

SCHALLTECHNISCHER BERICHT

NE-25-132163

Schalltechnischer Bericht für den Windpark “Sürwürderwurp” mit insgesamt drei Windenergieanlagen am Standort Stadland.

Datum:
25. März 2026

Auftraggeber:
Projekt Ökovest GmbH
Alexanderstraße 404b
26127 Oldenburg

Bearbeiter:
Caroline Sporkmann B.Sc.

noxt! engineering GmbH
Knollstraße 15 · 49088 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

Foto: © noxt! engineering GmbH

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 89 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, 25. März 2026
noxt! engineering GmbH

noxt! engineering GmbH
Knollstraße 15, 49088 Osnabrück
+49 541 20 1998 00
engineering@noxt.de
www.engineering.noxt.de

Firmenstempel

Bearbeiter
(Caroline Sporkmann B.Sc.)

Fachprüfer
(André Raming (M.Eng.))

1 Zusammenfassung

Am Standort Stadland plant die Firma Projekt Ökovest GmbH drei Windenergieanlagen vom Typ N149/5.X (Nordex) (3x). 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	N149/5.X (Nordex)	125,4	5.700
WEA 2	N149/5.X (Nordex)	125,4	5.700
WEA 3	N149/5.X (Nordex)	125,4	5.700

Gemäß TA Lärm ist eine gewerbliche Geräuschvorbelastung am Standort Stadland zu berücksichtigen. Details hierzu befinden sich in Kapitel 4.1.
In der Umgebung des Windparks befinden sich 15 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 Stadland

ID	Betriebsmodus tags	Betriebsmodus nachts
WEA 1	Mode 0	Mode 8
WEA 2	Mode 0	Mode 0
WEA 3	Mode 0	Mode 0

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 Niedersachsen [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. Die Ergebnisse dieser Untersuchung erfolgen in Form eines schalltechnischen Berichts.

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 15
4.3 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung 19
4.4 Abstände zwischen den Immissionsorten und den Windenergieanlagen 20

5 Berechnungsergebnisse **21**
5.1 Berechnungsergebnisse für den Tageszeitraum 21
5.2 Berechnungsergebnisse für den Nachtzeitraum 22
5.3 Abschirmung und Reflexion 23

6 Beurteilung **29**
6.1 Beurteilung des Tageszeitraums 29
6.2 Beurteilung des Nachtzeitraums 30
6.3 Gesamtbeurteilung 31
6.4 Beurteilung Gesamtbetrachtung 33
6.5 Spitzenpegel 34
6.6 Abschätzung der Genauigkeit der Prognose 34

7 Infraschall **36**

8 Interaktive Karte **39**

9 Ortstermin **41**

Literaturverzeichnis **49**

A Lageplan **52**

B Detaillierte Berechnungsergebnisse **54**

C Immissionsorte **55**

D Schallquellen **71**

E Oktavbandspektren **82**

F Datenblätter **88**

G Revisionsübersicht **89**

Abbildungsverzeichnis

9.1 Süd-Westansicht IO-01 (Nordpol 8; Ovelgönne) 41
9.2 Nord-Westansicht IO-02 (Nordpol 2; Ovelgönne) 42
9.3 Südansicht IO-03 (Alte Moorstraße 11; Ovelgönne) 42
9.4 Ostansicht IO-04 (Alter Landweg 3; Ovelgönne) 43
9.5 Nordansicht IO-05 (Hakendorferwurp 9; Stadland) 43
9.6 Ostansicht IO-06 (Alserwurp 1; Stadland) 44
9.7 Nord-Ostansicht IO-07 (Braker Straße 26; Stadland) 44
9.8 Süd-Ostansicht IO-08 (Braker Straße 27; Stadland) 45
9.9 Nordansicht IO-09 (Braker Straße 29; Stadland) 45
9.10 Nordansicht IO-10 (Schmalenfletherwurp 7; Brake (Unterweser)) 46
9.11 Westansicht IO-11 (Alser Hellmer 2; Stadland) 46
9.12 Satellitenansicht IO-12 (Willy-Brandt-Straße 34; Stadland) 47
9.13 Satellitenansicht IO-13 (Willy-Brandt-Straße 32; Stadland) 47
9.14 Südansicht IO-14 (Braker Straße 23; Stadland) 48
9.15 Süd-Ostansicht IO-15 (Friedrich-Ebert-Straße 2; Stadland) 48

A.1 Lageplan 53

Tabellenverzeichnis

1.1 Technische Kenndaten der untersuchten Windenergieanlagen der Zusatzbelastung 2
1.2 Auflistung der Betriebsmodi der Zusatzbelastung am Standort Stadland 2

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 Stadland 14
4.3 Betriebsweisen der Vorbelastung im Nachtzeitraum 16
4.4 Betriebsweisen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum 19
4.5 Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen. 20

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. 21
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. 22
5.3 Auftreten einer Abschirmung (A) und Reflexion (R) auf dem Schallweg zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionsort für den Nachtzeitraum. 24

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. 29

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. 30
6.3 Beurteilung der relevanten Immissionsorte gemäß TA Lärm [TAL] für die Fassade (F) und das Geschoss (G). 32
6.4 Auflistung der Betriebsmodi für die Zusatzbelastung 33

C.1 Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten 56

D.1 Gewerbliche Punktschallquellen der Vorbelastung im Tages- und Nachtzeitraum 72
D.2 Gewerbliche Flächenschallquellen der Vorbelastung im Tages- und Nachtzeitraum 74
D.3 Windenergieanlagen der Vorbelastung im Nachtzeitraum 75
D.4 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Tageszeitraum 80
D.5 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum 81

E.1 Oktavbandspektren der angesetzten Betriebsmodi der Zusatzbelastung. 83
E.2 Oktavbandspektren der angesetzten Betriebsmodi der Vorbelastung. . 84

G.1 Revisionsübersicht 89

2 Situation und Aufgabenstellung

Die Firma Projekt Ökovest GmbH plant am Standort Stadland in Niedersachsen drei Windenergieanlagen die in diesem Gutachten als Zusatzbelastung bezeichnet werden. Zum Erlangen der Genehmigung der geplanten Windenergieanlagen ist dem Landkreis Wesermarsch 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 31 bestehenden Windenergieanlagen und die gewerblichen Anlagen berücksichtigt. Für die Gesamtbelastung werden die berechneten Pegel der Vor- und Zusatzbelastung energetisch addiert.

3 Planungsrechtliche Grundlagen

In der Umgebung des Windparks befinden sich 15 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 [BPlb] [BPla] 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	Nordpol 8	Ovelgönne	MI	60	45
IO-02	Nordpol 2	Ovelgönne	MI	60	45
IO-03	Alte Moorstraße 11	Ovelgönne	MI	60	45
IO-04	Alter Landweg 3	Ovelgönne	MI	60	45
IO-05	Hakendorferwurp 9	Stadland	MI	60	45
IO-06	Alserwurp 1	Stadland	MI	60	45
IO-07	Braker Straße 26	Stadland	MI	60	45
IO-08	Braker Straße 27	Stadland	MI	60	45
IO-09	Braker Straße 29	Stadland	MI	60	45
IO-10	Schmalenfletherwurp 7	Brake (Unterweser)	MI	60	45
IO-11	Alser Hellmer 2	Stadland	MI	60	45
IO-12	Willy-Brandt-Straße 34	Stadland	WA	55	40
IO-13	Willy-Brandt-Straße 32	Stadland	WA	55	40
IO-14	Braker Straße 23	Stadland	MI	60	45

Tabelle 3.1: Fortsetzung: Liste der untersuchten Immissionsorte mit der jeweiligen Gebietseinstufung

ID	Straße	Ort	Gebiet	IRW	
				tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]
IO-15	Friedrich-Ebert-Straße 2	Stadland	KU	45	35

Die genannten Immissionsorte wurden bei einer Ortsbesichtigung am 29.10.2025 durch Caroline Sporkmann 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 Impulszuschlag K_I) werden entsprechend der LAI-Hinweise [LAI] oder den Länderregeln (hier die des Bundeslandes Niedersachsen [WEA]) hinzuaddiert. Die Berechnung des oberen Vertrauensbereichs ist in Kapitel 6.6 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
$\alpha_{10°C,\,70\%}$ **[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 2025 (64 bit – build 209.5501). Das gesamte Berechnungsmodell (Karten: DGK5, Höhen: DGM1 und Gebäudeumrisse: LoD1) basiert auf den Daten von OpenGeoData.NI [LNL22] in dem Gebiet von X: 454985 m, Y: 5907627 m bis X: 466985 m, Y: 5919627 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, rechtskräftigen Bebauungsplänen sowie der Geländesichtung werden sieben Gewerbequellen untersucht. Hierbei handelt es sich um zwei Biogasanlagen (BG), zwei Flächenschallquellen (IN) und drei 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.

