

SCHALLTECHNISCHER BERICHT NE-B-129974

Schalltechnisches Gutachten für den Windpark "WP Weseke" mit insgesamt fünf Windenergieanlagen am Standort 46325 Weseke.

Datum:

13. August 2023

Auftraggeber:

Weseke-Ost Wind GbR
Kotten Büsken 38
46325 Borken

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 95 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. August 2023
noxt! engineering GmbH



Firmenstempel

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

Geschäftsführer
(Dr. Phil Patock)

1 Kurzfassung

Am Standort 46325 Weseke plant oder betreibt die Firma Weseke-Ost Wind GbR fünf 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	V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S)	175,0	7.200
WEA 2	V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S)	175,0	7.200
WEA 3	V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S)	175,0	7.200
WEA 4	V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S)	175,0	7.200
WEA 5	V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S)	175,0	7.200

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

Gewerbliche Vorbelastung ist am Standort vorhanden, die im Sinne der TA Lärm zu berücksichtigen ist. Details hierzu finden sich in Kapitel 4.1.

Um den Windpark werden 28 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	PO7200	SO2
WEA 2	PO7200	SO4
WEA 3	PO7200	SO4
WEA 4	PO7200	SO2
WEA 5	PO7200	SO2

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 Nordrhein-Westfalen [WEA]) konsequent 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 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	11
4	Berechnungsgrundlagen	14
4.1	Vorbelastung durch Gewerbe- und Industrieanlagen	15
4.2	Vorbelastung durch vorhandene Windenergieanlagen	16
4.3	Windenergieanlagen der Zusatzbelastung	17
4.4	Abstände zwischen den Immissionsorten und den Windenergieanlagen . .	17
5	Berechnungsergebnisse	20
5.1	Berechnungsergebnisse für den Tageszeitraum	20
5.2	Berechnungsergebnisse für den Nachtzeitraum	22
5.3	Abschirmung und Reflexion	24
6	Beurteilung	30
6.1	Beurteilung des Tageszeitraums	30
6.2	Beurteilung des Nachtzeitraums	32
6.3	Spitzenpegel	35
6.4	Abschätzung der Genauigkeit der Prognose	35
7	Infraschall	37
8	Interaktive Karte	40
9	Ortstermin	42
9.1	Besichtigungsbilder IO-01	42
9.2	Besichtigungsbilder IO-02	43
9.3	Besichtigungsbilder IO-03	43
9.4	Besichtigungsbilder IO-04	44
9.5	Besichtigungsbilder IO-05	44
9.6	Besichtigungsbilder IO-07	45
9.7	Besichtigungsbilder IO-08	45
9.8	Besichtigungsbilder IO-09	46
9.9	Besichtigungsbilder IO-10	46

9.10 Besichtigungsbilder IO-12	47
9.11 Besichtigungsbilder IO-13	47
9.12 Besichtigungsbilder IO-14	48
9.13 Besichtigungsbilder IO-15	48
9.14 Besichtigungsbilder IO-16	49
9.15 Besichtigungsbilder IO-17	49
9.16 Besichtigungsbilder IO-18	50
9.17 Besichtigungsbilder IO-19	50
9.18 Besichtigungsbilder IO-20	51
9.19 Besichtigungsbilder IO-21	51
9.20 Besichtigungsbilder IO-22	52
9.21 Besichtigungsbilder IO-23	52
9.22 Besichtigungsbilder IO-24	53
9.23 Besichtigungsbilder IO-25	53
9.24 Besichtigungsbilder IO-26	54
9.25 Besichtigungsbilder IO-27	54
9.26 Besichtigungsbilder IO-28	55
Literaturverzeichnis	56
A Lageplan	60
B Detaillierte Berechnungsergebnisse	62
C Immissionsorte	63
D Schallquellen	85
E Oktavbandspektren	91
F Datenblätter	94
G Revisionsübersicht	95

Abbildungsverzeichnis

9.1	Süd-Ostansicht IO-01 (Linward 12; 46325 Borken)	42
9.2	Ostansicht IO-02 (Boklerhook 5a; 46325 Borken)	43
9.3	Süd-Ostansicht IO-03 (Boklerhook 5; 46325 Borken)	43
9.4	Südansicht IO-04 (Holthausener Straße 63; 46342 Velen)	44
9.5	Süd-Westansicht IO-05 (Holthausener Straße 57; 46342 Velen)	44
9.6	Westansicht IO-07 (Holthausener Straße 53a; 46342 Velen)	45
9.7	Westansicht IO-08 (Holthausener Straße 53; 46342 Velen)	45
9.8	Süd-Westansicht IO-09 (Südlohner Diek 64; 46342 Velen)	46
9.9	Ostansicht IO-10 (Südlohner Diek 41; 46342 Velen)	46
9.10	Ostansicht IO-12 (Südlohner Diek 39; 46342 Velen)	47
9.11	Nordansicht IO-13 (Im Rosengrund 19; 46342 Velen)	47
9.12	Süd-Ostansicht IO-14 (Gemener Diek 7; 46325 Borken)	48
9.13	Südansicht IO-15 (Krückling 78; 46342 Velen)	48
9.14	Süd-Westansicht IO-16 (Ramsdorfer Straße 61a; 46325 Borken)	49
9.15	Nord-Ostansicht IO-17 (Im Wiesenschlatt 4b; 46325 Borken)	49
9.16	Nord-Ostansicht IO-18 (Im Wiesenschlatt 4; 46325 Borken)	50
9.17	Süd-Westansicht IO-19 (Möllenweg 11; 46325 Borken)	50
9.18	Westansicht IO-20 (Eibenweg 11; 46325 Borken)	51
9.19	Süd-Ostansicht IO-21 (Lehmweg 7; 46325 Borken)	51
9.20	Süd-Ostansicht IO-22 (Im Brink 8; 46325 Borken)	52
9.21	Westansicht IO-23 (Im Brink 12; 46325 Borken)	52
9.22	Nord-Westansicht IO-24 (Im Brink 18; 46325 Borken)	53
9.23	Nord-Ostansicht IO-25 (Kotten Büsken 11; 46325 Borken)	53
9.24	Ostansicht IO-26 (Holthausener Straße 53; 46325 Borken)	54
9.25	Süd-Ostansicht IO-27 (Kotten Büskerweg 15; 46325 Borken)	54
9.26	Nordansicht IO-28 (Am Waidengraben 19; 46342 Velen)	55
A.1	Lageplan	61

Tabellenverzeichnis

1.1	Technische Kenndaten der untersuchten Anlagen der Zusatzbelastung . .	2
1.2	Auflistung der Betriebsmodi der Zusatzbelastung am Standort	3
2.1	Technische Kenndaten der untersuchten Anlagen der Zusatzbelastung . .	9
3.1	Liste der untersuchten Immissionsorte mit der jeweiligen Gebietseinstufung	11
4.1	Luftdämpfungskoeffizienten α für die Oktavbänder gemäß DIN ISO 9613-2 [DINd]	14
4.2	Beschreibung der relevanten gewerblichen Schallquellen am Standort . . .	16
4.3	Betriebsweisen der Vorbelastung im Nachtzeitraum	16
4.4	Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen.	18
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.	21
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.	22
5.3	Auftreten einer Abschirmung (A) und Reflexion (R) auf dem Schallweg zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionsort für den Tages- zeitraum.	24
5.5	Auftreten einer Abschirmung (A) und Reflexion (R) auf dem Schallweg zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionsort für den Nacht- zeitraum.	26
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.	30

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.	32
6.3	Beurteilung der relevanten Immissionsorte gemäß TA Lärm [TAL] für die Fassade (F) und das Geschoss (G).	33
6.4	Auflistung der Betriebsmodi für die Zusatzbelastung	35
C.1	Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten	64
D.1	Windenergieanlagen der Vorbelastung im Nachtzeitraum	86
D.2	Gewerbliche Punktschallquellen der Vorbelastung im Tages- und Nachtzeitraum	87
D.3	Gewerbliche Flächenschallquellen der Vorbelastung im Tages- und Nachtzeitraum	88
D.4	Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Tageszeitraum	89
D.5	Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum	90
E.1	Oktavbandspektren der angesetzten Betriebsmodi der Zusatzbelastung. .	92
E.2	Oktavbandspektren der angesetzten Betriebsmodi der Vorbelastung. . .	93
G.1	Revisionsübersicht	95

2 Situation und Aufgabenstellung

Die Firma Weseke-Ost Wind GbR plant oder betreibt am Standort 46325 Weseke in Nordrhein-Westfalen fünf Windenergieanlagen die in diesem Gutachten als Zusatzbelastung bezeichnet werden. Für die Genehmigung der Anlagen ist der Kreis Borken 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	V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S)	175,0	7.200
WEA 2	V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S)	175,0	7.200
WEA 3	V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S)	175,0	7.200
WEA 4	V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S)	175,0	7.200
WEA 5	V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S)	175,0	7.200

Am Standort befinden sich insgesamt sieben Windenergieanlagen, die als Vorbelastung zu berücksichtigen sind. [BPId] [BPIb] [BPle] [Absa] [BPIa] [Absb] [BPIc]

Eine gewerbliche Vorbelastung ist am Standort vorhanden, die im Sinne der TA Lärm [TAL] zu berücksichtigen ist. Details hierzu finden sich in Kapitel 4.1.

Insgesamt werden 28 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 untersuchten fünf Windenergieanlagen und die Vorbelastung durch die sieben weiteren bestehenden Windenergieanlagen und die gewerblichen Anlagen 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 und den weiteren bestehenden Windenergieanlagen werden 28 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	Linward 12	46325 Borken	MI	60	45
IO-02	Boklerhook 5a	46325 Borken	MI	60	45
IO-03	Boklerhook 5	46325 Borken	MI	60	45
IO-04	Holthausener Straße 63	46342 Velen	MI	60	45
IO-05	Holthausener Straße 57	46342 Velen	MI	60	45
IO-06	Holthausener Straße 59	46342 Velen	MI	60	45
IO-07	Holthausener Straße 53a	46342 Velen	MI	60	45
IO-08	Holthausener Straße 53	46342 Velen	MI	60	45
IO-09	Südlohner Diek 64	46342 Velen	MI	60	45
IO-10	Südlohner Diek 41	46342 Velen	MI	60	45
IO-11	Südlohner Diek 60	46342 Velen	MI	60	45
IO-12	Südlohner Diek 39	46342 Velen	MI	60	45
IO-13	Im Rosengrund 19	46342 Velen	WA	55	40
IO-14	Gemener Diek 7	46325 Borken	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	Krückling 78	46342 Velen	MI	60	45
IO-16	Ramsdorfer Straße 61a	46325 Borken	MI	60	45
IO-17	Im Wieskenschlatt 4b	46325 Borken	MI	60	45
IO-18	Im Wieskenschlatt 4	46325 Borken	MI	60	45
IO-19	Möllenweg 11	46325 Borken	MI	60	45
IO-20	Eibenweg 11	46325 Borken	WA	55	40
IO-21	Lehmweg 7	46325 Borken	MI	60	45
IO-22	Im Brink 8	46325 Borken	MI	60	45
IO-23	Im Brink 12	46325 Borken	MI	60	45
IO-24	Im Brink 18	46325 Borken	MI	60	45
IO-25	Kotten Büsken 11	46325 Borken	MI	60	45
IO-26	Holthausener Straße 53	46325 Borken	WA	55	40
IO-27	Kotten Büskerweg 15	46325 Borken	MI	60	45
IO-28	Am Waidengraben 19	46342 Velen	WR	50	35

Die genannten Immissionsorte wurden bei einer Ortsbesichtigung am 03.05.2023 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 Nordrhein-Westfalen [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 OpenData.NRW [TNWRGMD21] in dem Gebiet von X: 352.000,0 m, Y: 5.750.000,0 m bis X: 358.000,0 m, Y: 5.758.000,0 m. Das detaillierte Berechnungsprotokoll inkl. der Berechnungskonfiguration ist in Anhang B dargestellt.

