

# SCHALLTECHNISCHER BERICHT NE-B-130044

Schalltechnischer Bericht für den Windpark  
“WP Gronauer Straße” mit insgesamt vier  
Windenergieanlagen am Standort 48629 Metelen.

**Datum:**

12. Dezember 2023

**Auftraggeber:**

Vechte Wind Entwicklungs GmbH  
Naendorf 16  
48629 Metelen

**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](https://engineering.noxt.de) · [engineering@noxt.de](mailto: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 97 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](https://engineering.noxt.de/agb).

Osnabrück, 12. Dezember 2023  
noxt! engineering GmbH

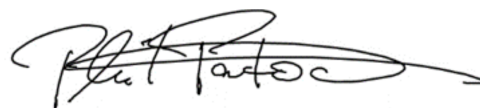
**noxt!**  
engineering

noxt! engineering GmbH  
Malberger Straße 13  
49082 Osnabrück  
Germany  
M +49 (0) 160 40 24 579  
web [engineering.noxt.de](https://engineering.noxt.de)

Firmenstempel



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



Geschäftsführer  
(Dr. Phil Patock)



# 1 Zusammenfassung

Am Standort 48629 Metelen plant die Firma Vechte Wind Entwicklungs GmbH vier Windenergieanlagen vom Typ E-175 EP5 (Enercon GmbH), E-175 EP5 (Enercon GmbH), E-175 EP5 (Enercon GmbH) und E-175 EP5 (Enercon GmbH). Die untersuchten Windenergieanlagen werden als Zusatzbelastung bezeichnet und die technischen Kenndaten in Tabelle 1.1 aufgelistet.

**Tabelle 1.1:** Technische Kenndaten der untersuchten Windenergieanlagen der Zusatzbelastung

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

Am Standort 48629 Metelen befinden sich insgesamt 15 Windenergieanlagen, die als Geräuschvorbelastung zu berücksichtigen sind. Gemäß TA Lärm ist eine gewerbliche Geräuschvorbelastung am Standort 48629 Metelen zu berücksichtigen. Details hierzu befinden sich in Kapitel 4.1.

In der Umgebung des Windparks befinden sich 37 Gehöfte und Wohnhäuser die als Immissionsorte untersucht werden. Die exakte Lage ist dem Lageplan in der Anlage A zu entnehmen.

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

**Tabelle 1.2:** Auflistung der Betriebsmodi der Zusatzbelastung am Standort 48629 Metelen

ID	Betriebsmodus tags	Betriebsmodus nachts
WEA 1	OM-0-0	OM-NR-05-0
WEA 2	OM-0-0	OM-0-0
WEA 3	OM-0-0	OM-0-0
WEA 4	OM-0-0	OM-0-0

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

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



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Planungsrechtliche Grundlagen</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Berechnungsgrundlagen</b>	<b>15</b>
4.1	Vorbelastung durch Gewerbe- und Industrieanlagen . . . . .	16
4.2	Vorbelastung durch vorhandene Windenergieanlagen . . . . .	17
4.3	Windenergieanlagen der Zusatzbelastung . . . . .	19
4.4	Abstände zwischen den Immissionsorten und den Windenergieanlagen . .	19
<b>5</b>	<b>Berechnungsergebnisse</b>	<b>21</b>
5.1	Berechnungsergebnisse für den Tageszeitraum . . . . .	21
5.2	Berechnungsergebnisse für den Nachtzeitraum . . . . .	23
5.3	Abschirmung und Reflexion . . . . .	25
<b>6</b>	<b>Beurteilung</b>	<b>28</b>
6.1	Beurteilung des Tageszeitraums . . . . .	28
6.2	Beurteilung des Nachtzeitraums . . . . .	30
6.3	Beurteilung Gesamtbetrachtung . . . . .	34
6.4	Spitzenpegel . . . . .	34
6.5	Abschätzung der Genauigkeit der Prognose . . . . .	35
<b>7</b>	<b>Infraschall</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>Interaktive Karte</b>	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>Ortstermin</b>	<b>42</b>
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-06 . . . . .	45
9.7	Besichtigungsbilder IO-07 . . . . .	45
9.8	Besichtigungsbilder IO-08 . . . . .	46