Tabelle 4.2: Beschreibung der relevanten gewerblichen Schallquellen am Standort Stadland

ID	Art	Anzahl	Adresse	Beschreibung
GE-01	BG	1	Kötermoorer Str. 40, (26936 Stadland)	Bei der Schallquelle handelt es sich um eine Biogasanlage. Betrachtet wird der Abgaskamin in einer Höhe von 10 m mit 90 dB(A).
GE-02	BG	1	Nordpol 11, (26939 Ovelgönne)	Bei der Schallquelle handelt es sich um eine Biogasanlage. Betrachtet wird der Abgaskamin in einer Höhe von 10 m mit 90 dB(A).
GE-03	TH	14	Nordpol 8, (26939 Ovelgönne)	Bei der Schallquelle handelt es sich um eine Tierhaltungsanlage. Betrachtet werden hier die Lüftungsanlagen mit einem Pegel von 80 dB(A) je Lüfter.
GE-04	TH	2	Nordpol 15, (26939 Ovelgönne)	Bei der Schallquelle handelt es sich um eine Tierhaltungsanlage. Betrachtet werden hier die Lüftungsanlagen mit einem Pegel von 80 dB(A) je Lüfter.
GE-05	IN	4	Rodenkircher Straße 11, (26935 Stadland)	Bei der Schallquelle handelt es sich um Flächenschallquellen, die nach Bebauungsplan Nr. 40 mit 45 dB(A), 47.5 dB(A)oder 50 dB(A) ausgelegt ist.

Tabelle 4.2: Fortsetzung: Beschreibung der relevanten gewerblichen Schallquellen am Standort Stadland

ID	Art	Anzahl	Adresse	Beschreibung
GE-06	IN	1	Im Gewerbepark 2, (26935 Stadland)	Bei der Schallquelle handelt es sich um eine Flächenschallquelle, die nach Bebauungsplan „Hartwarden Nord“ mit 45 dB(A) ausgelegt ist.
GE-07	TH	6	Frieschenmoorer Straße 33, (26939 Ovelgönne)	Bei der Schallquelle handelt es sich um eine Tierhaltungsanlage. Betrachtet werden hier die Lüftungsanlagen mit einem Pegel von 80 dB(A) je Lüfter.

4.2 Vorbelastung durch vorhandene Windenergieanlagen

Am Standort Stadland befinden sich 31 relevante 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 Immissionsschutzbehörden 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)]	Zuschlag [dB]	SLP gesamt [dB(A)]
W07	Enercon	E-126 EP4	Nachtmodus W07	107,5	0,0	107,5
W08	Enercon	E-126 EP4	Nachtmodus W08	107,5	0,0	107,5
W09	Enercon	E-126 EP4	Nachtmodus W09	107,5	0,0	107,5
W10	Enercon	E-126 EP4	Nachtmodus W10	107,5	0,0	107,5
W11	Enercon	E-126 EP4	Nachtmodus W11	107,5	0,0	107,5
W12	Enercon	E-126 EP4	Nachtmodus W12	107,5	0,0	107,5
W13	Enercon	E-126 EP4	Nachtmodus W13	107,5	0,0	107,5
W14	Enercon	E-126 EP4	Nachtmodus W14	104,0	0,0	104,0
W15	Enercon	E-126 EP4	Nachtmodus W15	104,0	0,0	104,0
W16	Enercon	E-126 EP4	Nachtmodus W16	107,5	0,0	107,5

Tabelle 4.3: Fortsetzung: Betriebsweisen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Hersteller	Typ	Betriebsweise nachts			
			Modus	SLP [dB(A)]	Zuschlag [dB]	SLP gesamt [dB(A)]
W17	Enercon	E-126 EP4	Nachtmodus W17	107,5	0,0	107,5
W18	Enercon	E-126 EP4	Nachtmodus W18	107,5	0,0	107,5
W19	Enercon	E-101	Nachtmodus W19	106,0	0,0	106,0
W20	Enercon	E-101	Nachtmodus W20	106,0	0,0	106,0
W21	Enercon	E-101	Nachtmodus W21	106,0	0,0	106,0
W22	Enercon	E-101	Nachtmodus W22	106,0	0,0	106,0
W23	Enercon	E-101	Nachtmodus W23	106,0	0,0	106,0
W24	Enercon	E-101	Nachtmodus W24	106,0	0,0	106,0
W63	Enercon	E-66/18.70	Nachtmodus W63	103,0	0,0	103,0
W64	Enercon	E-66/18.70	Nachtmodus W64	103,0	0,0	103,0

Tabelle 4.3: Fortsetzung: Betriebsweisen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Hersteller	Typ	Betriebsweise nachts			
			Modus	SLP [dB(A)]	Zuschlag [dB]	SLP gesamt [dB(A)]
W65	Enercon	E-66/18.70	Nachtmodus W65	103,0	0,0	103,0
W66	Enercon	E-66/18.70	Nachtmodus W66	96,8	0,0	96,8
W67	Enercon	E-66/18.70	Nachtmodus W67	103,0	0,0	103,0
W68	Enercon	E-70 E4	Nachtmodus W68	104,5	0,0	104,5
W69	Enercon	E-70 E4	Nachtmodus W69	104,5	0,0	104,5
W70	Enercon	E-82 E2	Nachtmodus W70	104,0	0,0	104,0
W71	Enercon	E-82 E2	Nachtmodus W71	104,0	0,0	104,0
W72	Enercon	E-82 E2	Nachtmodus W72	104,0	0,0	104,0
W73	Enercon	E-48	Nachtmodus W73	102,5	0,0	102,5
W74	Enercon	E-175 EP5 E2	Nachtmodus W74	109,0	0,0	109,0

Tabelle 4.3: Fortsetzung: Betriebsweisen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Hersteller	Typ	Betriebsweise nachts			
			Modus	SLP [dB(A)]	Zuschlag [dB]	SLP gesamt [dB(A)]
W75	Enercon	E-175 EP5 E2	Nachtmodus W75	100,1	0,0	100,1

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 akustischen Kenndaten der Windenergieanlagen der Zusatzbelastung sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 4.4: Betriebsweisen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum

ID	Hersteller	Typ	Betriebsweise nachts			
			Modus	SLP [dB(A)]	Zuschlag [dB]	SLP gesamt [dB(A)]
WEA 1	Nordex	N149/5.X	Mode 8	102,0	2,1	104,1
WEA 2	Nordex	N149/5.X	Mode 0	105,6	2,1	107,7
WEA 3	Nordex	N149/5.X	Mode 0	105,6	2,1	107,7

Die Oktavbandspektren der Windenergieanlagen für die jeweiligen Betriebsmodi sind im Anhang E dargestellt.
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 4.5: Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen.

	Horizontaler Abstand [m]		
ID	WEA 1	WEA 2	WEA 3
IO-01	2.185	2.705	2.323
IO-02	2.154	2.589	2.167
IO-03	1.726	2.012	1.584
IO-04	1.577	1.809	1.387
IO-05	1.475	1.848	1.887
IO-06	628	618	868
IO-07	1.162	618	1.027
IO-08	1.202	645	1.037
IO-09	1.338	771	1.099
IO-10	2.038	1.523	1.683
IO-11	1.274	987	1.386
IO-12	2.219	2.278	2.542
IO-13	2.221	2.275	2.542
IO-14	1.484	1.020	1.450
IO-15	3.460	3.431	3.747

Der geringste Abstand beträgt 618 m zwischen der untersuchten Windenergieanlage WEA 2 und dem Immissionsort IO-07.

5 Berechnungsergebnisse

In den folgenden Abschnitten werden die Berechnungsergebnisse für den Windpark “Sürwürderwurp” 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 31 bestehenden Windenergieanlagen und die gewerblichen Betriebe gemäß TA Lärm enthalten.
Die Zusatzbelastung enthält die drei untersuchten Windenergieanlagen entsprechend der ausgewiesenen Betriebskonfiguration.

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)]	ZB W [dB(A)]	ZB Ü [dB]
IO-01	s1	1.OG	60	32,3	–
IO-02	o1	EG	60	31,9	–
IO-03	n1	EG	60	37,6	–
IO-04	n2	EG	60	36,4	–
IO-05	s1	EG	60	35,4	–

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	ZB	
				W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]
IO-06	s1	EG	60	46,8	–
IO-07	n2	EG	60	42,2	–
IO-08	n2	EG	60	42,2	–
IO-09	n3	1.OG	60	41,7	–
IO-10	n3	EG	60	33,3	–
IO-11	s2	EG	60	42,2	–
IO-12	w1	EG	55	37,2	–
IO-13	s1	EG	55	35,2	–
IO-14	s3	EG	60	38,9	–
IO-15	sw4	1.OG	45	27,1	–

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	VB		ZB		GB	
				W	Ü	W	Ü	W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-01	o1	1.OG	45	44,0	–	30,2	–	44,1	–
IO-01	s1	1.OG	45	42,8	–	31,0	–	43,1	–
IO-02	o1	EG	45	38,3	–	30,9	–	39,0	–

