

SCHALLTECHNISCHER BERICHT NE-B-130013

Schalltechnisches Gutachten für den Windpark “WP Wittenförden” mit insgesamt sechs Windenergieanlagen am Standort 19073 Wittenförden.

Datum:

13. November 2023

Auftraggeber:

Alterric Deutschland GmbH
Holzweg 87
26605 Aurich

Bearbeiter:

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

noxt! engineering GmbH

Malberger Straße 13 · 49082 Osnabrück · Germany

Tel.: +49 (0) 160-40 24 579

engineering.noxt.de · engineering@noxt.de

HRB-Nr.: 216557 · Amtsgericht Osnabrück

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. (FH) Timm Schaer, M.Sc. & Dr. Phil Patock

Ehrenwörtliche Erklärung

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

Osnabrück, 13. November 2023
noxt! engineering GmbH



Firmenstempel

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

Geschäftsführer
(Dr. Phil Patock)

1 Kurzfassung

Am Standort 19073 Wittenförden plant die Firma Alterric Deutschland GmbH sechs Windenergieanlagen. Die untersuchten Anlagen werden als Zusatzbelastung bezeichnet und die technischen Kenndaten in Tabelle 1.1 aufgelistet.

Tabelle 1.1: Technische Kenndaten der untersuchten Anlagen der Zusatzbelastung

ID	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Nennleistung [kW]
WEA 1	E-175 EP5 (Enercon GmbH)	162,0	6.000
WEA 2	E-175 EP5 (Enercon GmbH)	162,0	6.000
WEA 3	E-175 EP5 (Enercon GmbH)	162,0	6.000
WEA 4	E-175 EP5 (Enercon GmbH)	162,0	6.000
WEA 5	E-175 EP5 (Enercon GmbH)	162,0	6.000
WEA 6	E-175 EP5 (Enercon GmbH)	162,0	6.000

Am Standort befinden sich keine Windenergieanlagen, die als Vorbelastung zu berücksichtigen sind.

Eine gewerbliche Vorbelastung, wie z.B. Biogasanlagen oder Gewerbebetriebe, im Sinne der TA Lärm ist nicht vorhanden.

Um den Windpark werden 18 Immissionsorte untersucht.

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

ID	Betriebsmodus tags	Betriebsmodus nachts
WEA 1	OM-0-0	OM-NR-05-0
WEA 2	OM-0-0	OM-NR-05-0
WEA 3	OM-0-0	Abgeschaltet

Tabelle 1.2: Fortsetzung: Auflistung der Betriebsmodi der Zusatzbelastung am Standort

ID	Betriebsmodus tags	Betriebsmodus nachts
WEA 4	OM-0-0	OM-NR-06-0
WEA 5	OM-0-0	OM-NR-06-0
WEA 6	OM-0-0	OM-0-0

Berücksichtigt wurden bei allen Berechnungen für die Windenergieanlagen die Regeln der Unsicherheiten der Prognose, die in den Hinweisen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) [LAI] beschrieben sind. Zudem wurden die Vorgaben des Berechnungsverfahrens (hier das Interimsverfahren [Int]) und die entsprechenden Länderregeln (hier die des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern [WEA]) konsequent umgesetzt. Die Betrachtungen bilden das Worst-Case Szenario ab und sind somit eine Maximalbetrachtung.

Alle weiteren Grundlagen, die für die Berechnungen angesetzt wurden, werden in den folgenden Kapiteln näher beschrieben.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	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	13
4.3	Windenergieanlagen der Zusatzbelastung	14
4.4	Abstände zwischen den Immissionsorten und den Windenergieanlagen . .	14
5	Berechnungsergebnisse	17
5.1	Berechnungsergebnisse für den Tageszeitraum	17
5.2	Berechnungsergebnisse für den Nachtzeitraum	18
5.3	Abschirmung und Reflexion	20
6	Beurteilung	24
6.1	Beurteilung des Tageszeitraums	24
6.2	Beurteilung des Nachtzeitraums	25
6.3	Spitzenpegel	28
6.4	Abschätzung der Genauigkeit der Prognose	28
7	Infraschall	30
8	Interaktive Karte	33
9	Ortstermin	35
9.1	Besichtigungsbilder IO-01	35
9.2	Besichtigungsbilder IO-02	36
9.3	Besichtigungsbilder IO-03	37
9.4	Besichtigungsbilder IO-04	38
9.5	Besichtigungsbilder IO-05	39
9.6	Besichtigungsbilder IO-06	39
9.7	Besichtigungsbilder IO-07	40
9.8	Besichtigungsbilder IO-08	41
9.9	Besichtigungsbilder IO-09	41

9.10	Besichtigungsbilder IO-10	42
9.11	Besichtigungsbilder IO-11	42
9.12	Besichtigungsbilder IO-12	43
9.13	Besichtigungsbilder IO-13	43
9.14	Besichtigungsbilder IO-14	44
9.15	Besichtigungsbilder IO-15	44
9.16	Besichtigungsbilder IO-16	45
9.17	Besichtigungsbilder IO-17	45
9.18	Besichtigungsbilder IO-18	46
Literaturverzeichnis		47
A Lageplan		50
B Detaillierte Berechnungsergebnisse		52
C Immissionsorte		53
D Schallquellen		66
E Oktavbandspektren		69
F Datenblätter		72
G Revisionsübersicht		73

Abbildungsverzeichnis

9.1	Nord-Ostansicht IO-01 (Rabenhornstraße 11; 19073 Wittenförden)	35
9.2	Süd-Ostansicht IO-01 (Rabenhornstraße 11; 19073 Wittenförden)	36
9.3	Süd-Ostansicht IO-02 (Hofweg 7; 19073 Wittenförden)	36
9.4	Westansicht IO-02 (Hofweg 7; 19073 Wittenförden)	37
9.5	Nord-Ostansicht IO-03 (Hofweg 8; 19073 Wittenförden)	37
9.6	Südansicht IO-04 (Hofweg 9; 19073 Wittenförden)	38
9.7	Nord-Westansicht IO-04 (Hofweg 9; 19073 Wittenförden)	38
9.8	Südansicht IO-05 (Hofweg 10; 19073 Wittenförden)	39
9.9	Süd-Westansicht IO-06 (John-Brinckman-Straße 44; 19073 Klein Rogahn)	39
9.10	Nord-Ostansicht IO-07 (Wittenfördener Weg 2; 19073 Klein Rogahn)	40
9.11	Nord-Westansicht IO-07 (Wittenfördener Weg 2; 19073 Klein Rogahn)	40
9.12	Süd-Westansicht IO-08 (Wittenfördener Weg 1a; 19073 Klein Rogahn)	41
9.13	Westansicht IO-09 (Fritz-Reuter-Ring 64; 19073 Klein Rogahn)	41
9.14	Süd-Ostansicht IO-10 (Bergstraße 1a; 19073 Klein Rogahn)	42
9.15	Südansicht IO-11 (Am Hang 7; 19073 Klein Rogahn)	42
9.16	Nord-Ostansicht IO-12 (Feldweg 5; 19073 Klein Rogahn)	43
9.17	Süd-Westansicht IO-13 (Heckenweg 10; 19073 Klein Rogahn)	43
9.18	Süd-Westansicht IO-14 (Heckenweg 7; 19073 Klein Rogahn)	44
9.19	Westansicht IO-15 (Lange Straße 38; 19071 Grambow)	44
9.20	Westansicht IO-16 (Schmiedekoppel 1; 19071 Grambow)	45
9.21	Nord-Ostansicht IO-17 (Mittelweg 16; 19071 Grambow)	45
9.22	Süd-Ostansicht IO-18 (Hofstraße 4; 19071 Grambow)	46
A.1	Lageplan	51

Tabellenverzeichnis

1.1	Technische Kenndaten der untersuchten Anlagen der Zusatzbelastung . . .	2
1.2	Auflistung der Betriebsmodi der Zusatzbelastung am Standort	2
2.1	Technische Kenndaten der untersuchten Anlagen der Zusatzbelastung . . .	9
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	Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen.	14
5.1	Berechnungsergebnisse im Tageszeitraum der Vor-, Zusatz- und Gesamt- belastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Schalldruck- pegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwer- tes (IRW) sind in der Tabelle angegeben.	18
5.2	Berechnungsergebnisse im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz- und Gesamt- belastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Schalldruck- pegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwer- tes (IRW) sind in der Tabelle angegeben.	19
5.3	Auftreten einer Abschirmung (A) und Reflexion (R) auf dem Schallweg zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionsort für den Tages- zeitraum.	20
5.5	Auftreten einer Abschirmung (A) und Reflexion (R) auf dem Schallweg zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionsort für den Nacht- zeitraum.	21
6.1	Beurteilungspegel im Tageszeitraum der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelas- tung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Beurteilungspe- gel (B) und die Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben. Negative Überschreitungswerte signalisieren eine Unterschreitung des IRW.	24

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.	26
6.3	Beurteilung der relevanten Immissionsorte gemäß TA Lärm [TAL] für die Fassade (F) und das Geschoss (G).	27
6.4	Auflistung der Betriebsmodi für die Zusatzbelastung	28
C.1	Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten	54
D.1	Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Tageszeitraum	67
D.2	Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum	68
E.1	Oktavbandspektren der angesetzten Betriebsmodi der Zusatzbelastung. .	70
G.1	Revisionsübersicht	73

2 Situation und Aufgabenstellung

Die Firma Alterric Deutschland GmbH plant am Standort 19073 Wittenförden in Mecklenburg-Vorpommern sechs Windenergieanlagen die in diesem Gutachten als Zusatzbelastung bezeichnet werden. Für die Genehmigung der Anlagen ist der Landkreis Ludwigslust-Parchim zuständig und es ist ein schalltechnisches Gutachten erforderlich, dass die gesamte Geräuschsituation erfasst und anschließend nach TA Lärm [TAL] bewertet. Die folgende Tabelle 2.1 listet die technischen Kenndaten der untersuchten Anlagen der Zusatzbelastung auf.