4.1 Vorbelastung durch Gewerbe- und Industrieanlagen

In diesem Abschnitt werden die in der schalltechnischen Prognose berücksichtigten gewerblichen Anlagen beschrieben, die im Sinne der TA Lärm [TAL] als Vorbelastung berücksichtigt werden müssen. Nach Rücksprache mit den zuständigen Genehmigungsbehörden werden drei Gewerbequellen untersucht. Hierbei handelt es sich um zwei Biogasanlagen (BG) und einer allgemeinen Industrieanlage (IN). 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

ID	Art	Anzahl	Adresse	Beschreibung
GE-01	BG	2	Im Brink 16	Biogasanlage Schulze-Beiering. Angesetzt wurde ein Erfahrungswert von 85 dB(A).
GE-02	IN	1	Westlich Nordvelener Straße	Gewerbegebiet nach Bebauungsplan WE 10 der Stadt Borken

4.2 Vorbelastung durch vorhandene Windenergieanlagen

Am Standort 46325 Weseke befinden sich sieben 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)]	Zu- schlag [dB]	SLP gesamt [dB(A)]
WEA 01	Enercon GmbH	E-138 EP3 E3	BM 0s	106,0	2,1	108,1
WEA 02	Enercon GmbH	E-82 E2	BM 1800kWs	100,0	2,1	102,1
WEA 1	Enercon GmbH	E-53 NH:73.25m	Mode 103.6dB	103,6	0,0	103,6
WEA 2	Enercon GmbH	E-53 NH:73.25m	Mode 103.6dB	103,6	0,0	103,6

Tabelle 4.3: Fortsetzung: Betriebsweisen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Hersteller	Typ	Betriebsweise nachts			
			Modus	SLP [dB(A)]	Zu- schlag [dB]	SLP gesamt [dB(A)]
WEA 3	Enercon GmbH	E-53 NH:73.25m	Mode 103.6dB	103,6	0,0	103,6
WEA 4	Enercon GmbH	E-53 NH:73.25m	Mode 103.6dB	103,6	0,0	103,6
WEA 5	Enercon GmbH	E-53 NH:73.25m	Mode 103.6dB	103,6	0,0	103,6

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

4.3 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung

Die Zusatzbelastung besteht aus fünf 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 4.4: Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen.

ID	Horizontaler Abstand [m]			
	WEA 1	WEA 2	WEA 3	WEA 4
IO-01	1.540	1.099	1.452	609
IO-02	1.685	1.183	1.248	586
IO-03	1.671	1.169	1.227	576
IO-04	1.685	1.208	1.074	743
IO-05	1.693	1.335	917	1.157
IO-06	1.540	1.219	755	1.130
IO-07	1.435	1.156	650	1.154
IO-08	1.414	1.139	630	1.147
IO-09	1.428	1.295	737	1.467
IO-10	1.102	1.055	530	1.364
IO-11	1.288	1.323	823	1.664
IO-12	972	1.052	621	1.468
IO-13	1.795	1.986	1.560	2.410
IO-14	555	729	527	1.257
IO-15	852	1.209	1.048	1.777
IO-16	599	1.092	1.206	1.706
IO-17	951	1.349	1.738	1.867
IO-18	971	1.362	1.757	1.874
IO-19	995	1.293	1.756	1.738
IO-20	1.780	1.998	2.509	2.317
IO-21	565	833	1.299	1.316
IO-22	953	1.052	1.589	1.364
IO-23	1.148	1.194	1.745	1.427
IO-24	968	903	1.461	1.091
IO-25	859	563	1.099	627
IO-26	2.107	1.995	2.545	1.936
IO-27	1.426	1.073	1.537	782
IO-28	1.918	2.197	1.845	2.683

Tabelle 4.5: Fortsetzung: Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen.

ID	Horizontaler Abstand [m] WEA 5
IO-01	1.170
IO-02	766
IO-03	742
IO-04	537
IO-05	590
IO-06	535
IO-07	562
IO-08	557
IO-09	919
IO-10	915
IO-11	1.208
IO-12	1.101
IO-13	1.983
IO-14	1.063
IO-15	1.585
IO-16	1.709
IO-17	2.119
IO-18	2.133
IO-19	2.070
IO-20	2.752
IO-21	1.611
IO-22	1.791
IO-23	1.900
IO-24	1.574
IO-25	1.126
IO-26	2.520
IO-27	1.378
IO-28	2.314

Der geringste Abstand beträgt 527 m zwischen der untersuchten Windenergieanlage WEA 3 und dem Immissionsort IO-14.

5 Berechnungsergebnisse

In den folgenden Abschnitten werden die Berechnungsergebnisse für den Windpark “WP Weseke” 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.

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

Die Zusatzbelastung enthält die fünf 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	so1	1.OG	60	21,7	-	46,1	-	46,1	-
IO-02	s1	EG	60	27,1	-	47,7	-	47,7	-
IO-03	s1	1.OG	60	27,1	-	47,3	-	47,3	-
IO-04	so3	EG	60	7,0	-	47,8	-	47,8	-
IO-05	s3	1.OG	60	23,6	-	46,8	-	46,8	-
IO-06	nw1	EG	60	23,9	-	47,6	-	47,6	-
IO-07	w1	EG	60	23,9	-	49,0	-	49,0	-
IO-08	w2	2.OG	60	24,2	-	48,2	-	48,2	-
IO-09	sw3	1.OG	60	23,0	-	45,4	-	45,5	-
IO-10	sw1	EG	60	21,5	-	46,8	-	46,8	-
IO-11	sw1	1.OG	60	23,5	-	45,0	-	45,1	-
IO-12	nw1	1.OG	60	25,0	-	46,7	-	46,7	-
IO-13	nw1	EG	55	21,2	-	39,2	-	39,2	-
IO-14	nw1	1.OG	60	27,1	-	49,3	-	49,3	-
IO-15	nw1	1.OG	60	26,0	-	44,4	-	44,4	-
IO-16	n1	1.OG	60	28,8	-	45,9	-	46,0	-
IO-17	no1	EG	60	33,0	-	42,4	-	42,9	-
IO-18	no1	1.OG	60	33,9	-	42,2	-	42,8	-
IO-19	n5	1.OG	60	36,3	-	42,4	-	43,4	-
IO-20	o2	1.OG	55	40,3	-	37,5	-	42,1	-
IO-21	n1	1.OG	60	32,6	-	46,9	-	47,1	-
IO-22	o1	EG	60	25,8	-	43,7	-	43,8	-
IO-23	o1	1.OG	60	30,4	-	42,4	-	42,7	-
IO-24	o1	EG	60	21,5	-	44,8	-	44,8	-
IO-25	so1	EG	60	15,9	-	48,7	-	48,7	-
IO-26	o1	1.OG	55	52,1	-	37,6	-	52,2	-
IO-27	o5	1.OG	60	18,1	-	44,8	-	44,8	-

Tabelle 5.1: Fortsetzung: 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-28	nw1	EG	50	21,0	-	37,3	-	37,4	-

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	so1	1.OG	45	37,5	-	42,8	-	43,9	-
IO-02	s3	1.OG	45	36,8	-	44,0	-	44,8	-
IO-02	s1	EG	45	32,7	-	44,4	-	44,7	-
IO-03	w3	1.OG	45	39,4	-	43,0	-	44,6	-
IO-03	s5	1.OG	45	30,5	-	44,1	-	44,3	-
IO-04	sw3	2.OG	45	35,6	-	44,5	-	45,1	0,1
IO-04	sw1	1.OG	45	35,0	-	44,6	-	45,0	-
IO-05	w1	1.OG	45	35,5	-	43,4	-	44,1	-
IO-06	nw1	EG	45	33,3	-	44,1	-	44,5	-
IO-07	w1	EG	45	29,6	-	45,2	0,2	45,3	0,3

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 [dB(A)]	Vor- belastung		Zusatz- belastung		Gesamt- belastung	
				W [dB(A)]	Ü [dB]	W [dB(A)]	Ü [dB]	W [dB(A)]	Ü [dB]
IO-08	w1	1.OG	45	32,8	-	44,5	-	44,8	-
IO-09	sw1	1.OG	45	23,4	-	41,5	-	41,6	-
IO-10	sw1	EG	45	25,5	-	42,4	-	42,5	-
IO-11	sw1	1.OG	45	29,4	-	41,1	-	41,4	-
IO-12	nw1	1.OG	45	29,8	-	42,6	-	42,8	-
IO-13	nw2	1.OG	40	26,1	-	35,4	-	35,9	-
IO-14	nw1	1.OG	45	30,4	-	45,4	0,4	45,6	0,6
IO-15	nw1	1.OG	45	28,0	-	40,7	-	40,9	-
IO-16	n1	1.OG	45	28,3	-	42,5	-	42,7	-
IO-17	no1	EG	45	28,6	-	38,9	-	39,3	-
IO-18	no1	1.OG	45	28,6	-	38,8	-	39,2	-
IO-19	so1	1.OG	45	29,8	-	39,0	-	39,5	-
IO-20	o1	EG	40	29,5	-	34,0	-	35,3	-
IO-21	n1	1.OG	45	31,0	-	43,4	-	43,7	-
IO-22	o1	EG	45	32,1	-	40,1	-	40,7	-
IO-23	o1	1.OG	45	32,3	-	38,8	-	39,7	-
IO-24	o1	EG	45	33,6	-	41,1	-	41,8	-
IO-25	so2	1.OG	45	30,9	-	45,0	-	45,2	0,2
IO-26	o1	1.OG	40	38,4	-	34,0	-	39,7	-
IO-26	o1	EG	40	37,8	-	34,7	-	39,5	-
IO-27	o1	1.OG	45	39,7	-	41,3	-	43,6	-
IO-28	nw1	EG	35	22,9	-	33,5	-	33,8	-