9.9	Besichtigungsbilder IO-09 . . . . .	46
9.10	Besichtigungsbilder IO-10 . . . . .	47
9.11	Besichtigungsbilder IO-11 . . . . .	47
9.12	Besichtigungsbilder IO-12 . . . . .	48
9.13	Besichtigungsbilder IO-13 . . . . .	48
9.14	Besichtigungsbilder IO-14 . . . . .	49
9.15	Besichtigungsbilder IO-15 . . . . .	49
9.16	Besichtigungsbilder IO-16 . . . . .	50
9.17	Besichtigungsbilder IO-17 . . . . .	50
9.18	Besichtigungsbilder IO-18 . . . . .	51
9.19	Besichtigungsbilder IO-19 . . . . .	51
9.20	Besichtigungsbilder IO-20 . . . . .	52
9.21	Besichtigungsbilder IO-21 . . . . .	52
9.22	Besichtigungsbilder IO-22 . . . . .	53
9.23	Besichtigungsbilder IO-23 . . . . .	53
9.24	Besichtigungsbilder IO-24 . . . . .	54
9.25	Besichtigungsbilder IO-25 . . . . .	54
9.26	Besichtigungsbilder IO-26 . . . . .	55
9.27	Besichtigungsbilder IO-27 . . . . .	55
9.28	Besichtigungsbilder IO-28 . . . . .	56
9.29	Besichtigungsbilder IO-29 . . . . .	56
9.30	Besichtigungsbilder IO-30 . . . . .	57
9.31	Besichtigungsbilder IO-31 . . . . .	58
9.32	Besichtigungsbilder IO-32 . . . . .	58
9.33	Besichtigungsbilder IO-33 . . . . .	59
9.34	Besichtigungsbilder IO-34 . . . . .	59
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>60</b>
<b>A Lageplan</b>		<b>64</b>
<b>B Detaillierte Berechnungsergebnisse</b>		<b>66</b>
<b>C Immissionsorte</b>		<b>67</b>
<b>D Schallquellen</b>		<b>85</b>
<b>E Oktavbandspektren</b>		<b>91</b>



<b>F</b>	<b>Datenblätter</b>	<b>96</b>
<b>G</b>	<b>Revisionsübersicht</b>	<b>97</b>

# Abbildungsverzeichnis

9.1	Süd-Ostansicht IO-01 (Naendorf 3; 48629 Metelen)	42
9.2	Südansicht IO-02 (Naendorf 118; 48629 Metelen)	43
9.3	Nordansicht IO-03 (Weiner 151 a; 48607 Ochtrup)	43
9.4	Ostansicht IO-04 (Weiner 150a; 48607 Ochtrup)	44
9.5	Süd-Ostansicht IO-05 (Weiner 161; 48607 Ochtrup)	44
9.6	Nord-Ostansicht IO-06 (Weiner 168; 48607 Ochtrup)	45
9.7	Südansicht IO-07 (Weiner 125; 48607 Ochtrup)	45
9.8	Süd-Ostansicht IO-08 (Weiner 123; 48607 Ochtrup)	46
9.9	Südansicht IO-09 (Weiner 122; 48607 Ochtrup)	46
9.10	Westansicht IO-10 (Weiner 121; 48607 Ochtrup)	47
9.11	Nord-Ostansicht IO-11 (Weiner 118; 48607 Ochtrup)	47
9.12	Süd-Westansicht IO-12 (Weiner 26; 48607 Ochtrup)	48
9.13	Süd-Westansicht IO-13 (Naendorf 70; 48629 Metelen)	48
9.14	Westansicht IO-14 (Naendorf 50; 48629 Metelen)	49
9.15	Nord-Ostansicht IO-15 (Naendorf 35; 48629 Metelen)	49
9.16	Südansicht IO-16 (Naendorf 34; 48629 Metelen)	50
9.17	Nord-Westansicht IO-17 (Naendorf 2; 48629 Metelen)	50
9.18	Nord-Ostansicht IO-18 (Naendorf 80; 48629 Metelen)	51
9.19	Nordansicht IO-19 (Naendorf 39; 48629 Metelen)	51
9.20	Ostansicht IO-20 (Naendorf 67; 48629 Metelen)	52
9.21	Südansicht IO-21 (An der Umflut 18; 48629 Metelen)	52
9.22	Süd-Westansicht IO-22 (An der Umflut 4; 48629 Metelen)	53
9.23	Süd-Westansicht IO-23 (Kolpingstraße 21; 48629 Metelen)	53
9.24	Westansicht IO-24 (Ochtruper Damm 28; 48629 Metelen)	54
9.25	Nordansicht IO-25 (Kolpingstraße 15; 48629 Metelen)	54
9.26	Nord-Westansicht IO-26 (Langenkamp 12; 48629 Metelen)	55
9.27	Nord-Westansicht IO-27 (Im Stiftsgarten 10; 48629 Metelen)	55
9.28	Westansicht IO-28 (Adenauerstraße 50; 48629 Metelen)	56
9.29	Nordansicht IO-29 (Kurt-Schumacher-Straße 2; 48629 Metelen)	56
9.30	Süd-Westansicht IO-29 (Kurt-Schumacher-Straße 2; 48629 Metelen)	57
9.31	Süd-Westansicht IO-30 (Naendorf 8; 48629 Metelen)	57
9.32	Nordansicht IO-31 (Dietrich-Bonhoeffer-Straße 36; 48607 Ochtrup)	58
9.33	Westansicht IO-32 (Dietrich-Bonhoeffer-Straße 33; 48607 Ochtrup)	58
9.34	Nord-Westansicht IO-33 (Naendorf 2 a; 48629 Metelen)	59



