3	98,6	100,9	97,5	88,6	75,1	104,9	114,2	0	0	0	0
Mode 0dB	E-40/6.44 NH:78m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 0dB, Quelle: Kreis Warendorf																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L _w	A	-80,0	-80,0	-80,0	-80,0	-80,0	-80,0	-80,0	-80,0	-80,0	0,0	-40,4	0	0	0	0
Mode 102.4dB	E-40/6.44 NH:78m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 102.4dB, Quelle: Kreis Warendorf - WICO 287SEA01/01																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L _w	A	69,5	78,5	83,7	91,0	94,8	95,6	91,5	87,0	79,8	102,4	111,4	0	0	0	0
Mode 102.4dB	E-40/6.44 NH:70.5m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 102.4dB, Quelle: Kreis Warendorf - WICO 287SEA01/01																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L _w	A	69,5	78,5	83,7	91,0	94,8	95,6	91,5	87,0	79,8	102,4	111,4	0	0	0	0
Mode 100.7dB	E-40/6.44 NH:65m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 100.7dB, Quelle: Kreis Warendorf - WICO 287SEA01/01																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L _w	A	69,5	78,5	83,7	91,0	94,8	95,6	91,5	87,0	79,8	100,7	111,4	0	0	0	0
OM-0-0	E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Modus: OM-0-0, Quelle: D02772025_2.0																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L _w	A	-80,0	86,9	92,6	97,2	100,7	101,4	99,8	92,6	76,2	106,5	115,6	0	0	0	0
OM-NR-08-0	E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Modus: OM-NR-08-0, Quelle: D02772024_4.0																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L _w	A	-80,0	79,5	85,1	91,0	94,0	94,1	89,9	80,8	64,6	99,0	108,3	0	0	0	0
BM 0s	E-160 EP5 E3 (Enercon GmbH) - Modus: BM 0s, Quelle: D02250920/3.0-de / DA																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L _w	A	75,9	85,1	90,9	95,3	100,1	101,9	101,3	94,7	75,5	106,7	117,8	0	0	0	0

Tabelle E.2: Fortsetzung: Oktavbandspektren der angesetzten Betriebsmodi der Vorbelastung.

ID	Typ	Bew.	Oktavbandspektrum										Zuschläge [dB]			
			Schallleistungspegel [dB] bei den Oktavmittelfrequenzen [Hz]										Summenpegel [dB(A)] [dB(lin)]			
			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	kt	ktn	ki	kin	
Nr VIIIIs	E-160 EP5 E3 (Enercon GmbH) - Modus: Nr VIIIIs, Quelle: D02444390/3.0-de / DA															
	Oktavbandspektrum exkl. SZ															
Mode 105.5dB	L _w	A	65,9	74,8	81,4	88,7	91,0	92,4	92,2	88,6	68,6	98,0	108,0	0	0	0
	V162-7.2 NH:122m (Vestas Deutschland GmbH) - Modus: Mode 105.5dB, Quelle: Datenblatt 0117-3576.V03															
Mode 106.9dB	Oktavbandspektrum exkl. SZ															
	L _w	A	-80,0	88,5	96,4	99,8	100,2	98,7	94,2	86,6	75,9	105,5	117,6	0	0	0
Mode 102dB	V172-7.2 NH:164m (Vestas Deutschland GmbH) - Modus: Mode 106.9dB, Quelle: Datenblatt 0124-6701.V01															
	Oktavbandspektrum exkl. SZ															
Mode 102dB	L _w	A	-80,0	90,6	98,1	101,3	101,5	99,8	95,3	97,7	77,0	106,9	119,5	0	0	0
	GE 6.1-158 NH:120.9m (GE Wind GmbH) - Modus: Mode 102dB, Quelle: Schallimmissionsprognose Teilgte Juni 2023															
Mode 102dB	Oktavbandspektrum exkl. SZ															
	L _w	A	74,0	83,2	89,6	94,5	96,3	96,6	94,0	87,6	73,1	102,0	115,8	0	0	0

F Datenblätter

Im nachfolgend angefügten Dokument sind alle Datenblätter eingebunden, aus denen Informationen, wie z.B. Oktavbandspektren, Schalleistungspegel und mögliche Nabhöhen, für die Berechnung entnommen wurden. Das Dokument lässt sich durch Auswählen des Dokumentsymbols öffnen.



G Revisionsübersicht

Tabelle G.1: Revisionsübersicht

Revision	Änderungen	Anmerkungen	Datum
Rev. 0		Initiale Version	26.10.2023
Rev. 1	Anpassung der WEA der Vorbelastung		24.06.2024