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	so1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-02	s1	EG	-	ja	-	ja	-	-	-	ja
IO-03	s1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-04	so3	EG	-	-	-	-	-	-	ja	ja
IO-05	s3	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-06	nw1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-07	w1	EG	-	ja	-	ja	-	ja	-	-
IO-08	w2	2.OG	-	-	-	ja	-	-	-	-
IO-09	sw3	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-10	sw1	EG	-	-	-	-	-	-	ja	-
IO-11	sw1	1.OG	-	ja	-	ja	-	-	-	-
IO-12	nw1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-13	nw1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-14	nw1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-15	nw1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-16	n1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-17	no1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-18	no1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-19	n5	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 5.3: Fortsetzung: 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-20	o2	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-21	n1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-22	o1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-23	o1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-24	o1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-25	so1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-26	o1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-27	o5	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-28	nw1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-

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	
			A	R
IO-01	so1	1.OG	-	-
IO-02	s1	EG	ja	ja
IO-03	s1	1.OG	-	-
IO-04	so3	EG	-	-
IO-05	s3	1.OG	-	-
IO-06	nw1	EG	-	-
IO-07	w1	EG	-	-
IO-08	w2	2.OG	-	-
IO-09	sw3	1.OG	-	-
IO-10	sw1	EG	ja	-
IO-11	sw1	1.OG	-	-
IO-12	nw1	1.OG	-	-
IO-13	nw1	EG	-	-

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	
			A	R
IO-14	nw1	1.OG	-	-
IO-15	nw1	1.OG	-	-
IO-16	n1	1.OG	-	-
IO-17	no1	EG	-	-
IO-18	no1	1.OG	-	-
IO-19	n5	1.OG	-	-
IO-20	o2	1.OG	-	-
IO-21	n1	1.OG	-	-
IO-22	o1	EG	-	-
IO-23	o1	1.OG	-	-
IO-24	o1	EG	-	-
IO-25	so1	EG	-	-
IO-26	o1	1.OG	-	-
IO-27	o5	1.OG	-	-
IO-28	nw1	EG	ja	-

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	so1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-02	s3	1.OG	-	ja	-	ja	-	-	-	-
IO-02	s1	EG	-	ja	-	ja	-	-	-	ja
IO-03	w3	1.OG	-	ja	-	ja	-	ja	-	-
IO-03	s5	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-04	sw3	2.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-04	sw1	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	w1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-06	nw1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-07	w1	EG	-	ja	-	ja	-	ja	-	-
IO-08	w1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-09	sw1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-10	sw1	EG	-	-	-	-	-	-	ja	-
IO-11	sw1	1.OG	-	ja	-	ja	-	-	-	-
IO-12	nw1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-13	nw2	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-14	nw1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-15	nw1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-16	n1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-17	no1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-18	no1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-19	so1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-20	o1	EG	-	-	-	-	-	-	-	ja
IO-21	n1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-22	o1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-23	o1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-24	o1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-25	so2	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-26	o1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-26	o1	EG	-	-	-	-	-	-	-	ja
IO-27	o1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-28	nw1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-

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	
			A	R
IO-01	so1	1.OG	-	-
IO-02	s3	1.OG	-	-
IO-02	s1	EG	ja	ja
IO-03	w3	1.OG	ja	-
IO-03	s5	1.OG	-	-
IO-04	sw3	2.OG	-	-
IO-04	sw1	1.OG	-	-
IO-05	w1	1.OG	-	-
IO-06	nw1	EG	-	-
IO-07	w1	EG	-	-
IO-08	w1	1.OG	-	-
IO-09	sw1	1.OG	-	-
IO-10	sw1	EG	ja	-
IO-11	sw1	1.OG	-	-
IO-12	nw1	1.OG	-	-
IO-13	nw2	1.OG	-	-
IO-14	nw1	1.OG	-	-
IO-15	nw1	1.OG	-	-
IO-16	n1	1.OG	-	-
IO-17	no1	EG	-	-
IO-18	no1	1.OG	-	-
IO-19	so1	1.OG	-	-
IO-20	o1	EG	-	-
IO-21	n1	1.OG	-	-
IO-22	o1	EG	-	-
IO-23	o1	1.OG	-	-
IO-24	o1	EG	-	-
IO-25	so2	1.OG	-	-
IO-26	o1	1.OG	-	-
IO-26	o1	EG	-	-

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	
			A	R
IO-27	o1	1.OG	-	-
IO-28	nw1	EG	ja	-

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	so1	1.OG	60	22	-38	46	-14	46	-14
IO-02	s1	EG	60	27	-33	48	-12	48	-12
IO-03	s1	1.OG	60	27	-33	47	-13	47	-13
IO-04	so3	EG	60	7	-53	48	-12	48	-12
IO-05	s3	1.OG	60	24	-36	47	-13	47	-13
IO-06	nw1	EG	60	24	-36	48	-12	48	-12
IO-07	w1	EG	60	24	-36	49	-11	49	-11
IO-08	w2	2.OG	60	24	-36	48	-12	48	-12
IO-09	sw3	1.OG	60	23	-37	45	-15	46	-14
IO-10	sw1	EG	60	22	-38	47	-13	47	-13

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	sw1	1.OG	60	24	-36	45	-15	45	-15
IO-12	nw1	1.OG	60	25	-35	47	-13	47	-13
IO-13	nw1	EG	55	21	-34	39	-16	39	-16
IO-14	nw1	1.OG	60	27	-33	49	-11	49	-11
IO-15	nw1	1.OG	60	26	-34	44	-16	44	-16
IO-16	n1	1.OG	60	29	-31	46	-14	46	-14
IO-17	no1	EG	60	33	-27	42	-18	43	-17
IO-18	no1	1.OG	60	34	-26	42	-18	43	-17
IO-19	n5	1.OG	60	36	-24	42	-18	43	-17
IO-20	o2	1.OG	55	40	-15	38	-17	42	-13
IO-21	n1	1.OG	60	33	-27	47	-13	47	-13
IO-22	o1	EG	60	26	-34	44	-16	44	-16
IO-23	o1	1.OG	60	30	-30	42	-18	43	-17
IO-24	o1	EG	60	22	-38	45	-15	45	-15
IO-25	so1	EG	60	16	-44	49	-11	49	-11
IO-26	o1	1.OG	55	52	-3	38	-17	52	-3
IO-27	o5	1.OG	60	18	-42	45	-15	45	-15
IO-28	nw1	EG	50	21	-29	37	-13	37	-13

Im Tageszeitraum liegt die Zusatzbelastung an den Immissionsorten IO-07, IO-14 und IO-25 mindestens -11,0 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	so1	1.OG	45	38	-7	43	-2	44	-1
IO-02	s3	1.OG	45	37	-8	44	-1	45	0
IO-02	s1	EG	45	33	-12	44	-1	45	0
IO-03	w3	1.OG	45	39	-6	43	-2	45	0
IO-03	s5	1.OG	45	31	-14	44	-1	44	-1
IO-04	sw3	2.OG	45	36	-9	45	0	45	0
IO-04	sw1	1.OG	45	35	-10	45	0	45	0
IO-05	w1	1.OG	45	36	-9	43	-2	44	-1
IO-06	nw1	EG	45	33	-12	44	-1	45	0
IO-07	w1	EG	45	30	-15	45	0	45	0
IO-08	w1	1.OG	45	33	-12	45	0	45	0
IO-09	sw1	1.OG	45	23	-22	42	-3	42	-3
IO-10	sw1	EG	45	26	-19	42	-3	43	-2
IO-11	sw1	1.OG	45	29	-16	41	-4	41	-4
IO-12	nw1	1.OG	45	30	-15	43	-2	43	-2
IO-13	nw2	1.OG	40	26	-14	35	-5	36	-4
IO-14	nw1	1.OG	45	30	-15	45	0	46	1
IO-15	nw1	1.OG	45	28	-17	41	-4	41	-4
IO-16	n1	1.OG	45	28	-17	43	-2	43	-2
IO-17	no1	EG	45	29	-16	39	-6	39	-6
IO-18	no1	1.OG	45	29	-16	39	-6	39	-6

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

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Vor- belastung		Zusatz- belastung		Gesamt- belastung	
				B [dB(A)]	Ü [dB]	B [dB(A)]	Ü [dB]	B [dB(A)]	Ü [dB]
IO-19	so1	1.OG	45	30	-15	39	-6	40	-5
IO-20	o1	EG	40	30	-10	34	-6	35	-5
IO-21	n1	1.OG	45	31	-14	43	-2	44	-1
IO-22	o1	EG	45	32	-13	40	-5	41	-4
IO-23	o1	1.OG	45	32	-13	39	-6	40	-5
IO-24	o1	EG	45	34	-11	41	-4	42	-3
IO-25	so2	1.OG	45	31	-14	45	0	45	0
IO-26	o1	1.OG	40	38	-2	34	-6	40	0
IO-26	o1	EG	40	38	-2	35	-5	40	0
IO-27	o1	1.OG	45	40	-5	41	-4	44	-1
IO-28	nw1	EG	35	23	-12	34	-1	34	-1

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	so1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-02	s3	1.OG	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-03	s5	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-04	sw3	2.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-04	sw1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-05	w1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-06	nw1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-07	w1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-08	w1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-09	sw1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-10	sw1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-11	sw1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-12	nw1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-13	nw2	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-14	nw1	1.OG	Eine Überschreitung von 1 dB ist gemäß Absatz 3.2.1 Satz 3 TA Lärm zulässig.
IO-15	nw1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-16	n1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-17	no1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-18	no1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-19	so1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-20	o1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-21	n1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-22	o1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-23	o1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-24	o1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-25	so2	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-26	o1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-26	o1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-27	o1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-28	nw1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.