Tabelle 2.1: Technische Kenndaten der untersuchten Anlagen der Zusatzbelastung

ID	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Nennleistung [kW]
WEA 1	E-175 EP5 (Enercon GmbH)	162,0	6.000
WEA 2	E-175 EP5 (Enercon GmbH)	162,0	6.000
WEA 3	E-175 EP5 (Enercon GmbH)	162,0	6.000
WEA 4	E-175 EP5 (Enercon GmbH)	162,0	6.000
WEA 5	E-175 EP5 (Enercon GmbH)	162,0	6.000
WEA 6	E-175 EP5 (Enercon GmbH)	162,0	6.000

Am Standort befindet sich keine Windenergieanlage, die als Vorbelastung zu berücksichtigen ist.

Eine gewerbliche Vorbelastung, wie z.B. Biogasanlagen oder Gewerbebetriebe im Sinne der TA Lärm [TAL] ist nicht vorhanden.

Insgesamt werden 18 Immissionsorte am Standort untersucht. Die exakte Lage ist dem Lageplan in der Anlage A zu entnehmen.

Im Sinne der TA Lärm [TAL] wird die Zusatzbelastung durch die sechs untersuchten Windenergieanlagen und die Vorbelastung durch die keine weiteren bestehenden Windenergieanlagen berücksichtigt. Für die Gesamtbelastung werden die berechneten Pegel der Vor- und Zusatzbelastung energetisch addiert.

Die Dokumentation erfolgt schriftlich in Form eines schalltechnischen Gutachtens.

3 Planungsrechtliche Grundlagen

In der Umgebung der untersuchten Windenergieanlagen werden 18 Immissionsorte betrachtet.

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

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

Tabelle 3.1: Liste der untersuchten Immissionsorte mit der jeweiligen Gebietseinstufung

ID	Straße	Ort	Gebiet	IRW	
				tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]
IO-01	Rabenhornstraße 11	19073 Wittenförden	WA	55	40
IO-02	Hofweg 7	19073 Wittenförden	WR	50	35
IO-03	Hofweg 8	19073 Wittenförden	WR	50	35
IO-04	Hofweg 9	19073 Wittenförden	WR	50	35
IO-05	Hofweg 10	19073 Wittenförden	WR	50	35
IO-06	John-Brinckman- Straße 44	19073 Klein Rogahn	WA	55	40
IO-07	Wittenfördener Weg 2	19073 Klein Rogahn	WA	55	40
IO-08	Wittenfördener Weg 1a	19073 Klein Rogahn	WA	55	40
IO-09	Fritz-Reuter-Ring 64	19073 Klein Rogahn	WA	55	40
IO-10	Bergstraße 1a	19073 Klein Rogahn	WA	55	40
IO-11	Am Hang 7	19073 Klein Rogahn	WA	55	40
IO-12	Feldweg 5	19073 Klein Rogahn	WA	55	40
IO-13	Heckenweg 10	19073 Klein Rogahn	WA	55	40
IO-14	Heckenweg 7	19073 Klein Rogahn	WA	55	40
IO-15	Lange Straße 38	19071 Grambow	MI	60	45
IO-16	Schmiedekoppel 1	19071 Grambow	WA	55	40

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

ID	Straße	Ort	Gebiet	IRW	
				tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]
IO-17	Mittelweg 16	19071 Grambow	WA	55	40
IO-18	Hofstraße 4	19071 Grambow	MI	60	45

Die genannten Immissionsorte wurden bei einer Ortsbesichtigung am 09.11.2023 durch Dipl.-Ing. (FH) Timm Schaer, M.Sc. fotografisch festgehalten. Die relevanten Fassaden-seiten 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

Für die Berechnung des Beurteilungspegels im Tageszeitraum beträgt die Beurteilungszeit 16 Stunden. Für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit wird ein Zuschlag von 6 dB festgesetzt. Dieses gilt für die folgenden Tageszeiten:

werktags 06:00 bis 07:00 Uhr und 20:00 bis 22:00 Uhr
sonn- und feiertags 06:00 bis 09:00 Uhr, 13:00 bis 15:00 Uhr und
20:00 bis 22:00 Uhr

Die erhöhten Ruhezeiten gelten nur für Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten (KU), in reinen Wohngebieten (WR) sowie in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten (WA). Im Nachtzeitraum wird der Beurteilungspegel für die sog. lauteste volle Nachtstunde (beispielsweise von 02:00 Uhr bis 03:00 Uhr) berechnet. 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 akustische Schallausbreitungsberechnung erfolgt auch in diesem Gutachten selbstverständlich streng nach den geltenden gesetzlichen Vorgaben. Die Windenergieanlagen sind als Punktschallquelle definiert und die Ausbreitung erfolgt in Mitwindsituation. Somit wird stets das „Worst-Case“-Szenario untersucht.

4 Berechnungsgrundlagen

Die Berechnungen erfolgen auf Grundlage der TA Lärm [TAL]. Entscheidend ist jeweils der Betriebszustand, der die höchsten Immissionen an den Immissionsorten erzeugt. Bei Windenergieanlagen muss dementsprechend für den ausgewählten Betriebsmodus der höchste Schallleistungspegel inkl. des Oktavbandspektrums von allen Windklassen ausgewählt werden. In dem höchsten Pegel müssen auch sämtliche Zuschläge enthalten sein, die aus den Vermessungen oder den Datenblättern des jeweiligen Herstellers hervorgehen. Diese Zuschläge (Tonzuschlag K_T oder Impulzzuschlag K_I) werden entsprechend der LAI-Hinweise [LAI] oder den Länderregeln (hier die des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern [WEA]) hinzuaddiert. Die Berechnung des oberen Vertrauensbereiches ist in Kapitel 6.4 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. Dieses ist 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 aus der Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 [DINd] entnommen und sind in der folgenden Tabelle für eine Temperatur von +10°C und einer Luftfeuchtigkeit von 70% dargestellt.

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

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

Kleinere Windenergieanlagen und gewerbliche Betriebe werden streng nach den Vorga-

ben 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 in den Windenergieerlassen der Bundesländer berücksichtigt. Die Approximation der Windenergieanlage als Punktschallquelle ist durch die Norm vorgegeben, jedoch auch mathematisch belegt. Bei den üblichen Entfernungen zwischen der Quelle und dem Immissionsort ist der Fehler vernachlässigbar klein [Mak11].

An allen betrachteten Immissionsorten werden die Teilpegel aller vorhandenen Schallquellen berücksichtigt. Auf dem Schallausbreitungsweg gilt immer die Mitwindsituation, welches einer Worst-Case Betrachtung entspricht. Dämpfungen durch Bewuchs, Industriegelände und bebautes Gelände gemäß Anhang A der DIN ISO 9613-2 [DINd] werden nicht betrachtet.

An den Immissionsorten kann es aufgrund der Worst-Case Annahmen zu einer Überschätzung des Beurteilungspegels auf bestimmten Schallausbreitungswegen kommen. Die Entwicklung des akustischen 3D-Modells und die anschließende Ausbreitungsberechnung erfolgt mit dem Berechnungsprogramm CadnaA der Firma DataKustik GmbH in der Version 2021 MR2 (64 bit – build 187.5163). Das gesamte Berechnungsmodell (Karten: DGK5, Höhen: DGM1 und Gebäudeumrisse: LoD1) basiert auf den Daten von geoportal-mv [VMV22] in dem Gebiet von X: 649.595,6 m, Y: 5.940.021,8 m bis X: 656.429,7 m, Y: 5.945.068,4 m. Das detaillierte Berechnungsprotokoll inkl. der Berechnungskonfiguration ist in Anhang B dargestellt.

4.1 Vorbelastung durch Gewerbe- und Industrieanlagen

An dem Standort befindet sich keine gewerbliche Vorbelastung, die im Sinne der TA Lärm [TAL] zu berücksichtigen ist.

4.2 Vorbelastung durch vorhandene Windenergieanlagen

Am Standort befinden sich keine Windenergieanlagen, die als Vorbelastung zu berücksichtigen sind.

4.3 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung

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

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

Tabelle 4.2: Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen.