Tabelle 5.2: Fortsetzung: 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	VB		ZB		GB	
				W	Ü	W	Ü	W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-02	o1	1.OG	45	39,1	–	30,9	–	39,7	–
IO-03	n1	EG	45	33,3	–	36,7	–	38,3	–
IO-03	s1	1.OG	45	43,3	–	33,3	–	43,8	–
IO-04	n2	EG	45	33,5	–	35,6	–	37,7	–
IO-04	s1	EG	45	44,8	–	23,3	–	44,8	–
IO-05	s1	EG	45	31,7	–	34,0	–	36,0	–
IO-05	s2	EG	45	34,3	–	34,0	–	37,2	–
IO-06	s1	EG	45	36,1	–	45,4	0,4	45,9	0,9
IO-07	n2	EG	45	32,2	–	42,1	–	42,5	–
IO-08	n2	EG	45	29,5	–	41,7	–	42,0	–
IO-09	n3	1.OG	45	32,0	–	41,3	–	41,8	–
IO-09	w1	1.OG	45	40,1	–	41,3	–	43,7	–
IO-10	n3	EG	45	32,1	–	33,1	–	35,6	–
IO-10	w2	EG	45	45,1	0,1	28,8	–	45,2	0,2
IO-11	s2	EG	45	36,0	–	41,5	–	42,6	–
IO-12	w1	EG	40	34,3	–	32,6	–	36,5	–
IO-13	s1	EG	40	29,8	–	30,5	–	33,2	–
IO-13	s1	1.OG	40	33,5	–	30,5	–	35,3	–
IO-14	s3	EG	45	35,6	–	38,4	–	40,2	–
IO-14	w2	EG	45	37,0	–	38,4	–	40,7	–
IO-15	sw4	1.OG	35	27,4	–	22,9	–	28,7	–

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 Autreten 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	ja	ja	ja
IO-01	o1	1.OG	–	–	–	–	–	–
IO-01	o2	EG	ja	ja	ja	–	ja	–
IO-01	o2	1.OG	–	–	–	–	–	–
IO-01	o3	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-01	o3	1.OG	–	–	–	–	–	–
IO-01	s1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-01	s1	1.OG	–	ja	ja	ja	ja	–
IO-01	s1	2.OG	–	ja	ja	ja	ja	–
IO-01	s2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-01	s2	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-01	s2	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-02	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-02	n2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-02	o1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-02	o1	1.OG	–	–	–	–	–	–
IO-02	o2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-02	o2	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-02	o3	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-02	o3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-02	o4	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-02	s1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-02	s1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-02	s2	EG	ja	–	ja	–	ja	–

Tabelle 5.3: Fortsetzung: 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-02	s2	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-03	n1	EG	ja	ja	ja	ja	–	ja
IO-03	n1	1.OG	ja	ja	ja	ja	–	ja
IO-03	n2	1.OG	ja	ja	ja	ja	–	ja
IO-03	o1	1.OG	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	o1	2.OG	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	o2	EG	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	o2	1.OG	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	o3	EG	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	s1	EG	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	s1	1.OG	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	s2	EG	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	s2	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-03	s3	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-04	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-04	n2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-04	n3	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-04	s1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-04	s2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-04	s3	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-05	s1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-05	s2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-05	s3	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-06	s1	EG	–	ja	ja	–	–	ja
IO-06	s2	EG	–	–	ja	–	–	–
IO-06	w1	EG	–	–	–	–	–	–
IO-06	w1	1.OG	–	–	–	–	–	–
IO-06	w2	EG	ja	ja	–	–	ja	–
IO-06	w2	1.OG	–	–	–	–	–	–
IO-07	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–

Tabelle 5.3: Fortsetzung: 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-07	n2	EG	ja	–	–	–	ja	–
IO-07	n3	EG	ja	–	–	–	ja	–
IO-07	s1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-07	s2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-07	s3	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-08	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-08	n1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-08	n2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-08	s1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-08	s1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-08	s2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-09	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-09	n1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-09	n2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-09	n2	1.OG	ja	–	ja	–	–	–
IO-09	n3	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-09	n3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-09	n4	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-09	n5	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-09	n6	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-09	o1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-09	o2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-09	w1	EG	ja	–	ja	–	–	–
IO-09	w1	1.OG	ja	–	ja	–	–	–
IO-10	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-10	n2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-10	n3	EG	ja	–	–	–	ja	–
IO-10	w1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-10	w1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-10	w2	EG	ja	–	ja	–	ja	–

Tabelle 5.3: Fortsetzung: 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-11	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-11	n1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-11	s2	EG	ja	ja	ja	ja	ja	ja
IO-11	w1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-11	w1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-11	w2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-11	w2	1.OG	ja	–	ja	ja	ja	ja
IO-11	w3	EG	ja	–	ja	ja	ja	ja
IO-12	s1	EG	–	–	ja	–	–	–
IO-12	s2	EG	–	–	ja	–	–	–
IO-12	w1	EG	–	ja	ja	ja	–	ja
IO-12	w1	1.OG	–	–	ja	–	–	–
IO-12	w2	EG	–	–	ja	–	–	–
IO-13	s1	EG	–	–	ja	–	–	–
IO-13	s1	1.OG	–	–	ja	–	–	–
IO-13	s2	EG	–	–	ja	–	–	–
IO-13	w1	EG	–	–	ja	–	–	–
IO-13	w1	1.OG	–	–	ja	–	–	–
IO-13	w2	EG	–	–	ja	–	–	–
IO-14	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	n1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	n2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	n2	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	n3	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	n3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	n4	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	n4	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	s1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	s1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	s1	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–

Tabelle 5.3: Fortsetzung: 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-14	s2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	s2	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	s3	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	s3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	w1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	w1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	w1	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	w2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	w2	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-14	w3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-15	so1	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-15	so1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-15	so2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-15	so2	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-15	so3	EG	ja	–	ja	ja	ja	–
IO-15	so3	1.OG	ja	–	ja	ja	ja	–
IO-15	so4	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-15	so4	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-15	sw1	EG	ja	–	ja	–	ja	ja
IO-15	sw1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	ja
IO-15	sw2	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-15	sw2	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-15	sw3	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-15	sw3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-15	sw4	EG	ja	–	ja	–	ja	–
IO-15	sw4	1.OG	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 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	ZB	
				B	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]
IO-01	s1	1.OG	60	32	-28
IO-02	o1	EG	60	32	-28
IO-03	n1	EG	60	38	-22
IO-04	n2	EG	60	36	-24
IO-05	s1	EG	60	35	-25
IO-06	s1	EG	60	47	-13
IO-07	n2	EG	60	42	-18
IO-08	n2	EG	60	42	-18
IO-09	n3	1.OG	60	42	-18
IO-10	n3	EG	60	33	-27
IO-11	s2	EG	60	42	-18
IO-12	w1	EG	55	37	-18

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	ZB	
				B	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]
IO-13	s1	EG	55	35	-20
IO-14	s3	EG	60	39	-21
IO-15	sw4	1.OG	45	27	-18

Im Tageszeitraum liegt die Zusatzbelastung an dem Immissionsort IO-06 mindestens -13 dB unterhalb der Immissionsrichtwerte der TA Lärm [TAL]. Somit liegen alle betrachteten Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereiches 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	VB		ZB		GB	
				B	Ü	B	Ü	B	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-01	o1	1.OG	45	44	-1	30	-15	44	-1
IO-01	s1	1.OG	45	43	-2	31	-14	43	-2
IO-02	o1	EG	45	38	-7	31	-14	39	-6
IO-02	o1	1.OG	45	39	-6	31	-14	40	-5

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	VB		ZB		GB	
				B	Ü	B	Ü	B	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-03	n1	EG	45	33	-12	37	-8	38	-7
IO-03	s1	1.OG	45	43	-2	33	-12	44	-1
IO-04	n2	EG	45	34	-11	36	-9	38	-7
IO-04	s1	EG	45	45	0	23	-22	45	0
IO-05	s1	EG	45	32	-13	34	-11	36	-9
IO-05	s2	EG	45	34	-11	34	-11	37	-8
IO-06	s1	EG	45	36	-9	45	0	46	1
IO-07	n2	EG	45	32	-13	42	-3	43	-2
IO-08	n2	EG	45	30	-15	42	-3	42	-3
IO-09	n3	1.OG	45	32	-13	41	-4	42	-3
IO-09	w1	1.OG	45	40	-5	41	-4	44	-1
IO-10	n3	EG	45	32	-13	33	-12	36	-9
IO-10	w2	EG	45	45	0	29	-16	45	0
IO-11	s2	EG	45	36	-9	42	-3	43	-2
IO-12	w1	EG	40	34	-6	33	-7	37	-3
IO-13	s1	EG	40	30	-10	31	-9	33	-7
IO-13	s1	1.OG	40	34	-6	31	-9	35	-5
IO-14	s3	EG	45	36	-9	38	-7	40	-5
IO-14	w2	EG	45	37	-8	38	-7	41	-4
IO-15	sw4	1.OG	35	27	-8	23	-12	29	-6

6.3 Gesamtbeurteilung

Die Beurteilung der relevanten Immissionsorte für den Nachtzeitraum ist in der Tabelle 6.3 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	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereich nach TA Lärm.
IO-01	s1	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereich nach TA Lärm.
IO-02	o1	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereich nach TA Lärm.
IO-02	o1	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereich nach TA Lärm.
IO-03	n1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-03	s1	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereich nach TA Lärm.
IO-04	n2	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-04	s1	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereich nach TA Lärm.
IO-05	s1	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereich nach TA Lärm.
IO-05	s2	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereich nach TA Lärm.
IO-06	s1	EG	Eine Überschreitung von 1 dB ist gemäß Absatz 3.2.1 Satz 3 TA Lärm zulässig.
IO-07	n2	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-08	n2	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-09	n3	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-09	w1	1.OG	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-10	n3	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereich nach TA Lärm.
IO-10	w2	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereich nach TA Lärm.
IO-11	s2	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-12	w1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-13	s1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-13	s1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-14	s3	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-14	w2	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-15	sw4	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereich nach TA Lärm.