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	PO7200	SO2
WEA 2	PO7200	SO4
WEA 3	PO7200	SO4
WEA 4	PO7200	SO2
WEA 5	PO7200	SO2

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 eine 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 Schallleistungspegel \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 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 $\bar{L}_{\text{W,OKt}}$ 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 03.05.2023 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: Süd-Ostansicht IO-01 (Linward 12; 46325 Borken)

9.2 Besichtigungsbilder IO-02



Abbildung 9.2: Ostansicht IO-02 (Boklerhook 5a; 46325 Borken)

9.3 Besichtigungsbilder IO-03



Abbildung 9.3: Süd-Ostansicht IO-03 (Boklerhook 5; 46325 Borken)

9.4 Besichtigungsbilder IO-04



Abbildung 9.4: Südansicht IO-04 (Holthausener Straße 63; 46342 Velen)

9.5 Besichtigungsbilder IO-05



Abbildung 9.5: Süd-Westansicht IO-05 (Holthausener Straße 57; 46342 Velen)

9.6 Besichtigungsbilder IO-07



Abbildung 9.6: Westansicht IO-07 (Holthausener Straße 53a; 46342 Velen)

9.7 Besichtigungsbilder IO-08



Abbildung 9.7: Westansicht IO-08 (Holthausener Straße 53; 46342 Velen)

9.8 Besichtigungsbilder IO-09



Abbildung 9.8: Süd-Westansicht IO-09 (Südlohner Diek 64; 46342 Velen)

9.9 Besichtigungsbilder IO-10



Abbildung 9.9: Ostansicht IO-10 (Südlohner Diek 41; 46342 Velen)

9.10 Besichtigungsbilder IO-12



Abbildung 9.10: Ostansicht IO-12 (Südlohner Diek 39; 46342 Velen)

9.11 Besichtigungsbilder IO-13



Abbildung 9.11: Nordansicht IO-13 (Im Rosengrund 19; 46342 Velen)

9.12 Besichtigungsbilder IO-14



Abbildung 9.12: Süd-Ostansicht IO-14 (Gemener Diek 7; 46325 Borken)

9.13 Besichtigungsbilder IO-15



Abbildung 9.13: Südansicht IO-15 (Krückling 78; 46342 Velen)

9.14 Besichtigungsbilder IO-16



Abbildung 9.14: Süd-Westansicht IO-16 (Ramsdorfer Straße 61a; 46325 Borken)

9.15 Besichtigungsbilder IO-17



Abbildung 9.15: Nord-Ostansicht IO-17 (Im Wiesenschlatt 4b; 46325 Borken)

9.16 Besichtigungsbilder IO-18



Abbildung 9.16: Nord-Ostansicht IO-18 (Im Wiesenschlatt 4; 46325 Borken)

9.17 Besichtigungsbilder IO-19



Abbildung 9.17: Süd-Westansicht IO-19 (Möllenweg 11; 46325 Borken)

9.18 Besichtigungsbilder IO-20



Abbildung 9.18: Westansicht IO-20 (Eibenweg 11; 46325 Borken)

9.19 Besichtigungsbilder IO-21



Abbildung 9.19: Süd-Ostansicht IO-21 (Lehmweg 7; 46325 Borken)

9.20 Besichtigungsbilder IO-22



Abbildung 9.20: Süd-Ostansicht IO-22 (Im Brink 8; 46325 Borken)

9.21 Besichtigungsbilder IO-23



Abbildung 9.21: Westansicht IO-23 (Im Brink 12; 46325 Borken)

9.22 Besichtigungsbilder IO-24



Abbildung 9.22: Nord-Westansicht IO-24 (Im Brink 18; 46325 Borken)

9.23 Besichtigungsbilder IO-25



Abbildung 9.23: Nord-Ostansicht IO-25 (Kotten Büsken 11; 46325 Borken)

9.24 Besichtigungsbilder IO-26



Abbildung 9.24: Ostansicht IO-26 (Holthausener Straße 53; 46325 Borken)

9.25 Besichtigungsbilder IO-27



Abbildung 9.25: Süd-Ostansicht IO-27 (Kotten Büskerweg 15; 46325 Borken)

9.26 Besichtigungsbilder IO-28



Abbildung 9.26: Nordansicht IO-28 (Am Waidengraben 19; 46342 Velen)

Literaturverzeichnis

- [Absa] Vorbelastung am Standort Weseke, Kreis Borken, Andreas Wolters, 25.04.2023
- [Absb] Vorbelastung am Standort Weseke, Kreis Borken, Andreas Wolters, 25.04.2023
- [BKH⁺20] Blumendeller, Esther ; Kimmig, Ivo ; Huber, Gerhard ; Rettler, Philipp ; Cheng, Po W.: Investigations on Low Frequency Noises of On-Shore Wind Turbines. In: Acoustics 2 (2020), Nr. 2, 343-365. <http://dx.doi.org/10.3390/acoustics2020020>. - DOI 10.3390/acoustics2020020. - ISSN 2624-599X
- [BPla] Bebauungsplan Ramsdorf BN15 Rosengarten Teil 2 der Gemeinde Velen - Stand: 19.05.1994
- [BPlb] Bebauungsplan Ramsdorf BW8 Bogterkamp der Gemeinde Velen - Stand: 30.11.1971
- [BPlc] Bebauungsplan WE 10 Industriegebiet 1. Änderung der Stadt Borken - Stand: 05.11.1997
- [BPld] Bebauungsplan WE 18 1. Änderung (Holthausener Straße) der Stadt Borken - Stand: August 2011
- [BPl e] Bebauungsplan WE 9 Fürstenwiese der Stadt Borken - Stand: 23.12.2003
- [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/>

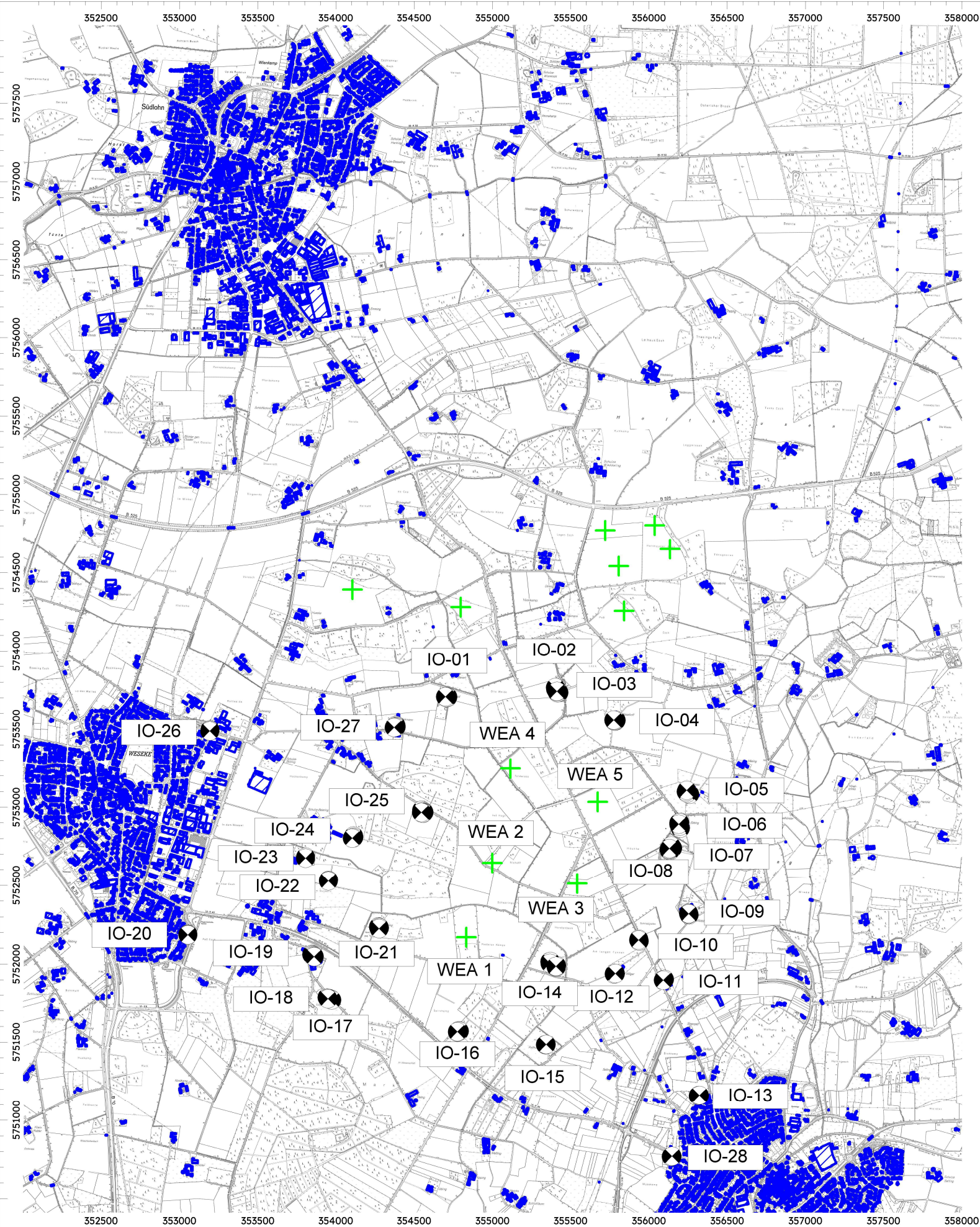
- <https://doi.org/10.1016/j.heares.2007.07.004>. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.heares.2007.07.004>. – ISSN 0378-5955
- [Int] Dokumentation zur Schallausbreitung - Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1
- [KADLM⁺20] Krahé, Detlef ; Alaimo Di Loro, Alexander ; Müller, Uwe ; Elmenhorst, Eva-Maria ; De Gioannis, Riccardo ; Schmitt, Stefan ; Belke, Christin ; Benz, Sarah ; Großarth, Stephan ; 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>
- [LAI] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) - Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 - Stand 30.06.2016
- [Mak11] Makarewicz, Rufin: Is a wind turbine a point source? (L). In: The Journal of the Acoustical Society of America 129 (2011), Nr. 2, S. 579-581. <http://dx.doi.org/10.1121/1.3514426>. – DOI 10.1121/1.3514426
- [MHMN07] Malsch, Annette K. ; Hornberg, Claudia ; Maschke, Christian ; Niemann, Hildegard: Infraschall und tieffrequenter Schall – ein Thema für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Deutschland? In: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 50 (2007), Dezember, Nr. 12, 1582-1589. <http://dx.doi.org/10.1007/s00103-007-0407-3>. – DOI 10.1007/s00103-007-0407-3. – ISSN 1437-1588