ID	Horizontaler Abstand [m]			
	WEA 1	WEA 2	WEA 3	WEA 4
IO-01	1.704	1.958	1.257	1.163
IO-02	1.710	2.044	1.303	1.425
IO-03	1.682	2.018	1.277	1.408
IO-04	1.676	2.016	1.274	1.416
IO-05	1.678	2.019	1.277	1.421
IO-06	1.413	1.793	1.553	2.180
IO-07	1.116	1.463	1.338	1.965
IO-08	1.122	1.453	1.365	1.989
IO-09	1.131	1.424	1.421	2.034
IO-10	1.143	1.083	1.594	2.023
IO-11	1.415	1.297	1.866	2.258
IO-12	1.245	1.088	1.694	2.054

Tabelle 4.2: Fortsetzung: Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen.

ID	Horizontaler Abstand [m]			
	WEA 1	WEA 2	WEA 3	WEA 4
IO-13	1.398	1.160	1.834	2.121
IO-14	1.407	1.159	1.840	2.117
IO-15	3.282	2.997	3.137	2.543
IO-16	3.612	3.307	3.488	2.902
IO-17	3.713	3.426	3.564	2.964
IO-18	3.147	2.901	2.958	2.343

Tabelle 4.3: Fortsetzung: Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen.

ID	Horizontaler Abstand [m]	
	WEA 5	WEA 6
IO-01	1.421	1.820
IO-02	1.587	1.994
IO-03	1.565	1.972
IO-04	1.567	1.974
IO-05	1.572	1.979
IO-06	1.931	2.104
IO-07	1.675	1.799
IO-08	1.690	1.798
IO-09	1.715	1.786
IO-10	1.636	1.460
IO-11	1.872	1.652
IO-12	1.669	1.433
IO-13	1.746	1.455
IO-14	1.744	1.447
IO-15	2.739	2.618
IO-16	3.082	2.937
IO-17	3.168	3.048

Tabelle 4.3: Fortsetzung: Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen.

ID	Horizontaler Abstand [m]	
	WEA 5	WEA 6
IO-18	2.580	2.511

Der geringste Abstand beträgt 1.083 m zwischen der untersuchten Windenergieanlage WEA 2 und dem Immissionsort IO-10.

5 Berechnungsergebnisse

In den folgenden Abschnitten werden die Berechnungsergebnisse für den Windpark "WP Wittenförden" dargestellt. Die Ergebnisse sind aufgeteilt für den Tages- und Nachtzeitraum jeweils für die Vorbelastung (VB), die Zusatzbelastung (ZB) und die Gesamtbelastung (GB). 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 Belastungen der Gesamtbelastung und der Zusatzbelastung. Treten diese nicht an dem gleichen Immissionspunkt an der Fassade auf, werden beide Punkte angegeben.

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.

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

5.1 Berechnungsergebnisse für den Tageszeitraum

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.

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

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

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Vor- belastung		Zusatz- belastung		Gesamt- belastung	
				W [dB(A)]	Ü [dB]	W [dB(A)]	Ü [dB]	W [dB(A)]	Ü [dB]
IO-01	so4	EG	55	-	-	40,9	-	40,9	-
IO-02	s1	EG	50	-	-	40,1	-	40,1	-
IO-03	w1	1.OG	50	-	-	40,7	-	40,7	-
IO-04	w1	EG	50	-	-	40,4	-	40,4	-
IO-05	s1	1.OG	50	-	-	39,7	-	39,7	-
IO-06	w2	1.OG	55	-	-	39,2	-	39,2	-
IO-07	s1	EG	55	-	-	42,6	-	42,6	-
IO-08	nw3	1.OG	55	-	-	41,8	-	41,8	-
IO-09	nw1	1.OG	55	-	-	40,4	-	40,4	-
IO-10	nw1	EG	55	-	-	41,3	-	41,3	-
IO-11	n3	1.OG	55	-	-	37,1	-	37,1	-
IO-12	n2	1.OG	55	-	-	41,0	-	41,0	-
IO-13	n0	EG	55	-	-	40,2	-	40,2	-
IO-14	n1	1.OG	55	-	-	40,2	-	40,2	-
IO-15	o0	EG	60	-	-	28,8	-	28,8	-
IO-16	no1	EG	55	-	-	30,9	-	30,9	-
IO-17	no3	EG	55	-	-	26,0	-	26,0	-
IO-18	no1	1.OG	60	-	-	33,1	-	33,1	-

5.2 Berechnungsergebnisse für den Nachtzeitraum

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

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

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Vor- belastung		Zusatz- belastung		Gesamt- belastung	
				W [dB(A)]	Ü [dB]	W [dB(A)]	Ü [dB]	W [dB(A)]	Ü [dB]
IO-01	so0	EG	40	-	-	36,0	-	36,0	-
IO-02	s1	EG	35	-	-	35,4	0,4	35,4	0,4
IO-03	w3	1.OG	35	-	-	35,3	0,3	35,3	0,3
IO-04	w3	1.OG	35	-	-	35,4	0,4	35,4	0,4
IO-05	s1	1.OG	35	-	-	34,6	-	34,6	-
IO-06	w2	1.OG	40	-	-	34,2	-	34,2	-
IO-07	s1	EG	40	-	-	38,1	-	38,1	-
IO-08	nw3	1.OG	40	-	-	37,8	-	37,8	-
IO-09	nw1	1.OG	40	-	-	36,1	-	36,1	-
IO-10	nw1	EG	40	-	-	37,6	-	37,6	-
IO-11	n3	1.OG	40	-	-	33,2	-	33,2	-
IO-12	n2	1.OG	40	-	-	37,4	-	37,4	-
IO-13	n0	EG	40	-	-	36,9	-	36,9	-
IO-14	n1	1.OG	40	-	-	36,9	-	36,9	-
IO-15	o0	EG	45	-	-	25,2	-	25,2	-
IO-16	no3	EG	40	-	-	27,5	-	27,5	-
IO-17	no3	EG	40	-	-	22,3	-	22,3	-
IO-18	no1	1.OG	45	-	-	29,6	-	29,6	-

Für den Immissionsort IO-16 (Schmiedekoppel 1) wurde von Seiten des Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, Frau Freitag, eine Vorbelastung von 30 dB(A) angegeben. Dieser Wert liegt 10 dB unter dem Richtwert und würde zu einer Erhöhung der Gesamtbelastung um 0,4 dB führen.

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 getrennt für den Tages- und Nachtzeitraum untersucht worden. Für die relevanten Immissionspunkte treten hierbei Unterschiede auf, sodass die Ergebnisse getrennt dargestellt werden. Die folgenden Tabellen listen das Auftreten von Abschirmung (A) und Reflexion (R) von jeder Quelle zu jedem Immissionsort auf.

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

ID	F	G	WEA 1		WEA 2		WEA 3		WEA 4	
			A	R	A	R	A	R	A	R
IO-01	so4	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-02	s1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-03	w1	1.OG	-	ja	-	ja	-	ja	-	-
IO-04	w1	EG	-	-	-	ja	-	ja	-	-
IO-05	s1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-06	w2	1.OG	-	-	-	-	-	ja	-	ja
IO-07	s1	EG	-	ja	-	-	-	ja	-	ja
IO-08	nw3	1.OG	-	ja	-	ja	-	-	-	-
IO-09	nw1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-10	nw1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-11	n3	1.OG	-	-	ja	-	-	-	ja	-
IO-12	n2	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-13	n0	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-14	n1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-15	o0	EG	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
IO-16	no1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-17	no3	EG	ja	-	ja	-	ja	ja	ja	ja
IO-18	no1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 5.4: Fortsetzung: Auftreten einer Abschirmung (A) und Reflexion (R) auf dem Schallweg zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionsort für den Tageszeitraum.

ID	F	G	WEA 5		WEA 6	
			A	R	A	R
IO-01	so4	EG	-	ja	-	ja
IO-02	s1	EG	-	ja	-	ja
IO-03	w1	1.OG	-	-	-	-
IO-04	w1	EG	-	-	-	-
IO-05	s1	1.OG	-	-	-	-
IO-06	w2	1.OG	-	ja	-	-
IO-07	s1	EG	-	ja	-	ja
IO-08	nw3	1.OG	-	ja	-	ja
IO-09	nw1	1.OG	-	-	-	-
IO-10	nw1	EG	-	-	-	-
IO-11	n3	1.OG	ja	-	ja	ja
IO-12	n2	1.OG	-	-	-	-
IO-13	n0	EG	-	-	-	-
IO-14	n1	1.OG	-	-	-	-
IO-15	o0	EG	ja	-	ja	ja
IO-16	no1	EG	-	-	-	-
IO-17	no3	EG	ja	ja	ja	-
IO-18	no1	1.OG	-	-	-	-

Tabelle 5.5: 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		WEA 4	
			A	R	A	R	A	R	A	R
IO-01	so0	EG	-	-	-	ja	-	-	-	-
IO-02	s1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-03	w3	1.OG	-	ja	-	ja	-	-	-	-
IO-04	w3	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 5.5: 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		WEA 4	
			A	R	A	R	A	R	A	R
IO-05	s1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-06	w2	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	ja
IO-07	s1	EG	-	ja	-	-	-	-	-	ja
IO-08	nw3	1.OG	-	ja	-	ja	-	-	-	-
IO-09	nw1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-10	nw1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-11	n3	1.OG	-	-	ja	-	-	-	ja	-
IO-12	n2	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-13	n0	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-14	n1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-15	o0	EG	ja	ja	ja	ja	-	-	ja	ja
IO-16	no3	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-17	no3	EG	ja	-	ja	-	-	-	ja	ja
IO-18	no1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 5.6: Fortsetzung: Auftreten einer Abschirmung (A) und Reflexion (R) auf dem Schallweg zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionsort für den Nachtzeitraum.