9.35 Nordansicht IO-34 (Sandkuhle 47; 48607 Ochtrup) . . . . .	59
A.1 Lageplan . . . . .	65

# Tabellenverzeichnis

1.1 Technische Kenndaten der untersuchten Windenergieanlagen der Zusatzbelastung . . . . .	2
1.2 Auflistung der Betriebsmodi der Zusatzbelastung am Standort 48629 Metelen . . . . .	3
3.1 Liste der untersuchten Immissionsorte mit der jeweiligen Gebietseinstufung . . . . .	12
4.1 Luftdämpfungskoeffizienten $\alpha$ für die Oktavbänder gemäß DIN ISO 9613-2 [DINd] . . . . .	15
4.2 Beschreibung der relevanten gewerblichen Schallquellen am Standort 48629 Metelen . . . . .	17
4.3 Betriebsweisen der Vorbelastung im Nachtzeitraum . . . . .	17
4.4 Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen. . . . .	19
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. . . . .	21
5.2 Berechnungsergebnisse im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben. . . . .	23
5.3 Auftreten einer Abschirmung (A) und Reflexion (R) auf dem Schallweg zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionsort für den Nachtzeitraum. . . . .	26
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. . . . .	28
6.2 Beurteilungspegel im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Beurteilungspegel (B) und die Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben. Negative Überschreitungswerte signalisieren eine Unterschreitung des IRW. . . . .	30

6.3	Beurteilung der relevanten Immissionsorte gemäß TA Lärm [TAL] für die Fassade (F) und das Geschoss (G). . . . .	32
6.4	Auflistung der Betriebsmodi für die Zusatzbelastung . . . . .	34
C.1	Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten . . . . .	68
D.1	Windenergieanlagen der Vorbelastung im Nachtzeitraum . . . . .	86
D.2	Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Tageszeitraum . . . . .	89
D.3	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 . . . . .	97

## 2 Situation und Aufgabenstellung

Die Firma Vechte Wind Entwicklungs GmbH plant am Standort 48629 Metelen in Nordrhein-Westfalen vier Windenergieanlagen die in diesem Gutachten als Zusatzbelastung bezeichnet werden. Zum Erlangen der Genehmigung der geplanten Windenergieanlagen ist dem Kreis Kreis Steinfurt ein schalltechnischer Bericht vorzulegen, welcher die schalltechnische Gesamtgeräuschsituation mit Einhaltung der Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [TAL] nachweist.

Im Sinne der TA Lärm [TAL] wird die Zusatzbelastung durch die vier untersuchten Windenergieanlagen und die Vorbelastung durch die 15 bestehenden Windenergieanlagen und die gewerblichen Anlagen berücksichtigt. Für die Gesamtbelastung werden die berechneten Pegel der Vor- und Zusatzbelastung energetisch addiert.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung erfolgen in Form eines schalltechnischen Berichts.

### 3 Planungsrechtliche Grundlagen

In der Umgebung des Windparks befinden sich 37 Gehöfte bzw. Wohnhäuser die als Immissionsorte untersucht werden.