- [MP04] Møller, H. ; Pedersen, C. S.: Hearing at low and infrasonic frequencies. In: Noise & health 6 (2004), Juni, Nr. 23, S. 37–57. – ISSN 1463–1741. – Place: India
- [MTK⁺20] Maijala, Panu ; Turunen, Anu ; Kurki, Ilmari ; Vainio, Lari ; Pakarinen, Satu ; Kaukinen, Crista ; Lukander, Kristian ; Tiittanen, Pekka ; Yli-Tuomi, Tarja ; Taimisto, Pekka ; Lanki, Timo ; Tiippana, Kaisa ; Virkkala, Jussi ; Stickler, Emma ; Sainio, Markku: Publications of the Government's analysis, assessment and research activities. Bd. 34: Infrasound Does Not Explain Symptoms Related to Wind Turbines. 2020
- [RBB⁺16] Ratzel, U. ; Bayer, O. ; Brachat, P. ; Hoffmann, M. ; Jänke, K. ; Kiesel, K.-J. ; Mehnert, C. ; Scheck, C.: Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen. 2. Auflage. Karlsruhe : Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), 2016
- [TAL] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm), Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)
- [TNWRGMD21] Technik Nordrhein-Westfalen Ref 324 Geoinformationszentrum Mauerstr. 51 40476 Düsseldorf, Landesbetrieb I.: OpenGeodata.NRW. <https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/>. Version: 2021
- [WBK⁺17] Weichenberger, Markus ; Bauer, Martin ; Kühler, Robert ; Hensel, Johannes ; Forlim, Caroline G. ; Ihlenfeld, Albrecht ; Ittermann, Bernd ; Gallinat, Jürgen ; Koch, Christian ; Kühn, Simone: Altered cortical and subcortical connectivity due to infrasound administered near the hearing threshold – Evidence from fMRI. In: PLOS ONE 12 (2017), April, Nr. 4, 1–19. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0174420>. – DOI 10.1371/journal.pone.0174420. – Publisher: Public Library of Science
- [WEA] Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass), Gem. RdErl. d. Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie (Az. VI.A-3 – 77-33 - Windenergieerlass) und des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (Az. VII.2.2

- 2017/01 - Windenergieerlass) und des Ministeriums für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen (Az. 611 – 901.3/202), Glied-Nr. 2310, 08.05.2018, Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen Nr. 12, ausgegeben zu Düsseldorf am 22. Mai 2018
- [WKB⁺15] Weichenberger, Markus ; Kühler, Robert ; Bauer, Martin ; Hensel, Johannes ; Brühl, Rüdiger ; Ihlenfeld, Albrecht ; Ittermann, Bernd ; Gallinat, Jürgen ; Koch, Christian ; Sander, Tilmann ; Kühn, Simone: Brief bursts of infrasound may improve cognitive function – An fMRI study. In: *Hearing Research* 328 (2015), 87–93. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heares.2015.08.001>. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.heares.2015.08.001>. – ISSN 0378-5955
- [YE74] Yeowart, Norman S. ; Evans, Margaret J.: Thresholds of audibility for very low-frequency pure tones. In: *The Journal of the Acoustical Society of America* 55 (1974), Nr. 4, S. 814–818. <http://dx.doi.org/10.1121/1.1914605>. – DOI 10.1121/1.1914605
- [YST14] Yokoyama, Sakae ; Sakamoto, Shinichi ; Tachibana, Hideki: Perception of low frequency components in wind turbine noise. In: *Noise Control Engineering Journal* 62 (2014), September. <http://dx.doi.org/10.3397/1/376228>. – DOI 10.3397/1/376228
- [ZF99] Zwicker, Eberhard ; Fastl, Hugo: *Psychoacoustics*. second updated. Berlin, Heidelberg : Springer, 1999 (Springer Series in Information Sciences)

A Lageplan des untersuchten Gebietes

Der nachfolgende Lageplan stellt die Lage der untersuchten Windenergieanlagen sowie die betrachteten Immissionsorte dar. Diese Karte ist enthalten, um auch im gedruckten Zustand eine Übersicht zu ermöglichen. Die 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-129974
Lageplan

Lageplan für den Standort
46325 Wesenke mit Darstellung
-der Schallquellen
-der benachbarten Wohnbebauung
-der Immissionsorte
-der gewerblichen Vorbelastung
TH: Tierhaltung
BG: Biogasanlage
IN: Industrieanlage

Punktquelle

Haus

Immissionspunkt

Rechengebiet

Maßstab: 1 : 30000

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

B Detaillierte Berechnungsergebnisse

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



C Eigenschaften der Immissionsorte

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

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	nachts		[m]		Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]				[m]	[m]	[m]
IO-01	so1	1.OG	Linward 12, 46325 Borken			Industrie	5,0	r	354.714,91	5.753.705,87	59,2
			MI	60	45						
IO-01	so1	EG	Linward 12, 46325 Borken			Industrie	2,5	r	354.714,91	5.753.705,87	56,7
			MI	60	45						
IO-01	so2	1.OG	Linward 12, 46325 Borken			Industrie	5,0	r	354.712,78	5.753.703,54	59,2
			MI	60	45						
IO-01	so3	1.OG	Linward 12, 46325 Borken			Industrie	5,0	r	354.710,64	5.753.701,21	59,3
			MI	60	45						
IO-01	so3	EG	Linward 12, 46325 Borken			Industrie	2,5	r	354.710,64	5.753.701,21	56,8
			MI	60	45						
IO-01	sw1	1.OG	Linward 12, 46325 Borken			Industrie	5,0	r	354.704,89	5.753.701,60	59,4
			MI	60	45						
IO-01	sw1	EG	Linward 12, 46325 Borken			Industrie	2,5	r	354.704,89	5.753.701,60	56,9
			MI	60	45						
IO-01	sw3	1.OG	Linward 12, 46325 Borken			Industrie	5,0	r	354.698,99	5.753.707,02	59,5
			MI	60	45						
IO-01	sw3	EG	Linward 12, 46325 Borken			Industrie	2,5	r	354.698,99	5.753.707,02	57,0
			MI	60	45						
IO-02	s1	1.OG	Boklerhook 5a, 46325 Borken			Industrie	5,0	r	355.410,43	5.753.753,04	59,0
			MI	60	45						

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-02	s1	EG	Boklerhook 5a, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	2,5	r	355.410,43	5.753.753,04	56,5
IO-02	s3	1.OG	Boklerhook 5a, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	5,0	r	355.406,09	5.753.752,60	59,0
IO-02	s3	EG	Boklerhook 5a, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	2,5	r	355.406,09	5.753.752,60	56,5
IO-02	w1	1.OG	Boklerhook 5a, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	5,0	r	355.403,08	5.753.754,95	59,0
IO-02	w1	EG	Boklerhook 5a, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	2,5	r	355.403,08	5.753.754,93	56,5
IO-02	w3	1.OG	Boklerhook 5a, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	5,0	r	355.401,99	5.753.764,95	59,0
IO-02	w3	EG	Boklerhook 5a, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	2,5	r	355.401,99	5.753.764,95	56,5
IO-03	s1	1.OG	Boklerhook 5, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	5,0	r	355.424,28	5.753.733,24	59,0
IO-03	s1	EG	Boklerhook 5, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	2,5	r	355.424,28	5.753.733,24	56,5
IO-03	s3	1.OG	Boklerhook 5, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	5,0	r	355.420,12	5.753.732,81	59,0

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts			Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]	[m]	[m]	[m]
IO-03	s3	EG	Boklerhook 5, 46325 Borken			Industrie	2,5	r	355.420,12	5.753.732,81	56,5
			MI	60	45						
IO-03	s5	1.OG	Boklerhook 5, 46325 Borken			Industrie	5,0	r	355.415,95	5.753.732,37	59,0
			MI	60	45						
IO-03	s5	EG	Boklerhook 5, 46325 Borken			Industrie	2,5	r	355.415,95	5.753.732,37	56,5
			MI	60	45						
IO-03	w1	1.OG	Boklerhook 5, 46325 Borken			Industrie	5,0	r	355.412,42	5.753.737,95	59,0
			MI	60	45						
IO-03	w1	EG	Boklerhook 5, 46325 Borken			Industrie	2,5	r	355.412,42	5.753.737,95	56,5
			MI	60	45						
IO-03	w3	1.OG	Boklerhook 5, 46325 Borken			Industrie	5,0	r	355.411,99	5.753.741,55	59,0
			MI	60	45						
IO-03	w3	EG	Boklerhook 5, 46325 Borken			Industrie	2,5	r	355.411,99	5.753.741,54	56,5
			MI	60	45						
IO-04	so1	EG	Holthausener Straße 63, 46342 Velen			Industrie	2,5	r	355.790,28	5.753.556,63	58,7
			MI	60	45						
IO-04	so2	1.OG	Holthausener Straße 63, 46342 Velen			Industrie	5,0	r	355.787,16	5.753.553,43	61,2
			MI	60	45						
IO-04	so3	EG	Holthausener Straße 63, 46342 Velen			Industrie	2,5	r	355.782,99	5.753.551,32	58,7
			MI	60	45						

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts			Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]	[m]	[m]	[m]
IO-04	sw1	1.OG	Holthausener Straße 63, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	355.779,50	5.753.551,98
			MI	60	45						
IO-04	sw1	EG	Holthausener Straße 63, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	355.779,50	5.753.551,98
			MI	60	45						
IO-04	sw3	1.OG	Holthausener Straße 63, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	355.777,26	5.753.555,06
			MI	60	45						
IO-04	sw3	2.OG	Holthausener Straße 63, 46342 Velen				Industrie	7,8	r	355.777,26	5.753.555,06
			MI	60	45						
IO-04	sw3	EG	Holthausener Straße 63, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	355.777,26	5.753.555,06
			MI	60	45						
IO-04	sw5	1.OG	Holthausener Straße 63, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	355.775,02	5.753.558,14
			MI	60	45						
IO-04	sw5	EG	Holthausener Straße 63, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	355.775,02	5.753.558,14
			MI	60	45						
IO-05	s1	1.OG	Holthausener Straße 57, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.260,06	5.753.081,88
			MI	60	45						
IO-05	s1	EG	Holthausener Straße 57, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.260,06	5.753.081,88
			MI	60	45						
IO-05	s3	1.OG	Holthausener Straße 57, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.243,08	5.753.089,56
			MI	60	45						

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts			Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]	[m]	[m]	[m]
IO-05	s3	EG	Holthausener Straße 57, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.243,08	5.753.089,56
			MI	60	45						
IO-05	w1	1.OG	Holthausener Straße 57, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.236,82	5.753.098,12
			MI	60	45						
IO-05	w1	EG	Holthausener Straße 57, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.236,82	5.753.098,12
			MI	60	45						
IO-05	w3	1.OG	Holthausener Straße 57, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.240,74	5.753.106,69
			MI	60	45						
IO-05	w3	EG	Holthausener Straße 57, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.240,74	5.753.106,69
			MI	60	45						
IO-06	nw1	EG	Holthausener Straße 59, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.190,25	5.752.898,51
			MI	60	45						
IO-06	nw2	1.OG	Holthausener Straße 59, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.193,31	5.752.899,74
			MI	60	45						
IO-06	nw2	EG	Holthausener Straße 59, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.193,31	5.752.899,74
			MI	60	45						
IO-06	nw3	EG	Holthausener Straße 59, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.196,38	5.752.900,96
			MI	60	45						
IO-06	sw1	1.OG	Holthausener Straße 59, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.200,07	5.752.866,38
			MI	60	45						