ID	F	G	WEA 5		WEA 6	
			A	R	A	R
IO-01	so0	EG	-	ja	-	ja
IO-02	s1	EG	-	ja	-	ja
IO-03	w3	1.OG	-	-	-	-
IO-04	w3	1.OG	-	ja	-	ja
IO-05	s1	1.OG	-	-	-	-
IO-06	w2	1.OG	-	ja	-	-
IO-07	s1	EG	-	ja	-	ja
IO-08	nw3	1.OG	-	ja	-	ja

Tabelle 5.6: Fortsetzung: Auftreten einer Abschirmung (A) und Reflexion (R) auf dem Schallweg zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionsort für den Nachtzeitraum.

ID	F	G	WEA 5		WEA 6	
			A	R	A	R
IO-09	nw1	1.OG	-	-	-	-
IO-10	nw1	EG	-	-	-	-
IO-11	n3	1.OG	ja	-	ja	ja
IO-12	n2	1.OG	-	-	-	-
IO-13	n0	EG	-	-	-	-
IO-14	n1	1.OG	-	-	-	-
IO-15	o0	EG	ja	-	ja	ja
IO-16	no3	EG	-	-	-	-
IO-17	no3	EG	ja	ja	ja	-
IO-18	no1	1.OG	-	-	-	-

6 Beurteilung der schalltechnischen Situation

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

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

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Vor- belastung		Zusatz- belastung		Gesamt- belastung	
				B [dB(A)]	Ü [dB]	B [dB(A)]	Ü [dB]	B [dB(A)]	Ü [dB]
IO-01	so4	EG	55	-	-	41	-14	41	-14
IO-02	s1	EG	50	-	-	40	-10	40	-10
IO-03	w1	1.OG	50	-	-	41	-9	41	-9
IO-04	w1	EG	50	-	-	40	-10	40	-10
IO-05	s1	1.OG	50	-	-	40	-10	40	-10
IO-06	w2	1.OG	55	-	-	39	-16	39	-16
IO-07	s1	EG	55	-	-	43	-12	43	-12
IO-08	nw3	1.OG	55	-	-	42	-13	42	-13
IO-09	nw1	1.OG	55	-	-	40	-15	40	-15
IO-10	nw1	EG	55	-	-	41	-14	41	-14

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

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Vor- belastung		Zusatz- belastung		Gesamt- belastung	
				B [dB(A)]	Ü [dB]	B [dB(A)]	Ü [dB]	B [dB(A)]	Ü [dB]
IO-11	n3	1.OG	55	-	-	37	-18	37	-18
IO-12	n2	1.OG	55	-	-	41	-14	41	-14
IO-13	n0	EG	55	-	-	40	-15	40	-15
IO-14	n1	1.OG	55	-	-	40	-15	40	-15
IO-15	o0	EG	60	-	-	29	-31	29	-31
IO-16	no1	EG	55	-	-	31	-24	31	-24
IO-17	no3	EG	55	-	-	26	-29	26	-29
IO-18	no1	1.OG	60	-	-	33	-27	33	-27

Im Tageszeitraum liegt die Zusatzbelastung an dem Immissionsort IO-03 mindestens -9,0 dB unterhalb der Immissionsrichtwerte der TA Lärm [TAL]. Somit liegen alle betrachteten Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereiches der Anlagen der Zusatzbelastung.

6.2 Beurteilung des Nachtzeitraums

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

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

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Vor- belastung		Zusatz- belastung		Gesamt- belastung	
				B [dB(A)]	Ü [dB]	B [dB(A)]	Ü [dB]	B [dB(A)]	Ü [dB]
IO-01	so0	EG	40	-	-	36	-4	36	-4
IO-02	s1	EG	35	-	-	35	0	35	0
IO-03	w3	1.OG	35	-	-	35	0	35	0
IO-04	w3	1.OG	35	-	-	35	0	35	0
IO-05	s1	1.OG	35	-	-	35	0	35	0
IO-06	w2	1.OG	40	-	-	34	-6	34	-6
IO-07	s1	EG	40	-	-	38	-2	38	-2
IO-08	nw3	1.OG	40	-	-	38	-2	38	-2
IO-09	nw1	1.OG	40	-	-	36	-4	36	-4
IO-10	nw1	EG	40	-	-	38	-2	38	-2
IO-11	n3	1.OG	40	-	-	33	-7	33	-7
IO-12	n2	1.OG	40	-	-	37	-3	37	-3
IO-13	n0	EG	40	-	-	37	-3	37	-3
IO-14	n1	1.OG	40	-	-	37	-3	37	-3
IO-15	o0	EG	45	-	-	25	-20	25	-20
IO-16	no3	EG	40	-	-	28	-12	28	-12
IO-17	no3	EG	40	-	-	22	-18	22	-18
IO-18	no1	1.OG	45	-	-	30	-15	30	-15

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

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

ID	F	G	Beurteilung
IO-01	so0	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-02	s1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-03	w3	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-04	w3	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-05	s1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-06	w2	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-07	s1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-08	nw3	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-09	nw1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-10	nw1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-11	n3	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-12	n2	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-13	n0	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-14	n1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-15	o0	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 15 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des erweiterten Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-16	no3	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-17	no3	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 15 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des erweiterten Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-18	no1	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 15 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des erweiterten Einwirkbereiches nach TA Lärm.

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

Tabelle 6.4: Auflistung der Betriebsmodi für die Zusatzbelastung

ID	Betriebsmodus tags	Betriebsmodus nachts
WEA 1	OM-0-0	OM-NR-05-0
WEA 2	OM-0-0	OM-NR-05-0
WEA 3	OM-0-0	Abgeschaltet
WEA 4	OM-0-0	OM-NR-06-0
WEA 5	OM-0-0	OM-NR-06-0
WEA 6	OM-0-0	OM-0-0

6.3 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.

6.4 Abschätzung der Genauigkeit der Prognose

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

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

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

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

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

- Für das Prognosemodell wird ein Unsicherheit von $\sigma_{\text{Prog}}=1,0$ dB angenommen.

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

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

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.

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

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

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

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

Für die Oktavbandpegel gilt der gleiche Zusammenhang. Auch hier kann der obere Vertrauensbereich auf die einzelnen Pegel der Oktaven $\bar{L}_{\text{W,OKT}}$ 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. Dadurch entstehen größere Unsicherheiten beim Festlegen einer allgemeingültigen Wahrnehmungsschwelle ([YE74] und [MP04]). 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 Anlagen zur Energieerzeugung und -transport zurückzuführen, gefolgt von raumluftechnischen Anlagen mit 23 %.

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

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

Eine großangelegte Studie aus Finnland zeigt im ersten Teil eine umfangreiche Literaturrecherche, die jedoch keinerlei Hinweise darauf gibt, dass es zu gesundheitlich negativen Effekten durch Windenergieanlagen bezogen auf Schall und Infraschall gekommen ist [MTK⁺20]. Allerdings gibt es eine kleine Anzahl an Veröffentlichungen, die weiteren Forschungsbedarf sehen. Der zweite Teil dieser Studie bezieht sich auf eigene in Finnland durchgeführte Messungen und Analysen. Es 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 Wahrnehmungsschwelle. 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 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 Rasterschallkarten dargestellt werden. Hiermit lassen sich die Bereiche analysieren bei denen eine Überschreitung der gesetzlich festgelegten Grenzwerte auftreten. Schalltechnisch herausfordernde Bereiche werden so einfach

deutlich. Es wird zwischen der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung am Tag bzw. in der Nacht unterschieden. Mit dieser Technologie ist eine noch detailliertere Analyse und Begutachtung der schalltechnischen Situation am Standort als je zuvor möglich. Das Öffnen der interaktiven Karten funktioniert nur im Adobe Acrobat Reader.

9 Ortstermin

Der Ortstermin wurde am 09.11.2023 durch Dipl.-Ing. (FH) Timm Schaer, M.Sc. durchgeführt. Dieser Termin diente dazu, festzustellen, ob die Informationen vor Ort dem entsprechen, was aus dem Kartenmaterial und den Luftbildern im Vorfeld entnommen werden konnten. Neue Gebäude, Siedlungen oder Anlagen der Vorbelastung können so gefunden und entsprechend berücksichtigt werden.