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

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

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

ID	Straße	Ort	Gebiet	IRW	
				tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]
IO-01	Naendorf 3	48629 Metelen	MI	60	45
IO-02	Naendorf 118	48629 Metelen	MI	60	45
IO-03	Weiner 151 a	48607 Ochtrup	MI	60	45
IO-04	Weiner 150a	48607 Ochtrup	MI	60	45
IO-05	Weiner 161	48607 Ochtrup	MI	60	45
IO-06	Weiner 168	48607 Ochtrup	MI	60	45
IO-07	Weiner 125	48607 Ochtrup	MI	60	45
IO-08	Weiner 123	48607 Ochtrup	MI	60	45
IO-09	Weiner 122	48607 Ochtrup	MI	60	45
IO-10	Weiner 121	48607 Ochtrup	MI	60	45
IO-11	Weiner 118	48607 Ochtrup	MI	60	45
IO-12	Weiner 26	48607 Ochtrup	MI	60	45
IO-13	Naendorf 70	48629 Metelen	MI	60	45
IO-14	Naendorf 50	48629 Metelen	MI	60	45
IO-15	Naendorf 35	48629 Metelen	MI	60	45
IO-16	Naendorf 34	48629 Metelen	MI	60	45
IO-17	Naendorf 2	48629 Metelen	MI	60	45
IO-18	Naendorf 80	48629 Metelen	MI	60	45
IO-19	Naendorf 39	48629 Metelen	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)]
<b>IO-20</b>	Naendorf 67	48629 Metelen	MI	60	45
<b>IO-21</b>	An der Umflut 18	48629 Metelen	WA	55	40
<b>IO-22</b>	An der Umflut 4	48629 Metelen	WA	55	40
<b>IO-23</b>	Kolpingstraße 21	48629 Metelen	WA	55	40
<b>IO-24</b>	Ochtruper Damm 28	48629 Metelen	WA	55	40
<b>IO-25</b>	Kolpingstraße 15	48629 Metelen	WA	55	40
<b>IO-26</b>	Langenkamp 12	48629 Metelen	WA	55	40
<b>IO-27</b>	Im Stiftsgarten 10	48629 Metelen	WR	50	35
<b>IO-28</b>	Adenauerstraße 50	48629 Metelen	WA	55	40
<b>IO-29</b>	Kurt-Schumacher-Straße 2	48629 Metelen	MI	55	40
<b>IO-30</b>	Naendorf 8	48629 Metelen	MI	60	45
<b>IO-31</b>	Dietrich-Bonhoeffer-Straße 36	48607 Ochtrup	WA	55	40
<b>IO-32</b>	Dietrich-Bonhoeffer-Straße 33	48607 Ochtrup	WR	50	35
<b>IO-33</b>	Naendorf 2 a	48629 Metelen	MI	60	45
<b>IO-34</b>	Sandkuhle 47	48607 Ochtrup	WA	55	40
<b>IO-35</b>	Naendorf 44	48629 Metelen	MI	60	45
<b>IO-36</b>	Naendorf 1a	48629 Metelen	MI	60	45
<b>IO-37</b>	Naendorf 1	48629 Metelen	MI	60	45

Die genannten Immissionsorte wurden bei einer Ortsbesichtigung am 23.11.2023 durch Dipl.-Ing. (FH) Timm Schaer, M.Sc. fotodokumentiert. Die relevanten Fassadenseiten und Stockwerke wurden daraufhin bestimmt.



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

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

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

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

## 4 Berechnungsgrundlagen

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

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

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

**Tabelle 4.1:** Luftdämpfungskoeffizienten  $\alpha$  für die Oktavbänder gemäß DIN ISO 9613-2 [DIND]

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

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

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

An den Immissionsorten kann es aufgrund der Worst-Case Annahmen zu einer Überschätzung des Beurteilungspegels auf bestimmten Schallausbreitungswegen kommen. Die Entwicklung des akustischen 3D-Modells und die anschließende Ausbreitungsberechnung erfolgt mit dem Berechnungsprogramm CadnaA der Firma DataKustik GmbH in der Version 2021 MR2 (64 bit – build 187.5163). Das gesamte Berechnungsmodell (Karten: DGK5, Höhen: DGM1 und Gebäudeumrisse: LoD1) basiert auf den Daten von OpenData.NRW [TNWRGMD21] in dem Gebiet von X: 371.822,2 m, Y: 5.777.422,4 m bis X: 381.016,5 m, Y: 5.785.598,0 m. Das detaillierte Berechnungsprotokoll inkl. der Berechnungskonfiguration ist in Anhang B dargestellt.