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts			Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]	[m]	[m]	[m]
IO-06	sw1	EG	Holthausener Straße 59, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.200,07	5.752.866,38
			MI	60	45						
IO-06	sw3	1.OG	Holthausener Straße 59, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.195,01	5.752.878,64
			MI	60	45						
IO-06	sw3	EG	Holthausener Straße 59, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.195,01	5.752.878,64
			MI	60	45						
IO-06	sw5	1.OG	Holthausener Straße 59, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.189,95	5.752.890,90
			MI	60	45						
IO-06	sw5	EG	Holthausener Straße 59, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.189,95	5.752.890,90
			MI	60	45						
IO-07	s1	1.OG	Holthausener Straße 53a, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.150,99	5.752.738,96
			MI	60	45						
IO-07	s1	EG	Holthausener Straße 53a, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.150,99	5.752.738,96
			MI	60	45						
IO-07	s3	1.OG	Holthausener Straße 53a, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.146,15	5.752.740,72
			MI	60	45						
IO-07	s3	EG	Holthausener Straße 53a, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.146,15	5.752.740,72
			MI	60	45						
IO-07	s5	1.OG	Holthausener Straße 53a, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.141,31	5.752.742,47
			MI	60	45						

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts			Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]	[m]	[m]	[m]
IO-07	s5	EG	Holthausener Straße 53a, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.141,31	5.752.742,47
			MI	60	45						
IO-07	w1	1.OG	Holthausener Straße 53a, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.139,95	5.752.746,71
			MI	60	45						
IO-07	w1	EG	Holthausener Straße 53a, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.139,95	5.752.746,71
			MI	60	45						
IO-07	w3	1.OG	Holthausener Straße 53a, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.142,25	5.752.753,07
			MI	60	45						
IO-07	w3	EG	Holthausener Straße 53a, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.142,25	5.752.753,07
			MI	60	45						
IO-08	s1	1.OG	Holthausener Straße 53, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.134,75	5.752.722,95
			MI	60	45						
IO-08	s1	EG	Holthausener Straße 53, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.134,75	5.752.722,95
			MI	60	45						
IO-08	s3	1.OG	Holthausener Straße 53, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.129,02	5.752.725,03
			MI	60	45						
IO-08	s3	EG	Holthausener Straße 53, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.129,02	5.752.725,03
			MI	60	45						
IO-08	w1	1.OG	Holthausener Straße 53, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.128,02	5.752.728,65
			MI	60	45						

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts			Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]	[m]	[m]	[m]
IO-08	w1	EG	Holthausener Straße 53, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.128,02	5.752.728,65
			MI	60	45						
IO-08	w2	2.OG	Holthausener Straße 53, 46342 Velen				Industrie	7,8	r	356.129,00	5.752.731,36
			MI	60	45						
IO-08	w3	1.OG	Holthausener Straße 53, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.130,75	5.752.736,21
			MI	60	45						
IO-08	w3	EG	Holthausener Straße 53, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.130,74	5.752.736,18
			MI	60	45						
IO-09	nw1	1.OG	Südlohner Diek 64, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.253,18	5.752.321,45
			MI	60	45						
IO-09	nw1	EG	Südlohner Diek 64, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.253,43	5.752.321,58
			MI	60	45						
IO-09	sw1	1.OG	Südlohner Diek 64, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.256,32	5.752.312,47
			MI	60	45						
IO-09	sw1	EG	Südlohner Diek 64, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.256,34	5.752.312,42
			MI	60	45						
IO-09	sw3	1.OG	Südlohner Diek 64, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.253,75	5.752.317,91
			MI	60	45						
IO-09	sw3	EG	Südlohner Diek 64, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.253,67	5.752.318,05
			MI	60	45						

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts			Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]	[m]	[m]	[m]
IO-10	nw1	EG	Südlochner Diek 41, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	355.934,74	5.752.157,03
			MI	60	45						
IO-10	sw1	EG	Südlochner Diek 41, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	355.937,36	5.752.146,19
			MI	60	45						
IO-10	sw3	EG	Südlochner Diek 41, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	355.934,15	5.752.152,86
			MI	60	45						
IO-11	nw1	1.OG	Südlochner Diek 60, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.092,60	5.751.900,59
			MI	60	45						
IO-11	nw1	EG	Südlochner Diek 60, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.092,60	5.751.900,59
			MI	60	45						
IO-11	nw3	1.OG	Südlochner Diek 60, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.095,59	5.751.901,96
			MI	60	45						
IO-11	nw3	EG	Südlochner Diek 60, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.095,59	5.751.901,96
			MI	60	45						
IO-11	nw5	1.OG	Südlochner Diek 60, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.098,57	5.751.903,32
			MI	60	45						
IO-11	nw5	EG	Südlochner Diek 60, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.098,57	5.751.903,32
			MI	60	45						
IO-11	sw1	1.OG	Südlochner Diek 60, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.092,84	5.751.895,45
			MI	60	45						

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts			Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]	[m]	[m]	[m]
IO-11	sw1	EG	Südlochner Diek 60, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.092,84	5.751.895,45
			MI	60	45						
IO-11	sw3	1.OG	Südlochner Diek 60, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.091,61	5.751.898,12
			MI	60	45						
IO-11	sw3	EG	Südlochner Diek 60, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.091,61	5.751.898,12
			MI	60	45						
IO-12	nw1	1.OG	Südlochner Diek 39, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	355.777,34	5.751.937,38
			MI	60	45						
IO-12	nw1	EG	Südlochner Diek 39, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	355.777,34	5.751.937,38
			MI	60	45						
IO-12	nw3	1.OG	Südlochner Diek 39, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	355.784,82	5.751.940,64
			MI	60	45						
IO-12	nw3	EG	Südlochner Diek 39, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	355.784,82	5.751.940,64
			MI	60	45						
IO-13	nw1	EG	Im Rosengrund 19, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.315,21	5.751.157,33
			WA	55	40						
IO-13	nw2	1.OG	Im Rosengrund 19, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	356.318,62	5.751.160,44
			WA	55	40						
IO-13	nw3	EG	Im Rosengrund 19, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	356.322,00	5.751.160,27
			WA	55	40						

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-14	nw1	1.OG	Gemener Diek 7, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	5,0	r	355.366,19	5.752.014,99	55,0
IO-14	nw1	EG	Gemener Diek 7, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	2,5	r	355.366,19	5.752.014,99	52,5
IO-14	nw11	1.OG	Gemener Diek 7, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	5,0	r	355.406,21	5.751.989,34	55,0
IO-14	nw11	EG	Gemener Diek 7, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	2,5	r	355.406,21	5.751.989,34	52,5
IO-14	nw13	1.OG	Gemener Diek 7, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	5,0	r	355.409,57	5.751.990,65	55,0
IO-14	nw13	EG	Gemener Diek 7, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	2,5	r	355.409,57	5.751.990,65	52,5
IO-14	nw2	2.OG	Gemener Diek 7, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	7,8	r	355.368,08	5.752.015,76	57,8
IO-14	nw3	1.OG	Gemener Diek 7, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	5,0	r	355.369,98	5.752.016,52	55,0
IO-14	nw3	EG	Gemener Diek 7, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	2,5	r	355.369,98	5.752.016,52	52,5
IO-14	sw1	1.OG	Gemener Diek 7, 46325 Borken MI	60	45	Industrie	5,0	r	355.367,77	5.752.004,40	55,0

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

ID	F	G	Nutzungsart und				Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts		[m]		Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]				[m]	[m]	[m]
IO-14	sw1	2.OG	Gemener Diek 7, 46325 Borken				Industrie	7,8	r	355.367,77	5.752.004,40	57,8
			MI	60	45							
IO-14	sw1	EG	Gemener Diek 7, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	355.367,77	5.752.004,40	52,5
			MI	60	45							
IO-14	sw11	1.OG	Gemener Diek 7, 46325 Borken				Industrie	5,0	r	355.407,39	5.751.980,46	55,0
			MI	60	45							
IO-14	sw11	EG	Gemener Diek 7, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	355.407,39	5.751.980,46	52,5
			MI	60	45							
IO-14	sw12	1.OG	Gemener Diek 7, 46325 Borken				Industrie	5,0	r	355.406,34	5.751.982,99	55,0
			MI	60	45							
IO-14	sw12	EG	Gemener Diek 7, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	355.406,34	5.751.982,99	52,5
			MI	60	45							
IO-14	sw13	1.OG	Gemener Diek 7, 46325 Borken				Industrie	5,0	r	355.405,29	5.751.985,52	55,0
			MI	60	45							
IO-14	sw13	EG	Gemener Diek 7, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	355.405,29	5.751.985,52	52,5
			MI	60	45							
IO-15	nw1	1.OG	Krückling 78, 46342 Velen				Industrie	5,0	r	355.337,64	5.751.483,74	54,1
			MI	60	45							
IO-15	nw1	EG	Krückling 78, 46342 Velen				Industrie	2,5	r	355.337,64	5.751.483,74	51,6
			MI	60	45							

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts			Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]	[m]	[m]	[m]
IO-15	nw2	1.OG	Krückling 78, 46342 Velen MI	60	45		Industrie	5,0	r	355.340,56	54,0
IO-15	nw2	EG	Krückling 78, 46342 Velen MI	60	45		Industrie	2,5	r	355.340,56	51,5
IO-15	nw3	1.OG	Krückling 78, 46342 Velen MI	60	45		Industrie	5,0	r	355.343,48	54,0
IO-15	nw3	EG	Krückling 78, 46342 Velen MI	60	45		Industrie	2,5	r	355.343,48	51,5
IO-16	n1	1.OG	Ramsdorfer Straße 61a, 46325 Borken MI	60	45		Industrie	5,0	r	354.784,05	56,0
IO-16	n1	EG	Ramsdorfer Straße 61a, 46325 Borken MI	60	45		Industrie	2,5	r	354.784,05	53,5
IO-16	n3	1.OG	Ramsdorfer Straße 61a, 46325 Borken MI	60	45		Industrie	5,0	r	354.787,97	55,9
IO-16	n3	EG	Ramsdorfer Straße 61a, 46325 Borken MI	60	45		Industrie	2,5	r	354.787,97	53,4
IO-16	nw1	EG	Ramsdorfer Straße 61a, 46325 Borken MI	60	45		Industrie	2,5	r	354.775,05	53,5
IO-16	nw3	EG	Ramsdorfer Straße 61a, 46325 Borken MI	60	45		Industrie	2,5	r	354.776,20	53,5