6.4 Beurteilung Gesamtbetrachtung

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

Tabelle 6.4: Auflistung der Betriebsmodi für die Zusatzbelastung

ID	Betriebsmodus tags	Betriebsmodus nachts
WEA 1	Mode 0	Mode 8
WEA 2	Mode 0	Mode 0
WEA 3	Mode 0	Mode 0

6.5 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.

6.6 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 σ_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 σ_P=1,2 dB angenommen. Bei einer direkt vermessenen Windenergieanlage ist eine Produktstandartabweichung von σ_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.

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

  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 σ_{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.

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

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

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

Die Addition des Sicherheitszuschlages kann entweder auf die Teilpegel der einzelnen Windenergieanlagen am Immissionsort oder direkt auf den Schallleistungspegel 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 beschreiben, 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 werden die Ergebnisse aus den Rasterlärmkarten dargestellt.

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

9 Ortstermin

Der Ortstermin wurde am 29.10.2025 von Caroline Sporkmann 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.



Abbildung 9.1: Süd-Westansicht IO-01 (Nordpol 8; Ovelgönne)



Abbildung 9.2: Nord-Westansicht IO-02 (Nordpol 2; Ovelgönne)



Abbildung 9.3: Südansicht IO-03 (Alte Moorstraße 11; Ovelgönne)



Abbildung 9.4: Ostansicht IO-04 (Alter Landweg 3; Ovelgönne)



Abbildung 9.5: Nordansicht IO-05 (Hakendorferwurp 9; Stadland)



Abbildung 9.6: Ostansicht IO-06 (Alserwurp 1; Stadland)



Abbildung 9.7: Nord-Ostansicht IO-07 (Braker Straße 26; Stadland)



Abbildung 9.8: Süd-Ostansicht IO-08 (Braker Straße 27; Stadland)



Abbildung 9.9: Nordansicht IO-09 (Braker Straße 29; Stadland)



Abbildung 9.10: Nordansicht IO-10 (Schmalenfletherwurp 7; Brake (Unterweser))



Abbildung 9.11: Westansicht IO-11 (Alser Hellmer 2; Stadland)



Abbildung 9.12: Satellitenansicht IO-12 (Willy-Brandt-Straße 34; Stadland)



Abbildung 9.13: Satellitenansicht IO-13 (Willy-Brandt-Straße 32; Stadland)



Abbildung 9.14: Südansicht IO-14 (Braker Straße 23; Stadland)



Abbildung 9.15: Süd-Ostansicht IO-15 (Friedrich-Ebert-Straße 2; Stadland)

Literaturverzeichnis

[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

[BPla] Bebauungsplan Nr. 19A von Gemeinde Stadland - Stand: 20.03.1998

[BPlb] Bebauungsplan Nr. 48 von Gemeinde Stadland - Stand: 21.03.2014

[DINa] DIN 1333:1992-02 - Zahlenangaben

[DINb] DIN 45680:1997-03 - Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft

[DINc] DIN 45680:2020-06 - Entwurf - Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen

[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 Geräuschimmissionen 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 ; Schreckenberg, Dirk ; Eulitz, Christian ; Wiercinski, Bianca ; Möhler, Ulrich: Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen. 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

[LAI] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) - Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 - Stand 30.06.2016

[LNL22] Landesvermessung Niedersachsen (LGLN), Landesamt für G.: OpenGeoData.NI. https://opengeodata.lgln.niedersachsen.de. Version: 2022

[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)

[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] Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land in Niedersachsen (Windenergieerlass), Gem. RdErl. d. MU, d. ML, d. MI u. d. MW v. 20. 7. 2021 - MU-52-29211/1/305 -

[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

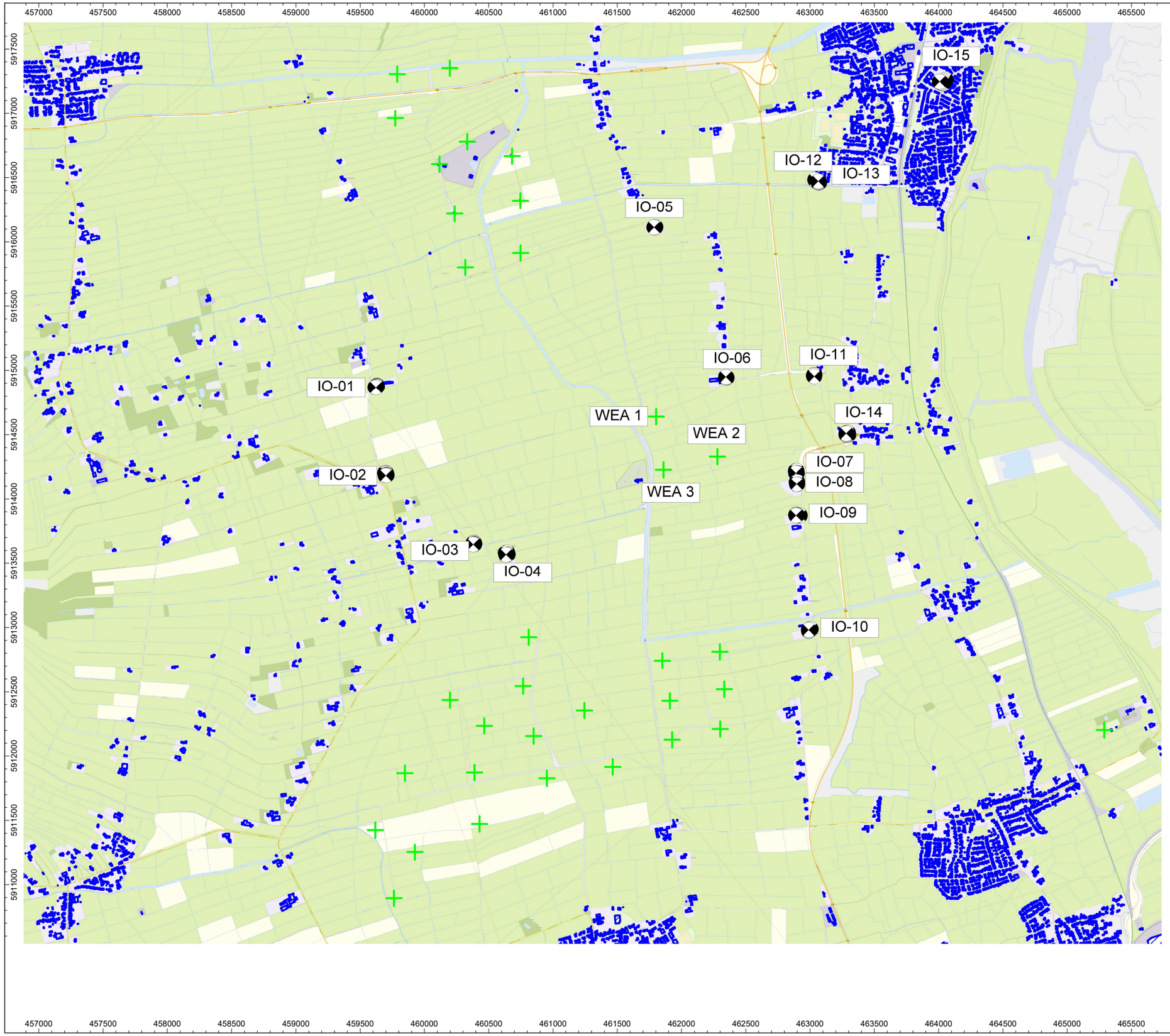
[YE74] Yeowart, Norman S. ; Evans, Margaret J.: Thresholds of audibility for very low-frequency pure tones. In: The Journal of the Acoustical Society of America 55 (1974), Nr. 4, S. 814–818. http://dx.doi.org/10.1121/1.1914605. – DOI 10.1121/1.1914605

[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

noxt! engineering GmbH
Knollstraße 15 * 49088 Osnabrück
Tel. 0541-2019 9800
www.engineering.noxt.de

Projekt-Nr.: NE-25-132163
Lageplan

Standort Stadland mit Darstellung
-der Schallquellen
-der benachbarten Wohnbebauung
-der Immissionsorte
-der gewerblichen Vorbelastung
TH: Tierhaltung
BG: Biogasanlage
IN: Industrieanlage

Berücksichtigung der maximalen Emissionen

- > -99.0 dB
- > 35.0 dB
- > 40.0 dB
- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB
- > 80.0 dB
- > 85.0 dB

- Punktquelle
- Haus
- Immissionspunkt
- Rechengebiet

Maßstab: 1 : 30000

Cadna/A, Version 2025 (64 Bit)