9.1 Besichtigungsbilder IO-01



Abbildung 9.1: Nord-Ostansicht IO-01 (Rabenhornstraße 11; 19073 Wittenförden)



Abbildung 9.2: Süd-Ostansicht IO-01 (Rabenhornstraße 11; 19073 Wittenförden)

9.2 Besichtigungsbilder IO-02



Abbildung 9.3: Süd-Ostansicht IO-02 (Hofweg 7; 19073 Wittenförden)



Abbildung 9.4: Westansicht IO-02 (Hofweg 7; 19073 Wittenförden)

9.3 Besichtigungsbilder IO-03



Abbildung 9.5: Nord-Ostansicht IO-03 (Hofweg 8; 19073 Wittenförden)

9.4 Besichtigungsbilder IO-04



Abbildung 9.6: Südansicht IO-04 (Hofweg 9; 19073 Wittenförden)



Abbildung 9.7: Nord-Westansicht IO-04 (Hofweg 9; 19073 Wittenförden)

9.5 Besichtigungsbilder IO-05



Abbildung 9.8: Südansicht IO-05 (Hofweg 10; 19073 Wittenförden)

9.6 Besichtigungsbilder IO-06



Abbildung 9.9: Süd-Westansicht IO-06 (John-Brinckman-Straße 44; 19073 Klein Rogahn)

9.7 Besichtigungsbilder IO-07



Abbildung 9.10: Nord-Ostansicht IO-07 (Wittenfördener Weg 2; 19073 Klein Rogahn)



Abbildung 9.11: Nord-Westansicht IO-07 (Wittenfördener Weg 2; 19073 Klein Rogahn)

9.8 Besichtigungsbilder IO-08



Abbildung 9.12: Süd-Westansicht IO-08 (Wittenfördener Weg 1a; 19073 Klein Rogahn)

9.9 Besichtigungsbilder IO-09



Abbildung 9.13: Westansicht IO-09 (Fritz-Reuter-Ring 64; 19073 Klein Rogahn)

9.10 Besichtigungsbilder IO-10



Abbildung 9.14: Süd-Ostansicht IO-10 (Bergstraße 1a; 19073 Klein Rogahn)

9.11 Besichtigungsbilder IO-11



Abbildung 9.15: Südensicht IO-11 (Am Hang 7; 19073 Klein Rogahn)

9.12 Besichtigungsbilder IO-12



Abbildung 9.16: Nord-Ostansicht IO-12 (Feldweg 5; 19073 Klein Rogahn)

9.13 Besichtigungsbilder IO-13



Abbildung 9.17: Süd-Westansicht IO-13 (Heckenweg 10; 19073 Klein Rogahn)

9.14 Besichtigungsbilder IO-14



Abbildung 9.18: Süd-Westansicht IO-14 (Heckenweg 7; 19073 Klein Rogahn)

9.15 Besichtigungsbilder IO-15



Abbildung 9.19: Westansicht IO-15 (Lange Straße 38; 19071 Grambow)

9.16 Besichtigungsbilder IO-16



Abbildung 9.20: Westansicht IO-16 (Schmiedekoppel 1; 19071 Grambow)

9.17 Besichtigungsbilder IO-17



Abbildung 9.21: Nord-Ostansicht IO-17 (Mittelweg 16; 19071 Grambow)

9.18 Besichtigungsbilder IO-18



Abbildung 9.22: Süd-Ostansicht IO-18 (Hofstraße 4; 19071 Grambow)

Literaturverzeichnis

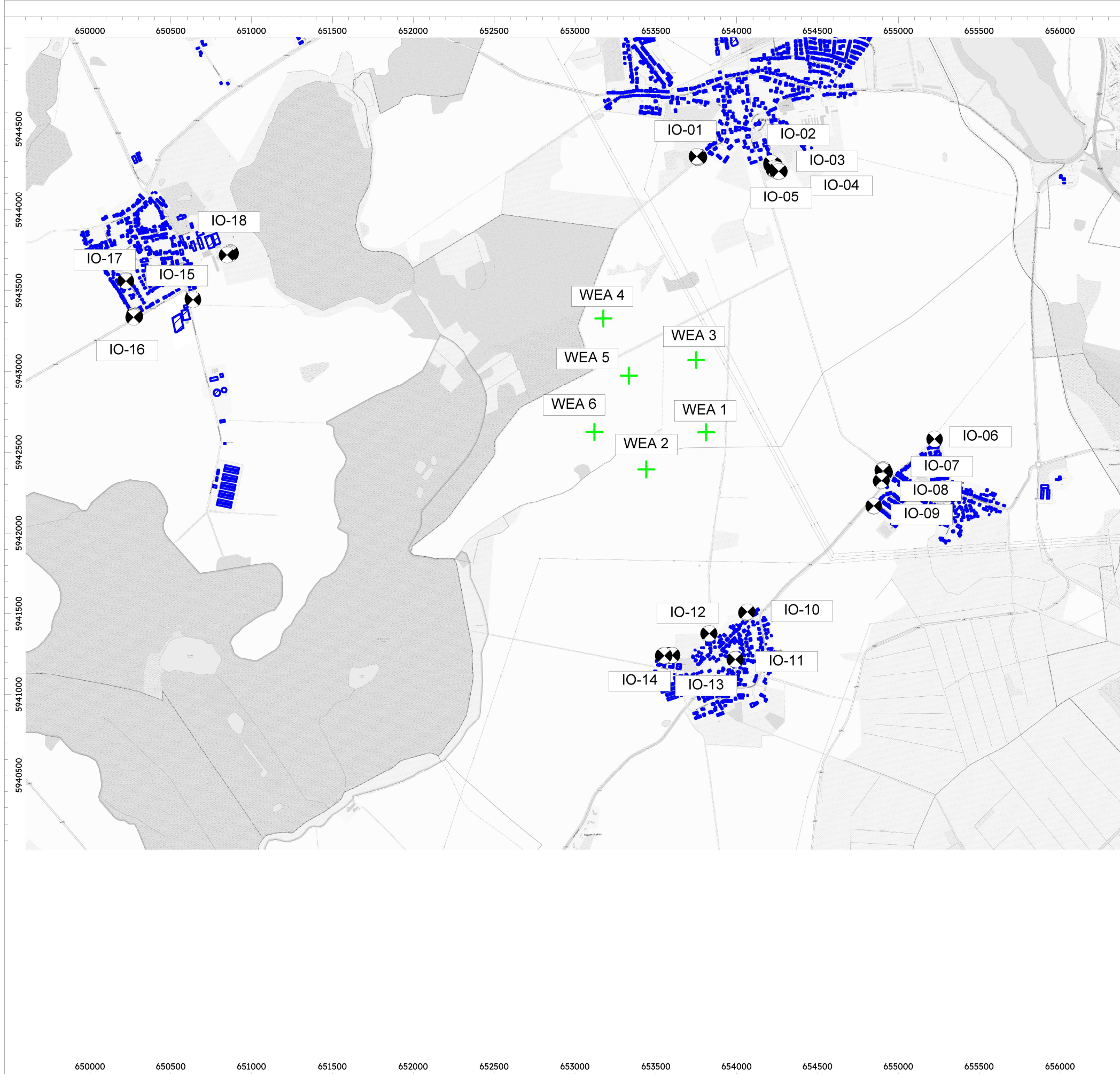
- [BKH⁺20] Blumendeller, Esther ; Kimmig, Ivo ; Huber, Gerhard ; Rettler, Philipp ; Cheng, Po W.: Investigations on Low Frequency Noises of On-Shore Wind Turbines. In: *Acoustics* 2 (2020), Nr. 2, 343-365. <http://dx.doi.org/10.3390/acoustics2020020>. - DOI 10.3390/acoustics2020020. - ISSN 2624-599X
- [DINa] DIN 1333:1992-02 - Zahlenangaben
- [DINb] DIN 45680:1997-03 - Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft
- [DINc] DIN 45680:2020-06 - Entwurf - Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschemissionen
- [DINd] DIN ISO 9613-2:1999-10 - Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren
- [HSH⁺07] Hensel, Johannes ; Scholz, Günther ; Hurttig, Ulrike ; Mrowinski, Dieter ; Janssen, Thomas: Impact of infrasound on the human cochlea. In: *Hearing Research* 233 (2007), Nr. 1, 67-76. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heares.2007.07.004>. - DOI <https://doi.org/10.1016/j.heares.2007.07.004>. - ISSN 0378-5955
- [Int] Dokumentation zur Schallausbreitung - Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschemissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1
- [KADLM⁺20] Krahe, Detlef ; Alaimo Di Loro, Alexander ; Müller, Uwe ; Elmenhorst, Eva-Maria ; De Gioannis, Riccardo ; Schmitt, Stefan ; Belke, Christin ; Benz, Sarah ; Großarth, Stephan ; Schreckenberger, Dirk ; Eulitz, Christian ; Wiercinski, Bianca ; Möhler, Ulrich: Lärmwirkungen von 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](https://doi.org/10.1121/1.4916795)
- [LAI] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) - Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 - Stand 30.06.2016
- [Mak11] Makarewicz, Rufin: Is a wind turbine a point source? (L). In: The Journal of the Acoustical Society of America 129 (2011), Nr. 2, S. 579-581. <http://dx.doi.org/10.1121/1.3514426>. – DOI 10.1121/1.3514426
- [MHMN07] Malsch, Annette K. ; Hornberg, Claudia ; Maschke, Christian ; Niemann, Hildegard: Infraschall und tieffrequenter Schall – ein Thema für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Deutschland? In: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 50 (2007), Dezember, Nr. 12, 1582-1589. <http://dx.doi.org/10.1007/s00103-007-0407-3>. – DOI 10.1007/s00103-007-0407-3. – ISSN 1437-1588
- [MP04] Møller, H. ; Pedersen, C. S.: Hearing at low and infrasonic frequencies. In: Noise & health 6 (2004), Juni, Nr. 23, S. 37-57. – ISSN 1463-1741. – Place: India
- [MTK⁺20] Maijala, Panu ; Turunen, Anu ; Kurki, Ilmari ; Vainio, Lari ; Pakarinen, Satu ; Kaukinen, Crista ; Lukander, Kristian ; Tiittanen, Pekka ; Yli-Tuomi, Tarja ; Taimisto, Pekka ; Lanki, Timo ; Tiippana, Kaisa ; Virkkala, Jussi ; Stickler, Emma ; Sainio, Markku: Publications of the Government's analysis, assessment and research activities. Bd. 34: Infrasound Does Not Explain Symptoms Related to Wind Turbines. 2020
- [RBB⁺16] Ratzel, U. ; Bayer, O. ; Brachat, P. ; Hoffmann, M. ; Jänke, K. ; Kiesel, K.-J. ; Mehnert, C. ; Scheck, C.: Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen. 2. Auflage. Karlsruhe : Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), 2016
- [TAL] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm), Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BANz AT 08.06.2017 B5)