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

ID	F	G	Nutzungsart und				Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts		[m]	[m]	Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]				[m]	[m]	[m]
IO-17	no1	EG	Im Wieskenschlatt 4b, 46325 Borken									
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	353.968,72	5.751.773,18	54,5	
IO-17	no3	EG	Im Wieskenschlatt 4b, 46325 Borken									
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	353.973,02	5.751.768,31	54,5	
IO-18	no1	1.OG	Im Wieskenschlatt 4, 46325 Borken									
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	353.942,25	5.751.784,87	57,0	
IO-18	no1	EG	Im Wieskenschlatt 4, 46325 Borken									
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	353.942,25	5.751.784,87	54,5	
IO-18	no3	1.OG	Im Wieskenschlatt 4, 46325 Borken									
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	353.944,61	5.751.782,06	57,0	
IO-18	no3	EG	Im Wieskenschlatt 4, 46325 Borken									
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	353.944,61	5.751.782,06	54,5	
IO-18	no5	1.OG	Im Wieskenschlatt 4, 46325 Borken									
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	353.946,96	5.751.779,25	57,0	
IO-18	no5	EG	Im Wieskenschlatt 4, 46325 Borken									
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	353.946,96	5.751.779,25	54,5	
IO-18	no7	EG	Im Wieskenschlatt 4, 46325 Borken									
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	353.949,32	5.751.776,44	54,5	
IO-19	n1	1.OG	Möllenweg 11, 46325 Borken									
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	353.844,53	5.752.061,21	59,0	

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

ID	F	G	Nutzungsart und				Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts		[m]	[m]	Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]				[m]	[m]	[m]
IO-19	n1	EG	Möllenweg 11, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	353.844,53	5.752.061,21	56,5
			MI	60	45							
IO-19	n3	1.OG	Möllenweg 11, 46325 Borken				Industrie	5,0	r	353.849,29	5.752.058,05	59,0
			MI	60	45							
IO-19	n3	EG	Möllenweg 11, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	353.849,29	5.752.058,05	56,5
			MI	60	45							
IO-19	n5	1.OG	Möllenweg 11, 46325 Borken				Industrie	5,0	r	353.854,03	5.752.054,87	59,0
			MI	60	45							
IO-19	n5	EG	Möllenweg 11, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	353.854,03	5.752.054,87	56,5
			MI	60	45							
IO-19	n7	1.OG	Möllenweg 11, 46325 Borken				Industrie	5,0	r	353.858,76	5.752.051,69	59,0
			MI	60	45							
IO-19	n7	EG	Möllenweg 11, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	353.858,76	5.752.051,69	56,5
			MI	60	45							
IO-19	so1	1.OG	Möllenweg 11, 46325 Borken				Industrie	5,0	r	353.861,28	5.752.048,46	59,0
			MI	60	45							
IO-19	so1	EG	Möllenweg 11, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	353.861,28	5.752.048,46	56,5
			MI	60	45							
IO-19	so3	1.OG	Möllenweg 11, 46325 Borken				Industrie	5,0	r	353.860,06	5.752.046,63	59,0
			MI	60	45							

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts			Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]	[m]	[m]	[m]
IO-19	so3	EG	Möllenweg 11, 46325 Borken								
			MI	60	45		Industrie	2,5	r	353.860,06	5.752.046,63
											56,5
IO-20	o1	EG	Eibenweg 11, 46325 Borken								
			WA	55	40		Industrie	2,5	r	353.053,16	5.752.188,89
											59,0
IO-20	o2	1.OG	Eibenweg 11, 46325 Borken								
			WA	55	40		Industrie	5,0	r	353.053,12	5.752.187,08
											61,5
IO-20	o3	EG	Eibenweg 11, 46325 Borken								
			WA	55	40		Industrie	2,5	r	353.053,09	5.752.185,28
											59,0
IO-21	n1	1.OG	Lehmweg 7, 46325 Borken								
			MI	60	45		Industrie	5,0	r	354.271,99	5.752.236,14
											57,0
IO-21	n1	EG	Lehmweg 7, 46325 Borken								
			MI	60	45		Industrie	2,5	r	354.271,99	5.752.236,14
											54,5
IO-21	n3	1.OG	Lehmweg 7, 46325 Borken								
			MI	60	45		Industrie	5,0	r	354.276,32	5.752.233,56
											57,0
IO-21	n3	EG	Lehmweg 7, 46325 Borken								
			MI	60	45		Industrie	2,5	r	354.276,32	5.752.233,56
											54,5
IO-21	o1	EG	Lehmweg 7, 46325 Borken								
			MI	60	45		Industrie	2,5	r	354.277,47	5.752.229,24
											54,5
IO-21	o3	EG	Lehmweg 7, 46325 Borken								
			MI	60	45		Industrie	2,5	r	354.274,60	5.752.224,50
											54,5

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

ID	F	G	Nutzungsart und				Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts		[m]		Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]				[m]	[m]	[m]
IO-22	o1	EG	Im Brink 8, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	353.952,08	5.752.533,53	57,5
			MI	60	45							
IO-22	o2	1.OG	Im Brink 8, 46325 Borken				Industrie	5,0	r	353.951,69	5.752.530,71	60,0
			MI	60	45							
IO-22	o3	EG	Im Brink 8, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	353.951,31	5.752.527,89	57,5
			MI	60	45							
IO-23	o1	1.OG	Im Brink 12, 46325 Borken				Industrie	5,0	r	353.804,99	5.752.681,59	61,0
			MI	60	45							
IO-23	o1	EG	Im Brink 12, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	353.804,99	5.752.681,59	58,5
			MI	60	45							
IO-23	o3	1.OG	Im Brink 12, 46325 Borken				Industrie	5,0	r	353.805,54	5.752.674,78	61,0
			MI	60	45							
IO-23	o3	EG	Im Brink 12, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	353.805,54	5.752.674,78	58,5
			MI	60	45							
IO-24	o1	EG	Im Brink 18, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	354.112,66	5.752.817,03	57,6
			MI	60	45							
IO-24	o3	EG	Im Brink 18, 46325 Borken				Industrie	2,5	r	354.113,54	5.752.808,97	57,6
			MI	60	45							
IO-24	s1	1.OG	Im Brink 18, 46325 Borken				Industrie	5,0	r	354.109,80	5.752.803,34	60,1
			MI	60	45							

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW	tags	nachts			Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]	[m]	[m]	[m]
IO-24	s1	EG	Im Brink 18, 46325 Borken			Industrie	2,5	r	354.109,80	5.752.803,34	57,6
			MI	60	45						
IO-24	s3	1.OG	Im Brink 18, 46325 Borken			Industrie	5,0	r	354.103,16	5.752.802,60	60,2
			MI	60	45						
IO-24	s3	EG	Im Brink 18, 46325 Borken			Industrie	2,5	r	354.103,16	5.752.802,60	57,7
			MI	60	45						
IO-25	no1	1.OG	Kotten Büsken 11, 46325 Borken			Industrie	5,0	r	354.547,52	5.752.980,70	59,0
			MI	60	45						
IO-25	no1	EG	Kotten Büsken 11, 46325 Borken			Industrie	2,5	r	354.547,52	5.752.980,70	56,5
			MI	60	45						
IO-25	no3	1.OG	Kotten Büsken 11, 46325 Borken			Industrie	5,0	r	354.557,38	5.752.973,92	59,0
			MI	60	45						
IO-25	no3	EG	Kotten Büsken 11, 46325 Borken			Industrie	2,5	r	354.557,38	5.752.973,92	56,5
			MI	60	45						
IO-25	so1	EG	Kotten Büsken 11, 46325 Borken			Industrie	2,5	r	354.561,79	5.752.967,91	56,5
			MI	60	45						
IO-25	so2	1.OG	Kotten Büsken 11, 46325 Borken			Industrie	5,0	r	354.560,64	5.752.966,25	59,0
			MI	60	45						
IO-25	so3	EG	Kotten Büsken 11, 46325 Borken			Industrie	2,5	r	354.559,49	5.752.964,59	56,5
			MI	60	45						

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

ID	F	G	Nutzungsart und				Lärmart	Höhe		Koordinaten			
			Gebiet	IRW	tags	nachts		[m]		Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.	
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]		[m]	[m]	[m]	
IO-25	so4	1.OG	Kotten Büsken 11, 46325 Borken										
			MI	60	45		Industrie	5,0	r	354.558,35	5.752.962,93	59,0	
IO-25	so5	EG	Kotten Büsken 11, 46325 Borken										
			MI	60	45		Industrie	2,5	r	354.557,20	5.752.961,26	56,5	
IO-25	sw1	1.OG	Kotten Büsken 11, 46325 Borken										
			MI	60	45		Industrie	5,0	r	354.552,28	5.752.961,63	59,0	
IO-25	sw1	EG	Kotten Büsken 11, 46325 Borken										
			MI	60	45		Industrie	2,5	r	354.552,28	5.752.961,63	56,5	
IO-25	sw3	1.OG	Kotten Büsken 11, 46325 Borken										
			MI	60	45		Industrie	5,0	r	354.546,31	5.752.965,75	59,0	
IO-25	sw3	EG	Kotten Büsken 11, 46325 Borken										
			MI	60	45		Industrie	2,5	r	354.546,31	5.752.965,75	56,5	
IO-26	o1	1.OG	Holthausener Straße 53, 46325 Borken										
			WA	55	40		Industrie	5,0	r	353.194,59	5.753.495,59	64,0	
IO-26	o1	EG	Holthausener Straße 53, 46325 Borken										
			WA	55	40		Industrie	2,5	r	353.194,59	5.753.495,59	61,5	
IO-26	o3	1.OG	Holthausener Straße 53, 46325 Borken										
			WA	55	40		Industrie	5,0	r	353.194,11	5.753.492,51	64,0	
IO-26	o3	EG	Holthausener Straße 53, 46325 Borken										
			WA	55	40		Industrie	2,5	r	353.194,11	5.753.492,51	61,5	