B Detaillierte Berechnungsergebnisse

In den folgenden Dateieinbindungen werden die Rasterlärmkarten, 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		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-01	o1	EG	Nordpol 8, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	459.630,21	5.914.882,72	2,5
IO-01	o1	1.OG	Nordpol 8, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	459.630,71	5.914.881,05	5,0
IO-01	o2	EG	Nordpol 8, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	459.631,35	5.914.878,94	2,5
IO-01	o2	1.OG	Nordpol 8, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	459.631,35	5.914.878,94	5,0
IO-01	o3	EG	Nordpol 8, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	459.632,44	5.914.875,20	2,5
IO-01	o3	1.OG	Nordpol 8, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	459.631,99	5.914.876,83	5,0
IO-01	s1	EG	Nordpol 8, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	459.631,15	5.914.872,80	2,5
IO-01	s1	1.OG	Nordpol 8, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	459.627,55	5.914.871,00	5,0
IO-01	s1	2.OG	Nordpol 8, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	7,8	r	459.627,55	5.914.871,00	7,8
IO-01	s2	EG	Nordpol 8, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	459.617,86	5.914.868,13	2,5

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)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-01	s2	1.OG	Nordpol 8, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	459.621,95	5.914.866,23	5,0
IO-01	s2	2.OG	Nordpol 8, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	7,8	r	459.621,95	5.914.866,23	7,8
IO-02	n1	EG	Nordpol 2, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	459.692,08	5.914.204,30	2,5
IO-02	n2	EG	Nordpol 2, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	459.698,64	5.914.206,05	2,5
IO-02	o1	EG	Nordpol 2, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	459.703,81	5.914.201,48	2,5
IO-02	o1	1.OG	Nordpol 2, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	459.702,98	5.914.204,50	5,0
IO-02	o2	EG	Nordpol 2, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	459.704,62	5.914.198,46	2,5
IO-02	o2	1.OG	Nordpol 2, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	459.704,62	5.914.198,46	5,0
IO-02	o3	EG	Nordpol 2, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	459.706,24	5.914.192,41	2,5
IO-02	o3	1.OG	Nordpol 2, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	459.706,24	5.914.192,41	5,0

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)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-02	o4	EG	Nordpol 2, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	459.707,06	5.914.189,38	2,5
IO-02	s1	EG	Nordpol 2, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	459.705,52	5.914.186,95	2,5
IO-02	s1	1.OG	Nordpol 2, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	459.702,61	5.914.186,18	5,0
IO-02	s2	EG	Nordpol 2, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	459.696,81	5.914.184,63	2,5
IO-02	s2	1.OG	Nordpol 2, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	459.699,71	5.914.185,41	5,0
IO-03	n1	EG	Alte Moorstraße 11, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	460.381,14	5.913.659,99	1,7
IO-03	n1	1.OG	Alte Moorstraße 11, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	460.381,14	5.913.659,99	4,2
IO-03	n2	1.OG	Alte Moorstraße 11, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	460.385,10	5.913.661,27	4,2
IO-03	o1	1.OG	Alte Moorstraße 11, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	460.387,61	5.913.659,61	4,2
IO-03	o1	2.OG	Alte Moorstraße 11, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	7,8	r	460.388,62	5.913.656,57	7,0

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)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-03	o2	EG	Alte Moorstraße 11, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	460.387,61	5.913.659,61	1,7
IO-03	o2	1.OG	Alte Moorstraße 11, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	460.389,73	5.913.653,24	4,2
IO-03	o3	EG	Alte Moorstraße 11, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	460.389,73	5.913.653,24	1,7
IO-03	s1	EG	Alte Moorstraße 11, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	460.388,26	5.913.650,05	1,7
IO-03	s1	1.OG	Alte Moorstraße 11, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	460.385,38	5.913.649,19	4,2
IO-03	s2	EG	Alte Moorstraße 11, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	460.385,38	5.913.649,19	1,7
IO-03	s2	1.OG	Alte Moorstraße 11, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	5,0	r	460.382,49	5.913.648,33	4,2
IO-03	s3	EG	Alte Moorstraße 11, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	460.379,59	5.913.647,47	1,7
IO-04	n1	EG	Alter Landweg 3, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	460.631,43	5.913.582,86	2,5
IO-04	n2	EG	Alter Landweg 3, Ovelgönne MI	60	45	Industrie	2,5	r	460.637,90	5.913.584,41	2,5

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)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-04	n3	EG	Alter Landweg 3, Ovelgönne								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	460.644,37	5.913.585,97	2,5
IO-04	s1	EG	Alter Landweg 3, Ovelgönne								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	460.648,29	5.913.571,94	2,5
IO-04	s2	EG	Alter Landweg 3, Ovelgönne								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	460.641,69	5.913.570,37	2,5
IO-04	s3	EG	Alter Landweg 3, Ovelgönne								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	460.635,08	5.913.568,80	2,5
IO-05	s1	EG	Hakendorferwurp 9, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	461.797,07	5.916.115,14	3,8
IO-05	s2	EG	Hakendorferwurp 9, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	461.792,98	5.916.110,31	3,8
IO-05	s3	EG	Hakendorferwurp 9, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	461.785,26	5.916.112,39	3,8
IO-06	s1	EG	Alserwurp 1, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.350,74	5.914.944,62	3,8
IO-06	s2	EG	Alserwurp 1, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.346,85	5.914.943,84	3,8
IO-06	w1	EG	Alserwurp 1, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.343,75	5.914.946,19	3,8

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)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-06	w1	1.OG	Alserwurp 1, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	462.343,76	5.914.946,17	6,2
IO-06	w2	EG	Alserwurp 1, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.343,09	5.914.949,67	3,8
IO-06	w2	1.OG	Alserwurp 1, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	462.343,09	5.914.949,66	6,2
IO-07	n1	EG	Braker Straße 26, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.885,59	5.914.220,45	3,8
IO-07	n2	EG	Braker Straße 26, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.889,83	5.914.220,99	3,8
IO-07	n3	EG	Braker Straße 26, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.894,49	5.914.221,59	3,8
IO-07	s1	EG	Braker Straße 26, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.896,71	5.914.205,59	3,8
IO-07	s2	EG	Braker Straße 26, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.892,19	5.914.204,96	3,8
IO-07	s3	EG	Braker Straße 26, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.887,89	5.914.204,37	3,8
IO-08	n1	EG	Braker Straße 27, Stadland								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.891,73	5.914.133,39	3,8

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)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-08	n1	1.OG	Braker Straße 27, Stadland MI	60	45	Industrie	5,0	r	462.895,99	5.914.134,09	6,2
IO-08	n2	EG	Braker Straße 27, Stadland MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.899,68	5.914.134,70	3,8
IO-08	s1	EG	Braker Straße 27, Stadland MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.899,33	5.914.116,80	3,8
IO-08	s1	1.OG	Braker Straße 27, Stadland MI	60	45	Industrie	5,0	r	462.899,33	5.914.116,80	6,2
IO-08	s2	EG	Braker Straße 27, Stadland MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.893,99	5.914.115,91	3,8
IO-09	n1	EG	Braker Straße 29, Stadland MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.898,21	5.913.872,34	3,8
IO-09	n1	1.OG	Braker Straße 29, Stadland MI	60	45	Industrie	5,0	r	462.911,24	5.913.871,05	6,2
IO-09	n2	EG	Braker Straße 29, Stadland MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.904,43	5.913.873,20	3,8
IO-09	n2	1.OG	Braker Straße 29, Stadland MI	60	45	Industrie	5,0	r	462.915,17	5.913.871,56	6,2
IO-09	n3	EG	Braker Straße 29, Stadland MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.911,24	5.913.871,05	3,8

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)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Braker Straße 29, Stadland								
IO-09	n3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	462.891,39	5.913.879,52	6,2
			Braker Straße 29, Stadland								
IO-09	n4	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.915,17	5.913.871,56	3,8
			Braker Straße 29, Stadland								
IO-09	n5	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.919,24	5.913.872,10	3,8
			Braker Straße 29, Stadland								
IO-09	n6	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.891,39	5.913.879,52	3,8
			Braker Straße 29, Stadland								
IO-09	o1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.895,52	5.913.877,11	3,8
			Braker Straße 29, Stadland								
IO-09	o2	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.896,01	5.913.873,78	3,8
			Braker Straße 29, Stadland								
IO-09	w1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.888,13	5.913.875,73	3,8
			Braker Straße 29, Stadland								
IO-09	w1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	462.888,58	5.913.872,70	6,2
			Schmalenfletherwurp 7, Brake (Unterweser)								
IO-10	n1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.995,10	5.912.987,25	3,8
			Schmalenfletherwurp 7, Brake (Unterweser)								
IO-10	n2	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.999,74	5.912.988,11	3,8

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)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Schmalenfletherwurp 7, Brake (Unterweser)								
IO-10	n3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.003,95	5.912.988,90	3,8
			Schmalenfletherwurp 7, Brake (Unterweser)								
IO-10	w1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.988,31	5.912.972,93	3,8
			Schmalenfletherwurp 7, Brake (Unterweser)								
IO-10	w1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	462.987,50	5.912.977,78	6,2
			Schmalenfletherwurp 7, Brake (Unterweser)								
IO-10	w2	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	462.986,69	5.912.982,62	3,8
			Alser Hellmer 2, Stadland								
IO-11	n1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.033,37	5.914.965,54	3,8
			Alser Hellmer 2, Stadland								
IO-11	n1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	463.030,83	5.914.965,29	6,2
			Alser Hellmer 2, Stadland								
IO-11	s2	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.028,84	5.914.954,55	3,8
			Alser Hellmer 2, Stadland								
IO-11	w1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.026,69	5.914.957,01	3,8
			Alser Hellmer 2, Stadland								
IO-11	w1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	463.026,41	5.914.959,66	6,2
			Alser Hellmer 2, Stadland								
IO-11	w2	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.026,10	5.914.962,61	3,8