- [VMV22] Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern, Vermessungs-und Katasterwesen
Lübecker Straße 289 19059 S. Amt für Geoinformation i. Amt für Geo-
information G. Amt für Geoinformation: geoportal-mv. [https://www.
geoportal-mv.de/portal/Geodatenshop](https://www.geoportal-mv.de/portal/Geodatenshop). Version: 2022
- [WBK⁺17] Weichenberger, Markus ; Bauer, Martin ; Kühler, Robert ; Hensel, Jo-
hannes ; Forlim, Caroline G. ; Ihlenfeld, Albrecht ; Ittermann, Bernd ;
Gallinat, Jürgen ; Koch, Christian ; Kühn, Simone: Altered cortical and
subcortical connectivity due to infrasound administered near the hear-
ing 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] LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)
vom 30.06.2016, verteilt am 10. Januar 2018
- [WKB⁺15] Weichenberger, Markus ; Kühler, Robert ; Bauer, Martin ; Hensel, Johannes
; Brühl, Rüdiger ; Ihlenfeld, Albrecht ; Ittermann, Bernd ; Gallinat, Jür-
gen ; Koch, Christian ; Sander, Tilmann ; Kühn, Simone: Brief bursts of
infrasound may improve cognitive function – An fMRI study. In: Hear-
ing Research 328 (2015), 87–93. [http://dx.doi.org/https://doi.org/
10.1016/j.heares.2015.08.001](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](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](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](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 interaktiven Karten ermöglichen diese Informationen ebenfalls und werden in der digitalen Form empfohlen.



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

Projekt-Nr.: NE-B-130013
Lageplan

Lageplan für den Standort
 19073 Wittenförden mit Darstellung
 -der Schallquellen
 -der benachbarten Wohnbebauung
 -der Immissionsorte
 -der gewerblichen Vorbelastung
 TH: Tierhaltung
 BG: Biogasanlage
 IN: Industrieanlage

- + Punktquelle
- Haus
- Immissionspunkt
- Rechengebiet

Maßstab: 1 : 25000

B Detaillierte Berechnungsergebnisse

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



C Eigenschaften der Immissionsorte

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

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe [m]	Koordinaten		Höhe N.N. [m]	
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]			Ostwert [m]	Nordwert [m]		
IO-01	so0	EG	Rabenhornstraße 11, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	653.766,90	5.944.326,60	61,9
			WA	55	40						
IO-01	so1	1.OG	Rabenhornstraße 11, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	653.765,25	5.944.325,52	64,4
			WA	55	40						
IO-01	so3	1.OG	Rabenhornstraße 11, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	653.762,69	5.944.323,85	64,4
			WA	55	40						
IO-01	so4	EG	Rabenhornstraße 11, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	653.760,59	5.944.322,49	61,8
			WA	55	40						
IO-01	sw1	EG	Rabenhornstraße 11, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	653.757,30	5.944.324,57	61,6
			WA	55	40						
IO-01	sw3	1.OG	Rabenhornstraße 11, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	653.755,10	5.944.327,93	63,9
			WA	55	40						
IO-01	sw3	EG	Rabenhornstraße 11, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	653.755,10	5.944.327,93	61,4
			WA	55	40						
IO-01	sw5	1.OG	Rabenhornstraße 11, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	653.752,90	5.944.331,30	63,6
			WA	55	40						
IO-01	sw5	EG	Rabenhornstraße 11, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	653.752,90	5.944.331,30	61,1
			WA	55	40						
IO-02	s0	EG	Hofweg 7, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.233,08	5.944.279,91	67,0
			WR	50	35						

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		Höhe N.N. [m]
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		Ostwert [m]	Nordwert [m]			
IO-02	s1	EG	Hofweg 7, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.229,88	5.944.279,79	67,0
			WR	50	35						
IO-02	s10	EG	Hofweg 7, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.214,86	5.944.280,79	67,1
			WR	50	35						
IO-02	s4	1.OG	Hofweg 7, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	654.226,95	5.944.279,68	69,5
			WR	50	35						
IO-02	s4	EG	Hofweg 7, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.226,95	5.944.279,68	67,0
			WR	50	35						
IO-02	s5	EG	Hofweg 7, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.225,14	5.944.279,61	67,0
			WR	50	35						
IO-02	s6	1.OG	Hofweg 7, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	654.223,33	5.944.279,55	69,5
			WR	50	35						
IO-02	s6	EG	Hofweg 7, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.223,33	5.944.279,55	67,0
			WR	50	35						
IO-02	s9	EG	Hofweg 7, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.217,90	5.944.279,34	67,0
			WR	50	35						
IO-02	w1	1.OG	Hofweg 7, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	654.214,79	5.944.282,79	69,6
			WR	50	35						
IO-02	w2	EG	Hofweg 7, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.214,71	5.944.284,90	67,2
			WR	50	35						

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		Höhe N.N. [m]
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]	[m]	Ostwert [m]	Nordwert [m]	
IO-02	w3	1.OG	Hofweg 7, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	654.214,63	5.944.287,02	69,7
			WR	50	35						
IO-02	w4	EG	Hofweg 7, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.214,55	5.944.289,13	67,3
			WR	50	35						
IO-02	w5	1.OG	Hofweg 7, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	654.214,47	5.944.291,24	69,9
			WR	50	35						
IO-03	s1	EG	Hofweg 8, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.237,70	5.944.249,77	66,2
			WR	50	35						
IO-03	s2	1.OG	Hofweg 8, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	654.235,19	5.944.249,69	68,7
			WR	50	35						
IO-03	s3	EG	Hofweg 8, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.232,67	5.944.249,61	66,2
			WR	50	35						
IO-03	w0	EG	Hofweg 8, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.229,34	5.944.250,76	66,2
			WR	50	35						
IO-03	w1	1.OG	Hofweg 8, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	654.229,26	5.944.253,29	68,7
			WR	50	35						
IO-03	w2	EG	Hofweg 8, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.229,18	5.944.255,82	66,3
			WR	50	35						
IO-03	w3	1.OG	Hofweg 8, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	654.229,09	5.944.258,35	68,9
			WR	50	35						

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe [m]	Koordinaten		Höhe N.N. [m]	
			Gebiet	IRW tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]			Ostwert [m]	Nordwert [m]		
IO-04	s1	EG	Hofweg 9, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.256,77	5.944.239,27	65,8
			WR	50	35						
IO-04	s3	1.OG	Hofweg 9, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	654.253,23	5.944.239,24	68,3
			WR	50	35						
IO-04	s3	EG	Hofweg 9, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.253,23	5.944.239,24	65,8
			WR	50	35						
IO-04	w1	1.OG	Hofweg 9, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	654.250,28	5.944.243,73	68,4
			WR	50	35						
IO-04	w1	EG	Hofweg 9, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.250,28	5.944.243,73	65,9
			WR	50	35						
IO-04	w2	2.OG	Hofweg 9, 19073 Wittenförden			Industrie	7,8	r	654.250,25	5.944.247,23	71,3
			WR	50	35						
IO-04	w3	1.OG	Hofweg 9, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	654.250,22	5.944.250,74	68,6
			WR	50	35						
IO-04	w3	EG	Hofweg 9, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.250,22	5.944.250,74	66,1
			WR	50	35						
IO-05	s1	1.OG	Hofweg 10, 19073 Wittenförden			Industrie	5,0	r	654.264,03	5.944.239,34	68,2
			WR	50	35						
IO-05	s1	EG	Hofweg 10, 19073 Wittenförden			Industrie	2,5	r	654.264,03	5.944.239,34	65,7
			WR	50	35						