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten					
			Gebiet	IRW tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]			
IO-26	o5	1.OG	Holthausener Straße 53, 46325 Borken			WA	55	40	Industrie	5,0	r	353.193,49	5.753.488,48	64,0
IO-26	o5	EG	Holthausener Straße 53, 46325 Borken			WA	55	40	Industrie	2,5	r	353.193,49	5.753.488,48	61,5
IO-27	o1	1.OG	Kotten Büskerweg 15, 46325 Borken			MI	60	45	Industrie	5,0	r	354.383,61	5.753.523,49	59,0
IO-27	o1	EG	Kotten Büskerweg 15, 46325 Borken			MI	60	45	Industrie	2,5	r	354.383,61	5.753.523,49	56,5
IO-27	o3	1.OG	Kotten Büskerweg 15, 46325 Borken			MI	60	45	Industrie	5,0	r	354.383,94	5.753.519,32	59,0
IO-27	o3	EG	Kotten Büskerweg 15, 46325 Borken			MI	60	45	Industrie	2,5	r	354.383,94	5.753.519,32	56,5
IO-27	o5	1.OG	Kotten Büskerweg 15, 46325 Borken			MI	60	45	Industrie	5,0	r	354.384,28	5.753.515,15	59,0
IO-27	o5	EG	Kotten Büskerweg 15, 46325 Borken			MI	60	45	Industrie	2,5	r	354.384,28	5.753.515,15	56,5
IO-27	s1	EG	Kotten Büskerweg 15, 46325 Borken			MI	60	45	Industrie	2,5	r	354.379,68	5.753.511,84	56,5
IO-27	s3	EG	Kotten Büskerweg 15, 46325 Borken			MI	60	45	Industrie	2,5	r	354.372,00	5.753.511,20	56,5

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

ID	F	G	Nutzungsart und			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	IRW tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-28	nw1	EG	Am Waidengraben 19, 46342 Velen WR			Industrie	2,5	r	356.141,82	5.750.767,90	52,5
IO-28	nw3	EG	Am Waidengraben 19, 46342 Velen WR			Industrie	2,5	r	356.147,32	5.750.769,97	52,6

D Eigenschaften der Windenergieanlagen sowie der weiteren gewerblichen Quellen

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

Tabelle D.1: Windenergieanlagen der Vorbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP [dB(A)]	Sicherheitszuschlag nachts [dB]	Schallleistungspegel immissionsrelevant nachts [dB(A)]	Naben- höhe h _N [m]	Koordinaten		
						Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
WEA 01	BM 0s	106,0	2,1	108,1	110,2	354.797,60	5.754.281,10	54,7
WEA 02	BM 1800kWs	100,0	2,1	102,1	84,6	354.104,50	5.754.392,30	56,0
WEA 1	Mode 103.6dB	103,6	0,0	103,6	73,2	356.037,00	5.754.803,70	58,0
WEA 2	Mode 103.6dB	103,6	0,0	103,6	73,2	356.134,80	5.754.651,60	57,8
WEA 3	Mode 103.6dB	103,6	0,0	103,6	73,2	355.720,50	5.754.772,70	56,0
WEA 4	Mode 103.6dB	103,6	0,0	103,6	73,2	355.807,10	5.754.543,00	57,8
WEA 5	Mode 103.6dB	103,6	0,0	103,6	73,2	355.841,30	5.754.256,40	58,0

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

ID	SLP [dB(A)]	Sicherheitzzuschlag			Schalleistungspegel immissionsrelevant			Höhe ü.G.		Koordinaten		
		tags [dB]	abends [dB]	nachts [dB]	tags [dB(A)]	abends [dB(A)]	nachts [dB(A)]	h_r [m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
GE-01	85,0	0,0	0,0	0,0	85,0	85,0	85,0	10,00		353.970,00	5.752.876,00	66,13
GE-01	85,0	0,0	0,0	0,0	85,0	85,0	85,0	10,00		353.964,00	5.752.877,00	66,18

Tabelle D.3: Gewerbliche Flächenschallquellen der Vorbelastung im Tages- und Nachtzeitraum

ID	SLP [$\frac{dB(A)}{m^2}$]	Sicherheitzzuschlag			Schalleistungspegel immissionsrelevant			Höhe ü.G.		Koordinaten		
		tags [dB]	abends [dB]	nachts [dB]	tags [$\frac{dB(A)}{m^2}$]	abends [$\frac{dB(A)}{m^2}$]	nachts [$\frac{dB(A)}{m^2}$]	h_r [m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
GE-02	45,0	15,0	15,0	0,0	45,0	45,0	45,0	1,00		353.282,00	5.753.275,00	-

Tabelle D.4: Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Tageszeitraum

ID	Modus	SLP [dB(A)]	Sicherheitszuschlag		Schallleistungspegel immissionsrelevant		Naben- höhe h _N [m]	Koordinaten		Höhe N.N. [m]
			tags [dB]	abends [dB]	tags [dB(A)]	abends [dB(A)]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	
WEA 1	PO7200	106,9	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: PO7200				175,0	354.833,20	5.752.170,40	51,7
			2,1	2,1	109,0	109,0		354.833,20	5.752.170,40	
WEA 2	PO7200	106,9	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: PO7200				175,0	354.998,60	5.752.644,10	51,0
			2,1	2,1	109,0	109,0		354.998,60	5.752.644,10	
WEA 3	PO7200	106,9	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: PO7200				175,0	355.541,40	5.752.512,00	51,5
			2,1	2,1	109,0	109,0		355.541,40	5.752.512,00	
WEA 4	PO7200	106,9	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: PO7200				175,0	355.115,00	5.753.247,00	51,0
			2,1	2,1	109,0	109,0		355.115,00	5.753.247,00	
WEA 5	PO7200	106,9	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: PO7200				175,0	355.672,00	5.753.033,30	54,1
			2,1	2,1	109,0	109,0		355.672,00	5.753.033,30	

Tabelle D.5: Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP [dB(A)]	Sicherheitszuschlag nachts [dB]	Schallleistungspegel immissionsrelevant nachts [dB(A)]	Naben- höhe h _N [m]	Koordinaten		
						Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
WEA 1	SO2	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: SO2 104,0	2,1	106,1	175,0	354.833,20	5.752.170,40	51,7
WEA 2	SO4	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: SO4 102,0	2,1	104,1	175,0	354.998,60	5.752.644,10	51,0
WEA 3	SO4	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: SO4 102,0	2,1	104,1	175,0	355.541,40	5.752.512,00	51,5
WEA 4	SO2	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: SO2 104,0	2,1	106,1	175,0	355.115,00	5.753.247,00	51,0
WEA 5	SO2	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: SO2 104,0	2,1	106,1	175,0	355.672,00	5.753.033,30	54,1

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 1,8 dB. Die entsprechenden Datenblätter und Messberichte mit den Oktavbandspektren für alle Betriebsmodi sind im Anhang F beigelegt.

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

ID	Typ	Bew.	Oktavbandspektrum										Zuschläge [dB]			
			Schallleistungspegel [dB] bei den Oktavmittelfrequenzen [Hz]										Summenpegel [dB(A)] [dB(lin)]			
			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000		kt	ktn	ki	kin
SO2	V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) - Modus: SO2, Quelle: 0124-6701.V01															
	Oktavbandspektrum exkl. SZ															
	L _w	A	-80,0	87,7	95,3	98,4	98,6	97,0	92,5	84,9	74,3	104,0	116,6	0	0	0
	Oktavbandspektrum L _{e,max} mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{\text{prog}} = 0,0$ dB, $\sigma_{\text{ges}} = 1,3$ dB zu SZ = 1,7 dB															
	L _w	A	-78,3	89,4	97,0	100,1	100,3	98,7	94,2	86,6	76,0	105,7	118,2	0	0	0
	Oktavbandspektrum inkl. SZ mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{\text{prog}} = 1,0$ dB, $\sigma_{\text{ges}} = 1,6$ dB zu SZ = 2,1 dB															
PO7200	L _w	A	-77,9	89,8	97,4	100,5	100,7	99,1	94,6	87,0	76,4	106,1	118,7	0	0	0
	V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) - Modus: PO7200, Quelle: 0124-6701.V01															
	Oktavbandspektrum exkl. SZ															
	L _w	A	-80,0	90,6	98,1	101,3	101,5	99,8	95,3	87,7	77,0	106,9	119,5	0	0	0
	Oktavbandspektrum L _{e,max} mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{\text{prog}} = 0,0$ dB, $\sigma_{\text{ges}} = 1,3$ dB zu SZ = 1,7 dB															
	L _w	A	-78,3	92,3	99,8	103,0	103,2	101,5	97,0	89,4	78,7	108,5	121,1	0	0	0
SO4	Oktavbandspektrum inkl. SZ mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{\text{prog}} = 1,0$ dB, $\sigma_{\text{ges}} = 1,6$ dB zu SZ = 2,1 dB															
	L _w	A	-77,9	92,7	100,2	103,4	103,6	101,9	97,4	89,8	79,1	109,0	121,6	0	0	0
	V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) - Modus: SO4, Quelle: 0124-6701.V01															
	Oktavbandspektrum exkl. SZ															
	L _w	A	-80,0	85,6	93,2	96,4	96,6	95,0	90,5	83,0	72,5	102,0	114,5	0	0	0
	Oktavbandspektrum L _{e,max} mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{\text{prog}} = 0,0$ dB, $\sigma_{\text{ges}} = 1,3$ dB zu SZ = 1,7 dB															
SO4	L _w	A	-78,3	87,3	94,9	98,1	98,3	96,7	92,2	84,7	74,2	103,7	116,2	0	0	0
	Oktavbandspektrum inkl. SZ mit $\sigma_R = 1,2$ dB, $\sigma_p = 0,5$ dB, $\sigma_{\text{prog}} = 1,0$ dB, $\sigma_{\text{ges}} = 1,6$ dB zu SZ = 2,1 dB															
	L _w	A	-77,9	87,7	95,3	98,5	98,7	97,1	92,6	85,1	74,6	104,1	116,6	0	0	0

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

ID	Typ	Bew.	Oktavbandspektrum												Zuschläge [dB]			
			Schallleistungspegel [dB] bei den Oktavmittelfrequenzen [Hz]												Summenpegel [dB(A)] [dB(lin)]			
BM 0s			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000		kt	ktn	ki	kin		
	E-138 EP3 E3 (Enercon GmbH) - Modus: BM 0s, Quelle: D1018700/3.0-de / DA																	
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																	
	L _w	A	78,1	87,4	93,1	96,4	99,7	101,9	98,3	90,0	73,0	106,0	119,8	0	0	0	0	
BM IVs	E-82 E2 (Enercon GmbH) - Modus: BM IVs, Quelle: D0642812-1 / DA																	
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																	
	L _w	A	73,0	84,1	89,3	91,5	93,7	96,0	95,0	87,2	70,8	101,0	115,3	0	0	0	0	
BM 1800kWs	E-82 E2 (Enercon GmbH) - Modus: BM 1800kWs, Quelle: D0642812-1 / DA																	
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																	
	L _w	A	71,8	83,0	88,3	90,4	92,8	94,7	94,3	86,7	70,4	100,0	114,1	0	0	0	0	
Mode 103.6dB	E-53 NH:73.25m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 103.6dB, Quelle: M87 748/2																	
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																	
	L _w	A	-80,0	82,4	89,4	91,7	93,7	96,6	95,5	89,3	79,8	101,4	111,2	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	13.08.2023