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)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Alser Hellmer 2, Stadland								
IO-11	w2	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	463.030,85	5.914.953,59	6,2
			Alser Hellmer 2, Stadland								
IO-11	w3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.030,85	5.914.953,59	3,8
			Willy-Brandt-Straße 34, Stadland								
IO-12	s1	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	463.049,58	5.916.474,85	3,8
			Willy-Brandt-Straße 34, Stadland								
IO-12	s2	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	463.043,59	5.916.475,09	3,8
			Willy-Brandt-Straße 34, Stadland								
IO-12	w1	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	463.040,77	5.916.477,11	3,7
			Willy-Brandt-Straße 34, Stadland								
IO-12	w1	1.OG	WA	55	40	Industrie	5,0	r	463.040,89	5.916.480,43	6,2
			Willy-Brandt-Straße 34, Stadland								
IO-12	w2	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	463.035,89	5.916.484,27	3,8
			Willy-Brandt-Straße 32, Stadland								
IO-13	s1	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	463.070,89	5.916.463,21	3,8
			Willy-Brandt-Straße 32, Stadland								
IO-13	s1	1.OG	WA	55	40	Industrie	5,0	r	463.066,86	5.916.461,64	6,2
			Willy-Brandt-Straße 32, Stadland								
IO-13	s2	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	463.063,32	5.916.463,48	3,8

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)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Willy-Brandt-Straße 32, Stadland								
IO-13	w1	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	463.061,86	5.916.466,09	3,8
			Willy-Brandt-Straße 32, Stadland								
IO-13	w1	1.OG	WA	55	40	Industrie	5,0	r	463.061,91	5.916.469,42	6,2
			Willy-Brandt-Straße 32, Stadland								
IO-13	w2	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	463.062,00	5.916.472,86	3,8
			Braker Straße 23, Stadland								
IO-14	n1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.281,10	5.914.513,91	4,4
			Braker Straße 23, Stadland								
IO-14	n1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	463.281,10	5.914.513,91	6,9
			Braker Straße 23, Stadland								
IO-14	n2	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.286,02	5.914.514,45	4,5
			Braker Straße 23, Stadland								
IO-14	n2	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	463.286,02	5.914.514,45	7,0
			Braker Straße 23, Stadland								
IO-14	n3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.289,09	5.914.514,78	4,6
			Braker Straße 23, Stadland								
IO-14	n3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	463.289,09	5.914.514,78	7,1
			Braker Straße 23, Stadland								
IO-14	n4	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.294,02	5.914.515,31	4,7

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)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-14	n4	1.OG	Braker Straße 23, Stadland MI	60	45	Industrie	5,0	r	463.294,02	5.914.515,31	7,2
IO-14	s1	EG	Braker Straße 23, Stadland MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.296,86	5.914.500,77	4,7
IO-14	s1	1.OG	Braker Straße 23, Stadland MI	60	45	Industrie	5,0	r	463.293,42	5.914.500,48	7,1
IO-14	s1	2.OG	Braker Straße 23, Stadland MI	60	45	Industrie	7,8	r	463.289,13	5.914.499,98	9,8
IO-14	s2	EG	Braker Straße 23, Stadland MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.289,13	5.914.499,98	4,5
IO-14	s2	1.OG	Braker Straße 23, Stadland MI	60	45	Industrie	5,0	r	463.289,13	5.914.499,98	7,0
IO-14	s3	EG	Braker Straße 23, Stadland MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.281,52	5.914.499,10	4,4
IO-14	s3	1.OG	Braker Straße 23, Stadland MI	60	45	Industrie	5,0	r	463.285,34	5.914.499,53	6,9
IO-14	w1	EG	Braker Straße 23, Stadland MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.279,31	5.914.500,59	4,3
IO-14	w1	1.OG	Braker Straße 23, Stadland MI	60	45	Industrie	5,0	r	463.279,31	5.914.500,59	6,8

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)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Braker Straße 23, Stadland								
IO-14	w1	2.OG	MI	60	45	Industrie	7,8	r	463.278,87	5.914.505,18	9,6
			Braker Straße 23, Stadland								
IO-14	w2	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	463.278,43	5.914.509,75	4,3
			Braker Straße 23, Stadland								
IO-14	w2	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	463.278,87	5.914.505,18	6,8
			Braker Straße 23, Stadland								
IO-14	w3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	463.278,43	5.914.509,75	6,8
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	so1	EG	KU	45	35	Industrie	2,5	r	464.054,15	5.917.266,11	3,8
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	so1	1.OG	KU	45	35	Industrie	5,0	r	464.054,15	5.917.266,11	6,2
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	so2	EG	KU	45	35	Industrie	2,5	r	464.047,41	5.917.255,41	3,8
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	so2	1.OG	KU	45	35	Industrie	5,0	r	464.047,41	5.917.255,41	6,2
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	so3	EG	KU	45	35	Industrie	2,5	r	464.040,71	5.917.244,68	3,8
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	so3	1.OG	KU	45	35	Industrie	5,0	r	464.040,71	5.917.244,68	6,2

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)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	so4	EG	KU	45	35	Industrie	2,5	r	464.033,98	5.917.233,97	3,8
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	so4	1.OG	KU	45	35	Industrie	5,0	r	464.033,98	5.917.233,97	6,2
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	sw1	EG	KU	45	35	Industrie	2,5	r	464.024,37	5.917.234,96	3,8
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	sw1	1.OG	KU	45	35	Industrie	5,0	r	464.024,37	5.917.234,96	6,2
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	sw2	EG	KU	45	35	Industrie	2,5	r	464.018,40	5.917.240,70	3,8
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	sw2	1.OG	KU	45	35	Industrie	5,0	r	464.018,40	5.917.240,70	6,2
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	sw3	EG	KU	45	35	Industrie	2,5	r	464.011,54	5.917.244,95	3,8
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	sw3	1.OG	KU	45	35	Industrie	5,0	r	464.011,54	5.917.244,95	6,3
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	sw4	EG	KU	45	35	Industrie	2,5	r	464.004,66	5.917.249,20	4,0
			Friedrich-Ebert-Straße 2, Stadland								
IO-15	sw4	1.OG	KU	45	35	Industrie	5,0	r	464.004,66	5.917.249,20	6,5

D Eigenschaften der Windenergieanlagen sowie der weiteren gewerblichen Quellen

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

Tabelle D.1: Gewerbliche Punktschallquellen der Vorbelastung im Tages- und Nachtzeitraum

ID	SLP	Sicherheitszuschlag			Schallleistungspegel immissionsrelevant		Höhe ü.G.	Koordinaten		
		tags	abends	nachts	tags	abends	nachts	h_r	Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	[m]	[m]	[m]
GE-01-1	90,0	0,0	0,0	0,0	90,0	90,0	90,0	10,00	457.443,3	5.914.287,6	10,0
GE-02-1	90,0	0,0	0,0	0,0	90,0	90,0	90,0	10,00	459.536,2	5.915.082,3	10,0
GE-03-1	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.692,3	5.914.901,3	5,3
GE-03-2	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.730,5	5.914.900,9	5,3
GE-03-3	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.699,8	5.914.902,3	5,3
GE-03-4	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.707,5	5.914.902,5	5,3
GE-03-5	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.717,4	5.914.903,5	5,3
GE-03-6	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.728,0	5.914.904,6	5,3
GE-03-7	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.737,1	5.914.905,2	5,3
GE-03-8	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.744,1	5.914.906,1	5,3
GE-03-9	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.750,0	5.914.906,1	5,3
GE-03-10	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.745,2	5.914.909,5	5,3
GE-03-11	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.726,6	5.914.911,6	5,3
GE-03-12	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.711,0	5.914.910,4	5,3
GE-03-13	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.696,8	5.914.908,9	5,3
GE-03-14	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.712,7	5.914.899,4	5,3
GE-04-1	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.544,8	5.915.558,0	6,3
GE-04-2	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.586,5	5.915.568,1	8,2
GE-07-1	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.866,7	5.913.139,9	8,2
GE-07-2	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.867,4	5.913.135,3	8,2
GE-07-3	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.868,2	5.913.130,8	8,2
GE-07-4	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.868,8	5.913.127,2	8,2

Tabelle D.1: Fortsetzung: Punktschallquellen Quellen der Vorbelastung im Tages- und Nachtzeitraum

ID	SLP	Sicherheitszuschlag			Schallleistungspegel immissionsrelevant			Höhe ü.G.	Koordinaten		
		tags	abends	nachts	tags	abends	nachts		Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	h_r [m]	[m]	[m]	[m]
GE-07-5	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.869,4	5.913.122,7	8,2
GE-07-6	80,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	80,0	1,00	459.870,2	5.913.117,9	8,2