## 4.1 Vorbelastung durch Gewerbe- und Industrieanlagen

**Tabelle 4.2:** Beschreibung der relevanten gewerblichen Schallquellen am Standort 48629 Metelen

ID	Art	Anzahl	Adresse	Beschreibung
GE-01	BG	1	Naendorf 1	Die Biogasanlage wurde gemäß des Gutachtens so ausgelegt, dass sie an dem umliegenden Immissionsorten gemäß Absatz 3.2.1 irrelevant ist. Somit wird diese Anlage nicht berücksichtigt.

## 4.2 Vorbelastung durch vorhandene Windenergieanlagen

Am Standort 48629 Metelen befinden sich 15 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-66 NH:98.8m	Mode 101.5dB	101,5	0,0	101,5
WEA 03	Tacke GmbH	TW600e NH:70m	Mode 101.3dB	101,3	0,0	101,3
WEA 04	Tacke GmbH	TW600e NH:70m	Mode 101.3dB	101,3	0,0	101,3

**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 05	GE Wind	GE 1.5sl NH:85m	Mode 103.3dB	103,3	0,0	103,3
WEA 06	GE Wind	GE 1.5sl NH:85m	Mode 103.3dB	103,3	0,0	103,3
WEA 07	Enercon GmbH	E82 E2 NH:108.3m	Mode 101.9dB	101,9	0,0	101,9
WEA 09	Enercon GmbH	E70 NH:113.5m	Mode 102.9dB	102,9	0,0	102,9
WEA 10	Enercon GmbH	E70 NH:113.5m	Mode 102.9dB	102,9	0,0	102,9
WEA 11	Enercon GmbH	E44 NH:77.9m	Mode 102.3dB	102,3	0,0	102,3
WEA 12	Enercon GmbH	E44 NH:77.9m	Mode 103.3dB	103,3	0,0	103,3
WEA 13	Enercon GmbH	E70 NH:113.5m	Mode 98.5dB	98,5	0,0	98,5
WEA 14	Enercon GmbH	E66 NH:114m	Mode 101.5dB	101,5	0,0	101,5
WEA 15	Enercon GmbH	E58 NH:70.5m	Mode 102.1dB	102,1	0,0	102,1
WEA 16	Enercon GmbH	E-160 EP5 E3 NH:166m	Mode 103.2dB	103,2	0,0	103,2
WEA 17	Enercon GmbH	E-160 EP5 E3 NH:166m	Mode 106.8dB	106,8	0,0	106,8

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

### 4.3 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung

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

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

### 4.4 Abstände zwischen den Immissionsorten und den Windenergieanlagen

Aus den Koordinaten der untersuchten Immissionsorte ergeben sich die folgenden horizontalen Abstände zu den untersuchten Windenergieanlagen. Das Geländeprofil und die Höhe der Windenergieanlage sowie die der Immissionsorte bleibt hierbei unberücksichtigt.

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

ID	Horizontaler Abstand [m]			
	WEA 1	WEA 2	WEA 3	WEA 4
IO-01	455	1.087	1.454	958
IO-02	776	1.463	1.856	1.356
IO-03	943	1.633	2.154	1.722
IO-04	1.103	1.706	2.298	1.940
IO-05	1.013	1.549	2.164	1.851
IO-06	945	1.364	1.999	1.750
IO-07	961	1.348	1.987	1.754
IO-08	740	1.058	1.698	1.489
IO-09	672	940	1.581	1.387
IO-10	716	907	1.551	1.388



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

ID	Horizontaler Abstand [m]			
	WEA 1	WEA 2	WEA 3	WEA 4
IO-11	874	648	1.252	1.252
IO-12	1.327	760	1.096	1.350
IO-13	1.398	727	863	1.221
IO-14	1.586	879	739	1.214
IO-15	1.512	806	585	1.076
IO-16	1.757	1.094	585	1.125
IO-17	2.023	1.484	842	1.222
IO-18	1.899	1.473	853	1.061
IO-19	1.736	1.426	881	905
IO-20	1.735	1.482	976	923
IO-21	2.703	2.191	1.548	1.877
IO-22	2.750	2.218	1.577	1.931
IO-23	2.817	2.198	1.601	2.060
IO-24	2.845	2.209	1.631	2.109
IO-25	2.843	2.205	1.629	2.109
IO-26	2.712	2.068	1.500	1.988
IO-27	3.498	2.855	2.284	2.758
IO-28	2.648	1.969	1.471	1.997
IO-29	2.612	1.929	1.442	1.972
IO-30	2.588	1.900	1.432	1.967
IO-31	3.320	3.545	4.172	4.068
IO-32	3.359	3.585	4.212	4.108
IO-33	1.876	1.354	710	1.072
IO-34	3.426	3.724	4.362	4.210
IO-35	1.743	1.151	529	1.003
IO-36	2.030	1.414	814	1.298
IO-37	2.058	1.465	846	1.300

Der geringste Abstand beträgt 455 m zwischen der untersuchten Windenergieanlage WEA 1 und dem Immissionsort IO-01.