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe [m]	Koordinaten		Höhe N.N. [m]	
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]			Ostwert [m]	Nordwert [m]		
IO-05	s3	EG	Hofweg 10, 19073 Wittenföörden			Industrie	2,5	r	654.260,45	5.944.239,30	65,8
			WR	50	35						
IO-06	w1	1.OG	John-Brinckman-Straße 44, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	655.224,01	5.942.580,43	67,2
			WA	55	40						
IO-06	w1	EG	John-Brinckman-Straße 44, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	655.224,01	5.942.580,43	64,7
			WA	55	40						
IO-06	w2	1.OG	John-Brinckman-Straße 44, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	655.223,81	5.942.582,17	67,1
			WA	55	40						
IO-06	w2	EG	John-Brinckman-Straße 44, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	655.223,81	5.942.582,17	64,6
			WA	55	40						
IO-07	nw1	1.OG	Wittenföörderer Weg 2, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	654.903,81	5.942.392,01	62,5
			WA	55	40						
IO-07	nw1	EG	Wittenföörderer Weg 2, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.903,81	5.942.392,01	60,0
			WA	55	40						
IO-07	nw3	1.OG	Wittenföörderer Weg 2, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	654.906,35	5.942.395,34	62,5
			WA	55	40						
IO-07	nw3	EG	Wittenföörderer Weg 2, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.906,35	5.942.395,34	60,0
			WA	55	40						
IO-07	s1	EG	Wittenföörderer Weg 2, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.914,89	5.942.378,27	59,7
			WA	55	40						

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe [m]	Koordinaten		Höhe N.N. [m]	
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]			Ostwert [m]	Nordwert [m]		
IO-07	s11	EG	Wittenfördener Weg 2, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.902,19	5.942.389,89	60,0
			WA	55	40						
IO-07	s3	1.OG	Wittenfördener Weg 2, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	654.912,56	5.942.380,04	62,2
			WA	55	40						
IO-07	s3	EG	Wittenfördener Weg 2, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.912,56	5.942.380,04	59,7
			WA	55	40						
IO-07	s5	1.OG	Wittenfördener Weg 2, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	654.909,91	5.942.382,06	62,3
			WA	55	40						
IO-07	s5	EG	Wittenfördener Weg 2, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.909,91	5.942.382,06	59,8
			WA	55	40						
IO-07	s7	EG	Wittenfördener Weg 2, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.907,26	5.942.384,08	59,9
			WA	55	40						
IO-07	s9	EG	Wittenfördener Weg 2, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.904,60	5.942.386,10	59,9
			WA	55	40						
IO-08	nw1	1.OG	Wittenfördener Weg 1a, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	654.892,53	5.942.322,32	61,3
			WA	55	40						
IO-08	nw1	EG	Wittenfördener Weg 1a, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.892,53	5.942.322,32	58,8
			WA	55	40						
IO-08	nw3	1.OG	Wittenfördener Weg 1a, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	654.895,84	5.942.326,43	61,4
			WA	55	40						

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe [m]	Koordinaten			
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]			Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]	
IO-08	nw3	EG	Wittenfördener Weg 1a, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.895,84	5.942.326,43	58,9
			WA	55	40						
IO-09	nw1	1.OG	Fritz-Reuter-Ring 64, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	654.846,42	5.942.166,60	54,5
			WA	55	40						
IO-09	nw1	EG	Fritz-Reuter-Ring 64, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.846,42	5.942.166,60	52,0
			WA	55	40						
IO-09	nw2	1.OG	Fritz-Reuter-Ring 64, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	654.847,42	5.942.167,75	54,5
			WA	55	40						
IO-09	nw2	EG	Fritz-Reuter-Ring 64, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.847,42	5.942.167,75	52,0
			WA	55	40						
IO-10	nw1	EG	Bergstraße 1a, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.059,00	5.941.506,71	62,7
			WA	55	40						
IO-10	nw3	EG	Bergstraße 1a, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.062,28	5.941.509,05	62,5
			WA	55	40						
IO-10	nw5	EG	Bergstraße 1a, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	654.065,57	5.941.511,40	62,3
			WA	55	40						
IO-11	n1	1.OG	Am Hang 7, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	653.986,63	5.941.219,12	71,8
			WA	55	40						
IO-11	n1	EG	Am Hang 7, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	653.986,63	5.941.219,12	69,2
			WA	55	40						

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe [m]	Koordinaten		Höhe N.N. [m]	
			Gebiet	IRW tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]			Ostwert [m]	Nordwert [m]		
IO-11	n3	1.OG	Am Hang 7, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	653.991,26	5.941.218,43	71,5
			WA	55	40						
IO-11	n3	EG	Am Hang 7, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	653.991,26	5.941.218,43	69,0
			WA	55	40						
IO-12	n2	1.OG	Feldweg 5, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	653.825,18	5.941.377,83	74,2
			WA	55	40						
IO-12	n2	EG	Feldweg 5, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	653.825,18	5.941.377,83	71,7
			WA	55	40						
IO-12	n4	EG	Feldweg 5, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	653.830,22	5.941.378,08	71,8
			WA	55	40						
IO-13	n0	EG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	653.580,10	5.941.244,29	71,4
			WA	55	40						
IO-13	n1	1.OG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	653.582,17	5.941.244,41	73,9
			WA	55	40						
IO-13	n1	2.OG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	7,8	r	653.582,17	5.941.244,41	76,7
			WA	55	40						
IO-13	n10	EG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	653.600,74	5.941.245,48	71,2
			WA	55	40						
IO-13	n2	EG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	653.584,23	5.941.244,53	71,3
			WA	55	40						

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe [m]	Koordinaten		Höhe N.N. [m]	
			Gebiet	IRW tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]			Ostwert [m]	Nordwert [m]		
IO-13	n3	1.OG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	653.586,29	5.941.244,65	73,8
			WA	55	40						
IO-13	n3	2.OG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	7,8	r	653.586,29	5.941.244,65	76,6
			WA	55	40						
IO-13	n4	EG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	653.588,36	5.941.244,77	71,3
			WA	55	40						
IO-13	n5	1.OG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	653.590,42	5.941.244,89	73,8
			WA	55	40						
IO-13	n5	2.OG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	7,8	r	653.590,42	5.941.244,89	76,6
			WA	55	40						
IO-13	n6	2.OG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	7,8	r	653.592,48	5.941.245,01	76,6
			WA	55	40						
IO-13	n6	EG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	653.592,48	5.941.245,01	71,3
			WA	55	40						
IO-13	n7	1.OG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	653.594,55	5.941.245,12	73,8
			WA	55	40						
IO-13	n8	EG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	653.596,61	5.941.245,24	71,3
			WA	55	40						
IO-13	n9	1.OG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	653.598,67	5.941.245,36	73,7
			WA	55	40						

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe [m]	Koordinaten		Höhe N.N. [m]	
			Gebiet	IRW tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]			Ostwert [m]	Nordwert [m]		
IO-13	n9	2.OG	Heckenweg 10, 19073 Klein Rogahn			Industrie	7,8	r	653.598,67	5.941.245,36	76,5
			WA	55	40						
IO-14	n1	1.OG	Heckenweg 7, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	653.545,22	5.941.241,62	73,6
			WA	55	40						
IO-14	n1	EG	Heckenweg 7, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	653.545,22	5.941.241,62	71,1
			WA	55	40						
IO-14	n2	1.OG	Heckenweg 7, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	653.548,59	5.941.241,80	73,7
			WA	55	40						
IO-14	n3	1.OG	Heckenweg 7, 19073 Klein Rogahn			Industrie	5,0	r	653.551,97	5.941.241,99	73,7
			WA	55	40						
IO-14	n3	EG	Heckenweg 7, 19073 Klein Rogahn			Industrie	2,5	r	653.551,97	5.941.241,99	71,2
			WA	55	40						
IO-15	o0	EG	Lange Straße 38, 19071 Grambow			Industrie	2,5	r	650.635,45	5.943.448,61	69,8
			MI	60	45						
IO-15	o2	EG	Lange Straße 38, 19071 Grambow			Industrie	2,5	r	650.637,18	5.943.440,99	69,7
			MI	60	45						
IO-16	no1	EG	Schmiedekoppel 1, 19071 Grambow			Industrie	2,5	r	650.273,47	5.943.347,72	68,2
			WA	55	40						
IO-16	no3	EG	Schmiedekoppel 1, 19071 Grambow			Industrie	2,5	r	650.276,29	5.943.342,60	68,3
			WA	55	40						

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe [m]	Koordinaten		Höhe N.N. [m]	
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]			Ostwert [m]	Nordwert [m]		
IO-16	so0	1.OG	Schmiedekoppel 1, 19071 Grambow			Industrie	5,0	r	650.278,03	5.943.339,45	70,8
			WA	55	40						
IO-16	so1	EG	Schmiedekoppel 1, 19071 Grambow			Industrie	2,5	r	650.275,83	5.943.337,03	68,2
			WA	55	40						
IO-16	so3	EG	Schmiedekoppel 1, 19071 Grambow			Industrie	2,5	r	650.269,08	5.943.333,33	68,0
			WA	55	40						
IO-17	no1	EG	Mittelweg 16, 19071 Grambow			Industrie	2,5	r	650.220,34	5.943.563,74	62,8
			WA	55	40						
IO-17	no3	EG	Mittelweg 16, 19071 Grambow			Industrie	2,5	r	650.222,70	5.943.559,65	62,9
			WA	55	40						
IO-18	no1	1.OG	Hofstraße 4, 19071 Grambow			Industrie	5,0	r	650.868,51	5.943.736,51	58,0
			MI	60	45						
IO-18	no1	EG	Hofstraße 4, 19071 Grambow			Industrie	2,5	r	650.868,51	5.943.736,51	55,5
			MI	60	45						
IO-18	no3	1.OG	Hofstraße 4, 19071 Grambow			Industrie	5,0	r	650.869,89	5.943.731,42	58,0
			MI	60	45						
IO-18	no3	EG	Hofstraße 4, 19071 Grambow			Industrie	2,5	r	650.869,89	5.943.731,42	55,5
			MI	60	45						
IO-18	so1	1.OG	Hofstraße 4, 19071 Grambow			Industrie	5,0	r	650.861,88	5.943.725,14	58,2
			MI	60	45						