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

ID	SLP	Sicherheitszuschlag			Schallleistungspegel immissionsrelevant			Höhe ü.G.	Koordinaten		
	$\left[\frac{dB(A)}{m^2}\right]$	tags [dB]	abends [dB]	nachts [dB]	tags $\left[\frac{dB(A)}{m^2}\right]$	abends $\left[\frac{dB(A)}{m^2}\right]$	nachts $\left[\frac{dB(A)}{m^2}\right]$	h_r [m]	Ostwert [m]	Nordwert [m]	Fläche [m²]
GE-05-1	50,0	0,0	0,0	0,0	50,0	50,0	50,0	0,00	463.562,1	5.918.636,6	41.750
GE-05-2	45,0	0,0	0,0	0,0	45,0	45,0	45,0	0,00	463.724,5	5.918.558,1	10.852
GE-05-3	47,5	0,0	0,0	0,0	47,5	47,5	47,5	0,00	463.667,7	5.918.427,9	9.601
GE-05-4	45,0	0,0	0,0	0,0	45,0	45,0	45,0	0,00	463.832,1	5.918.458,5	5.951
GE-06-1	45,0	0,0	0,0	0,0	45,0	45,0	45,0	0,00	464.411,6	5.919.002,3	13.298

Tabelle D.3: Windenergieanlagen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP	Sicherheitszuschlag	Schallleistungspegel immissionsrelevant	Naben-höhe	Koordinaten		
			nachts	nachts	h_N	Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
		[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[m]	[m]	[m]	[m]
W07	**Nachtmodus W07**	Anlagentyp: E-126 EP4 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W07						
		107,5	0,0	107,5	135,0	460.811,0	5.912.925,0	135,0
W08	**Nachtmodus W08**	Anlagentyp: E-126 EP4 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W08						
		107,5	0,0	107,5	135,0	460.199,0	5.912.435,0	135,0
W09	**Nachtmodus W09**	Anlagentyp: E-126 EP4 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W09						
		107,5	0,0	107,5	135,0	460.768,0	5.912.543,0	135,0
W10	**Nachtmodus W10**	Anlagentyp: E-126 EP4 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W10						
		107,5	0,0	107,5	135,0	459.849,0	5.911.864,0	136,0
W11	**Nachtmodus W11**	Anlagentyp: E-126 EP4 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W11						
		107,5	0,0	107,5	135,0	460.466,0	5.912.234,0	135,0
W12	**Nachtmodus W12**	Anlagentyp: E-126 EP4 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W12						
		107,5	0,0	107,5	135,0	460.849,0	5.912.155,0	135,0
W13	**Nachtmodus W13**	Anlagentyp: E-126 EP4 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W13						
		107,5	0,0	107,5	135,0	459.619,0	5.911.427,0	135,0

Tabelle D.3: Fortsetzung: Windenergieanlagen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP	Sicherheitszuschlag	Schallleistungspegel immissionsrelevant	Naben-höhe	Koordinaten		
			nachts	nachts	h_N	Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
		[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[m]	[m]	[m]	[m]
W14	**Nachtmodus W14**	Anlagentyp: E-126 EP4 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W14						
		104,0	0,0	104,0	135,0	460.429,0	5.911.473,0	135,8
W15	**Nachtmodus W15**	Anlagentyp: E-126 EP4 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W15						
		104,0	0,0	104,0	135,0	460.952,0	5.911.825,0	135,0
W16	**Nachtmodus W16**	Anlagentyp: E-126 EP4 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W16						
		107,5	0,0	107,5	135,0	460.389,0	5.911.870,0	135,0
W17	**Nachtmodus W17**	Anlagentyp: E-126 EP4 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W17						
		107,5	0,0	107,5	135,0	459.926,0	5.911.254,0	135,0
W18	**Nachtmodus W18**	Anlagentyp: E-126 EP4 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W18						
		107,5	0,0	107,5	135,0	459.763,0	5.910.896,0	136,2
W19	**Nachtmodus W19**	Anlagentyp: E-101 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W19						
		106,0	0,0	106,0	99,0	461.850,0	5.912.742,0	99,0
W20	**Nachtmodus W20**	Anlagentyp: E-101 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W20						
		106,0	0,0	106,0	99,0	462.297,0	5.912.812,0	100,0

Tabelle D.3: Fortsetzung: Windenergieanlagen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP	Sicherheitszuschlag	Schallleistungspegel immissionsrelevant	Nabenhöhe	Koordinaten		
			nachts	nachts	h_N	Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
		[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[m]	[m]	[m]	[m]
W21	**Nachtmodus W21**	Anlagentyp: E-101 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W21						
		106,0	0,0	106,0	99,0	461.908,0	5.912.428,0	100,0
W22	**Nachtmodus W22**	Anlagentyp: E-101 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W22						
		106,0	0,0	106,0	99,0	462.332,0	5.912.519,0	100,2
W23	**Nachtmodus W23**	Anlagentyp: E-101 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W23						
		106,0	0,0	106,0	99,0	461.926,0	5.912.127,0	100,1
W24	**Nachtmodus W24**	Anlagentyp: E-101 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W24						
		106,0	0,0	106,0	99,0	462.300,0	5.912.210,0	100,2
W63	**Nachtmodus W63**	Anlagentyp: E-66/18.70 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W63						
		103,0	0,0	103,0	65,0	460.682,0	5.916.668,0	66,2
W64	**Nachtmodus W64**	Anlagentyp: E-66/18.70 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W64						
		103,0	0,0	103,0	65,0	460.747,0	5.916.321,0	65,0
W65	**Nachtmodus W65**	Anlagentyp: E-66/18.70 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W65						
		103,0	0,0	103,0	65,0	460.236,0	5.916.220,0	65,0

Tabelle D.3: Fortsetzung: Windenergieanlagen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP	Sicherheitszuschlag	Schallleistungspegel immissionsrelevant	Naben-höhe	Koordinaten		
			nachts	nachts	h_N	Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
		[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[m]	[m]	[m]	[m]
W66	**Nachtmo-dus W66**	Anlagentyp: E-66/18.70 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W66						
		96,8	0,0	96,8	65,0	460.118,0	5.916.606,0	65,4
W67	**Nachtmo-dus W67**	Anlagentyp: E-66/18.70 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W67						
		103,0	0,0	103,0	65,0	460.334,0	5.916.779,0	65,9
W68	**Nachtmo-dus W68**	Anlagentyp: E-70 E4 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W68						
		104,5	0,0	104,5	64,0	460.748,0	5.915.913,0	64,0
W69	**Nachtmo-dus W69**	Anlagentyp: E-70 E4 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W69						
		104,5	0,0	104,5	64,0	460.318,0	5.915.801,0	64,0
W70	**Nachtmo-dus W70**	Anlagentyp: E-82 E2 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W70						
		104,0	0,0	104,0	109,3	459.789,0	5.917.306,0	110,1
W71	**Nachtmo-dus W71**	Anlagentyp: E-82 E2 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W71						
		104,0	0,0	104,0	109,2	460.198,0	5.917.353,0	109,2
W72	**Nachtmo-dus W72**	Anlagentyp: E-82 E2 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W72						
		104,0	0,0	104,0	108,6	459.773,0	5.916.962,0	108,6

Tabelle D.3: Fortsetzung: Windenergieanlagen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP	Sicherheitszuschlag	Schallleistungspegel	Nabenhöhe	Koordinaten		
			nachts	immissionsrelevant nachts	h_N	Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
		[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[m]	[m]	[m]	[m]
W73	**Nachtmodus W73**	Anlagentyp: E-48 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W73						
		102,5	0,0	102,5	50,0	465.285,0	5.912.202,0	51,2
W74	**Nachtmodus W74**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W74						
		109,0	0,0	109,0	110,5	461.244,0	5.912.354,0	110,5
W75	**Nachtmodus W75**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon) – Spektrum: Nachtmodus W75						
		100,1	0,0	100,1	110,5	461.464,0	5.911.913,0	110,5

Tabelle D.4: Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Tageszeitraum

ID	Modus	SLP	Sicherheitszuschlag		Schallleistungspegel immissionsrelevant		Naben-höhe	Koordinaten		
			tags	abends	tags	abends	h_N	Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
		[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	[m]	[m]	[m]
WEA 1	**Mode 0**	Anlagentyp: N149/5.X (Nordex) – Spektrum: Mode 0								
		105,6	2,1	2,1	107,7	107,7	125,4	461.802,0	5.914.640,0	125,9
WEA 2	**Mode 0**	Anlagentyp: N149/5.X (Nordex) – Spektrum: Mode 0								
		105,6	2,1	2,1	107,7	107,7	125,4	462.278,0	5.914.331,0	126,4
WEA 3	**Mode 0**	Anlagentyp: N149/5.X (Nordex) – Spektrum: Mode 0								
		105,6	2,1	2,1	107,7	107,7	125,4	461.859,0	5.914.229,0	125,6

Tabelle D.5: Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP	Sicherheitszuschlag	Schallleistungspegel	Naben-	Koordinaten		
			nachts	immissionsrelevant nachts	höhe	Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
		[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	h_N [m]	[m]	[m]	[m]
WEA 1	**Mode 8**	Anlagentyp: N149/5.X (Nordex) – Spektrum: Mode 8						
		102,0	2,1	104,1	125,4	461.802,0	5.914.640,0	125,9
WEA 2	**Mode 0**	Anlagentyp: N149/5.X (Nordex) – Spektrum: Mode 0						
		105,6	2,1	107,7	125,4	462.278,0	5.914.331,0	126,4
WEA 3	**Mode 0**	Anlagentyp: N149/5.X (Nordex) – Spektrum: Mode 0						
		105,6	2,1	107,7	125,4	461.859,0	5.914.229,0	125,6