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe [m]	Koordinaten			
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]			Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]	
IO-18	so1	EG	Hofstraße 4, 19071 Grambow			Industrie	2,5	r	650.861,88	5.943.725,14	55,7
			MI	60	45						
IO-18	so3	1.OG	Hofstraße 4, 19071 Grambow			Industrie	5,0	r	650.847,00	5.943.721,12	58,7
			MI	60	45						
IO-18	so3	EG	Hofstraße 4, 19071 Grambow			Industrie	2,5	r	650.847,00	5.943.721,12	56,2

D Eigenschaften der Windenergieanlagen sowie der weiteren gewerblichen Quellen

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

Tabelle D.1: Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Tageszeitraum

ID	Modus	SLP [dB(A)]	Sicherheitszuschlag		Schallleistungspegel immissionsrelevant		Naben- höhe h _N [m]	Koordinaten		
			tags [dB]	abends [dB]	tags [dB(A)]	abends [dB(A)]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
WEA 1	OM-0-0	106,5	2,1	2,1	108,6	108,6	162,0	653.812,00	5.942.623,00	60,0
WEA 2	OM-0-0	106,5	2,1	2,1	108,6	108,6	162,0	653.441,00	5.942.396,00	52,6
WEA 3	OM-0-0	106,5	2,1	2,1	108,6	108,6	162,0	653.750,00	5.943.070,00	61,6
WEA 4	OM-0-0	106,5	2,1	2,1	108,6	108,6	162,0	653.175,00	5.943.326,00	52,3
WEA 5	OM-0-0	106,5	2,1	2,1	108,6	108,6	162,0	653.333,00	5.942.973,00	51,5
WEA 6	OM-0-0	106,5	2,1	2,1	108,6	108,6	162,0	653.120,00	5.942.625,00	53,4

Tabelle D.2: Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP [dB(A)]	Sicherheitszuschlag		Schallleistungspegel immissionsrelevant nachts [dB(A)]	Naben- höhe h _N [m]	Koordinaten			
			nachts [dB]	nachts			Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]	
WEA 1	OM-NR-05-0	102,0	2,1	104,1	162,0	653.812,00	5.942.623,00	60,0	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Spektrum: OM-NR-05-0	
WEA 2	OM-NR-05-0	102,0	2,1	104,1	162,0	653.441,00	5.942.396,00	52,6	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Spektrum: OM-NR-05-0	
WEA 3	Abgeschaltet	-80,0	0,0	-80,0	162,0	653.750,00	5.943.070,00	61,6	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Spektrum: Oktavband Abgeschaltet	
WEA 4	OM-NR-06-0	101,0	2,1	103,1	162,0	653.175,00	5.943.326,00	52,3	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Spektrum: OM-NR-06-0	
WEA 5	OM-NR-06-0	101,0	2,1	103,1	162,0	653.333,00	5.942.973,00	51,5	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Spektrum: OM-NR-06-0	
WEA 6	OM-0-0	106,5	2,1	108,6	162,0	653.120,00	5.942.625,00	53,4	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Spektrum: OM-0-0	

E Oktavbandspektren der Windenergieanlagen

Für die Berechnungen wurden die folgenden Oktavbandspektren der untersuchten Windenergieanlagen eingesetzt. Dargestellt sind die Oktavbandspektren für den reinen Schalleistungspegel, für den Gesamt-Schalleistungspegel inkl. des Sicherheitszuschlags SZ und zusätzlich noch für den $L_{e,max}$ gemäß der LAI-Hinweise. Der $L_{e,max}$ beschreibt den Pegel, der bei einer schalltechnischen Vermessung nach FGW-Richtlinie eingehalten werden muss. Als Unsicherheiten gehen hier nur die Messunsicherheit σ_R und die Produktstandardabweichung σ_P ein. Daraus ergibt sich hier ein Wert von 1,8 dB. Die entsprechenden Datenblätter und Messberichte mit den Oktavbandspektren für alle Betriebsmodi sind im Anhang F beigefügt.

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

ID	Typ	Bew.	Oktavbandspektrum										Zuschläge [dB]				
			Schallleistungspegel [dB] bei den Oktavmittelfrequenzen [Hz]										Summenpegel [dB(A)]				
			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	kt	ktn	ki	kin		
OM-NR-05-0	E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Modus: OM-NR-05-0, Quelle: D02772023_3.0																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L _w	A	-80,0	82,4	88,0	93,8	96,9	97,1	93,5	85,0	68,7	102,0	111,2	0	0	0	0
	Oktavbandspektrum L _{e,max} mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{prog} = 0,0$ dB, $\sigma_{ges} = 1,3$ dB zu SZ = 1,7 dB																
	L _w	A	-78,3	84,1	89,7	95,5	98,6	98,8	95,2	86,7	70,4	103,6	112,9	0	0	0	0
OM-0-0	Oktavbandspektrum inkl. SZ mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{prog} = 1,0$ dB, $\sigma_{ges} = 1,6$ dB zu SZ = 2,1 dB																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L _w	A	-77,9	84,5	90,1	95,9	99,0	99,2	95,6	87,1	70,8	104,1	113,3	0	0	0	0
	E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Modus: OM-0-0, Quelle: D02772025_2.0																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
L _w	A	-80,0	86,9	92,6	97,2	100,7	101,4	99,8	92,6	76,2	106,5	115,6	0	0	0	0	
Oktavbandspektrum L _{e,max} mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{prog} = 0,0$ dB, $\sigma_{ges} = 1,3$ dB zu SZ = 1,7 dB																	
L _w	A	-78,3	88,6	94,3	98,9	102,4	103,1	101,5	94,3	77,9	108,1	117,3	0	0	0	0	
Oktavbandspektrum inkl. SZ mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{prog} = 1,0$ dB, $\sigma_{ges} = 1,6$ dB zu SZ = 2,1 dB																	
L _w	A	-77,9	89,0	94,7	99,3	102,8	103,5	101,9	94,7	78,3	108,6	117,7	0	0	0	0	
Oktavband Abge- schaltet	E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Modus: Abgeschaltet, Quelle:																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L _w	A	-80,0	-80,0	-80,0	-80,0	-80,0	-80,0	-80,0	-80,0	-80,0	-80,0	-40,4	0	0	0	0
	Oktavbandspektrum L _{e,max} mit $\sigma_R = 0,0$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{prog} = 0,0$ dB, $\sigma_{ges} = 0,5$ dB zu SZ = 0,6 dB																
	L _w	A	-79,4	-79,4	-79,4	-79,4	-79,4	-79,4	-79,4	-79,4	-79,4	-79,4	-39,7	0	0	0	0
Oktavbandspektrum inkl. SZ mit $\sigma_R = 0,0$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{prog} = 1,0$ dB, $\sigma_{ges} = 1,1$ dB zu SZ = 1,4 dB																	
L _w	A	-78,6	-78,6	-78,6	-78,6	-78,6	-78,6	-78,6	-78,6	-78,6	-78,6	-38,9	0	0	0	0	

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

ID	Typ	Bew.	Oktavbandspektrum										Zuschläge [dB]			
			Schallleistungspegel [dB] bei den Oktavmittelfrequenzen [Hz]										Summenpegel [dB(A)] [dB(lin)]			
			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	kt	ktn	ki	kin	
E-175 EP5 (Enercon GmbH) - Modus: OM-NR-06-0, Quelle: D02905887_1.0																
Oktavbandspektrum exkl. SZ																
OM-NR-06-0	L _w	A	-80,0	81,8	87,3	93,1	96,1	96,0	91,9	82,3	63,6	101,0	110,6	0	0	0
	Oktavbandspektrum L _{e,max} mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{prog} = 0,0$ dB, $\sigma_{ges} = 1,3$ dB zu SZ = 1,7 dB															
L _w	A	-78,3	83,5	89,0	94,8	97,8	97,7	93,6	84,0	65,3	102,6	112,2	0	0	0	0
Oktavbandspektrum inkl. SZ mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{prog} = 1,0$ dB, $\sigma_{ges} = 1,6$ dB zu SZ = 2,1 dB																
L _w	A	-77,9	83,9	89,4	95,2	98,2	98,1	94,0	84,4	65,7	103,1	112,7	0	0	0	0

F Datenblätter

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



G Revisionsübersicht

Tabelle G.1: Revisionsübersicht

Revision	Änderungen	Anmerkungen	Datum
Rev. 0		Initiale Version	13.11.2023