E Oktavbandspektren der Windenergieanlagen

Für die Berechnungen wurden die folgenden Oktavbandspektren der untersuchten Windenergieanlagen eingesetzt. Dargestellt sind die Oktavbandspektren für den reinen Schallleistungspegel, für den Gesamt-Schallleistungspegel 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									Summenpegel		Zuschläge [dB]			
			Schallleistungspegel [dB] bei den Oktavmittenfrequenzen [Hz]									[dB(A)]	[dB(lin)]	kt	ktn	ki	kin
			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000						
Mode 8	**N149/5.X (Nordex) - Modus: Mode 8, Quelle: 06.2_F008_275_A19_IN_R05_Oktav-Schalleistungspegel_N149_5.X**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	83,7	89,9	93,6	96,2	96,9	94,4	86,8	78,8	102,0	112,3	0	0	0	0
	Oktavbandspektrum $L_{e,max}$ mit σ_R = 0,5 dB, σ_p = 1,2 dB, σ_{prog} = 0,0 dB, σ_{ges} = 1,3 dB zu SZ = 1,7 dB																
	L_W	A	–	85,4	91,6	95,3	97,9	98,6	96,1	88,5	80,5	103,7	114,0	0	0	0	0
	Oktavbandspektrum inkl. SZ mit σ_R = 0,5 dB, σ_p = 1,2 dB, σ_{prog} = 1,0 dB, σ_{ges} = 1,6 dB zu SZ = 2,1 dB																
	L_W	A	–	85,8	92,0	95,7	98,3	99,0	96,5	88,9	80,9	104,1	114,4	0	0	0	0
Mode 0	**N149/5.X (Nordex) - Modus: Mode 0, Quelle: 06.2_F008_275_A19_IN_R05_Oktav-Schalleistungspegel_N149_5.X**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	87,3	93,5	97,2	99,8	100,5	98,0	90,4	82,4	105,6	115,9	0	0	0	0
	Oktavbandspektrum $L_{e,max}$ mit σ_R = 0,5 dB, σ_p = 1,2 dB, σ_{prog} = 0,0 dB, σ_{ges} = 1,3 dB zu SZ = 1,7 dB																
	L_W	A	–	89,0	95,2	98,9	101,5	102,2	99,7	92,1	84,1	107,3	117,6	0	0	0	0
	Oktavbandspektrum inkl. SZ mit σ_R = 0,5 dB, σ_p = 1,2 dB, σ_{prog} = 1,0 dB, σ_{ges} = 1,6 dB zu SZ = 2,1 dB																
	L_W	A	–	89,4	95,6	99,3	101,9	102,6	100,1	92,5	84,5	107,7	118,0	0	0	0	0

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

ID	Typ	Bew.	Oktavbandspektrum									Summenpegel		Zuschläge [dB]			
			Schallleistungspegel [dB] bei den Oktavmittenfrequenzen [Hz]														
			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	[dB(A)]	[dB(lin)]	kt	ktn	ki	kin
Nachtmodus W07	**E-126 EP4 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W07, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	88,5	95,7	97,7	100,4	102,6	101,1	95,3	83,3	107,5	117,3	0	0	0	0
Nachtmodus W08	**E-126 EP4 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W08, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	88,5	95,7	97,7	100,0	102,6	101,1	95,3	83,3	107,4	117,3	0	0	0	0
Nachtmodus W09	**E-126 EP4 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W09, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	88,0	95,7	97,7	100,0	102,6	101,1	95,3	83,3	107,4	117,1	0	0	0	0
Nachtmodus W10	**E-126 EP4 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W10, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	88,5	95,7	97,7	100,4	102,6	101,1	95,3	83,3	107,5	117,3	0	0	0	0
Nachtmodus W11	**E-126 EP4 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W11, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	88,5	95,7	97,7	100,4	102,6	101,1	95,3	83,3	107,5	117,3	0	0	0	0
Nachtmodus W12	**E-126 EP4 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W12, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	88,5	95,7	97,0	100,4	102,6	101,1	95,3	83,3	107,4	117,3	0	0	0	0
Nachtmodus W13	**E-126 EP4 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W13, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	88,5	95,7	97,7	100,0	102,6	101,1	95,3	83,3	107,4	117,3	0	0	0	0
Nachtmodus W14	**E-126 EP4 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W14, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	85,0	92,2	94,2	96,9	99,1	97,6	91,8	79,8	104,0	113,8	0	0	0	0

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

ID	Typ	Bew.	Oktavbandspektrum										Summenpegel	Zuschläge [dB]			
			Schallleistungspegel [dB] bei den Oktavmittenfrequenzen [Hz]														
			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	[dB(A)]	[dB(lin)]	kt	ktn	ki	kin
Nachtmodus W15	**E-126 EP4 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W15, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	85,0	92,2	94,2	96,9	99,1	97,6	91,8	79,8	104,0	113,8	0	0	0	0
Nachtmodus W16	**E-126 EP4 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W16, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	88,5	95,7	97,7	100,4	102,6	101,1	95,3	83,3	107,5	117,3	0	0	0	0
Nachtmodus W17	**E-126 EP4 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W17, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	88,5	95,7	97,7	100,4	102,6	101,1	95,3	83,3	107,5	117,3	0	0	0	0
Nachtmodus W18	**E-126 EP4 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W18, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	88,5	95,7	97,7	100,4	102,6	101,1	95,3	83,3	107,5	117,3	0	0	0	0
Nachtmodus W19	**E-101 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W19, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	87,2	92,5	98,5	101,5	100,5	95,7	91,5	79,6	106,0	115,9	0	0	0	0
Nachtmodus W20	**E-101 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W20, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	87,0	92,5	98,5	101,5	100,5	95,7	91,5	79,6	106,0	115,8	0	0	0	0
Nachtmodus W21	**E-101 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W21, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	87,2	92,5	98,5	101,5	100,0	95,7	91,5	79,6	105,9	115,9	0	0	0	0
Nachtmodus W22	**E-101 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W22, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	87,2	92,5	98,5	101,5	100,5	95,7	91,5	79,6	106,0	115,9	0	0	0	0

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

ID	Typ	Bew.	Oktavbandspektrum										Summenpegel		Zuschläge [dB]			
			Schallleistungspegel [dB] bei den Oktavmittenfrequenzen [Hz]															
			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	[dB(A)]	[dB(lin)]	kt	ktn	ki	kin
Nachtmodus W23	**E-101 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W23, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	87,2	92,5	98,5	101,5	100,5	95,7	91,5	79,6	106,0	115,9	0	0	0	0
Nachtmodus W24	**E-101 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W24, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	87,2	92,5	98,5	101,5	100,5	95,7	91,5	79,6	106,0	115,9	0	0	0	0
Nachtmodus W63	**E-66/18.70 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W63, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-22,9	0,0	9,4	0	0	0	0
Nachtmodus W64	**E-66/18.70 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W64, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-22,9	0,0	9,4	0	0	0	0
Nachtmodus W65	**E-66/18.70 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W65, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-22,9	0,0	9,4	0	0	0	0
Nachtmodus W66	**E-66/18.70 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W66, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-22,9	0,0	9,4	0	0	0	0
Nachtmodus W67	**E-66/18.70 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W67, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-22,9	0,0	9,4	0	0	0	0
Nachtmodus W68	**E-70 E4 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W68, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	86,7	94,9	98,5	99,3	97,9	93,3	86,2	79,3	104,5	116,0	0	0	0	0

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

ID	Typ	Bew.	Oktavbandspektrum									Summenpegel		Zuschläge [dB]			
			Schallleistungspegel [dB] bei den Oktavmittenfrequenzen [Hz]														
			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	[dB(A)]	[dB(lin)]	kt	ktn	ki	kin
Nachtmodus W69	**E-70 E4 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W69, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	86,7	94,9	98,5	99,3	97,5	93,3	86,2	79,3	104,4	116,0	0	0	0	0
Nachtmodus W70	**E-82 E2 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W70, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	85,0	93,5	96,9	99,1	98,5	93,0	86,0	78,6	104,0	114,5	0	0	0	0
Nachtmodus W71	**E-82 E2 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W71, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	85,0	93,5	96,9	99,1	98,5	93,2	86,0	78,6	104,0	114,5	0	0	0	0
Nachtmodus W72	**E-82 E2 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W72, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	85,0	93,5	96,9	99,1	98,5	93,0	86,0	78,6	104,0	114,5	0	0	0	0
Nachtmodus W73	**E-48 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W73, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-22,9	0,0	9,4	0	0	0	0
Nachtmodus W74	**E-175 EP5 E2 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W74, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	92,2	95,9	100,3	102,0	103,0	102,6	96,6	87,2	108,8	120,0	0	0	0	0
Nachtmodus W75	**E-175 EP5 E2 (Enercon) - Modus: Nachtmodus W75, Quelle: Landkreis Wesermarsch**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	82,9	86,7	93,2	92,6	94,1	93,3	89,4	72,9	100,1	110,9	0	0	0	0

F Datenblätter

Im nachfolgend angefügten Dokument sind alle Datenblätter eingebunden, aus denen Informationen, wie z.B. Oktavbandspektren, Schallleistungspegel und mögliche Nabenhöhen, 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		25.03.2026