## 5 Berechnungsergebnisse

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

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

In der Vorbelastung sind alle 15 bestehenden Windenergieanlagen und die gewerblichen Betriebe gemäß TA Lärm enthalten.

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

### 5.1 Berechnungsergebnisse für den Tageszeitraum

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

**Tabelle 5.1:** Berechnungsergebnisse im Tageszeitraum der 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)]	Zusatzbelastung	
				W [dB(A)]	Ü [dB]
IO-01	no1	EG	60	47,1	-

**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)]	Zusatz- belastung	
				W [dB(A)]	Ü [dB]
IO-02	o0	EG	60	41,7	-
IO-03	o1	1.OG	60	39,7	-
IO-04	s3	EG	60	40,7	-
IO-05	so1	1.OG	60	39,2	-
IO-06	so1	1.OG	60	38,2	-
IO-07	so1	1.OG	60	40,0	-
IO-08	so3	EG	60	42,1	-
IO-09	so2	1.OG	60	43,7	-
IO-10	sw2	2.OG	60	43,2	-
IO-11	sw1	1.OG	60	44,4	-
IO-12	s0	EG	60	45,1	-
IO-13	sw1	1.OG	60	43,8	-
IO-14	w3	1.OG	60	43,5	-
IO-15	w0	EG	60	45,2	-
IO-16	s1	1.OG	60	43,6	-
IO-17	sw1	1.OG	60	39,9	-
IO-18	n3	EG	60	42,3	-
IO-19	no3	1.OG	60	41,6	-
IO-20	nw1	EG	60	43,4	-
IO-21	nw1	1.OG	55	35,5	-
IO-22	n1	EG	55	35,3	-
IO-23	nw1	EG	55	35,0	-
IO-24	nw3	1.OG	55	35,2	-
IO-25	nw2	2.OG	55	34,8	-
IO-26	nw0	EG	55	35,6	-
IO-27	w1	EG	50	31,1	-
IO-28	w1	EG	55	35,9	-

**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)]	Zusatz- belastung	
				W [dB(A)]	Ü [dB]
IO-29	n1	EG	55	36,1	-
IO-30	w1	EG	60	36,2	-
IO-31	sw1	EG	55	27,0	-
IO-32	sw1	EG	50	25,2	-
IO-33	w1	1.OG	60	42,9	-
IO-34	so1	1.OG	55	26,4	-
IO-35	no1	1.OG	60	44,4	-
IO-36	w1	1.OG	60	41,5	-
IO-37	w1	1.OG	60	40,5	-

## 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	no1	EG	45	30,9	-	45,1	0,1	45,2	0,2
IO-02	o0	EG	45	30,5	-	39,5	-	40,0	-

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

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Vor- belastung		Zusatz- belastung		Gesamt- belastung	
				W [dB(A)]	Ü [dB]	W [dB(A)]	Ü [dB]	W [dB(A)]	Ü [dB]
IO-03	o3	1.OG	45	32,1	-	37,5	-	38,6	-
IO-04	s3	EG	45	26,6	-	38,7	-	39,0	-
IO-05	so1	1.OG	45	32,9	-	37,2	-	38,6	-
IO-06	so1	1.OG	45	25,5	-	35,4	-	35,8	-
IO-07	so1	1.OG	45	34,4	-	38,2	-	39,7	-
IO-08	so3	EG	45	32,5	-	39,9	-	40,6	-
IO-09	so2	1.OG	45	33,3	-	41,8	-	42,3	-
IO-10	sw2	2.OG	45	31,2	-	41,4	-	41,8	-
IO-11	sw1	1.OG	45	23,5	-	43,7	-	43,7	-
IO-12	s2	EG	45	38,3	-	44,3	-	45,3	0,3
IO-12	s0	EG	45	32,2	-	44,8	-	45,0	-
IO-13	sw1	1.OG	45	33,6	-	43,5	-	43,9	-
IO-14	w5	1.OG	45	37,4	-	43,3	-	44,3	-
IO-15	w1	1.OG	45	34,3	-	45,1	0,1	45,4	0,4
IO-16	s1	1.OG	45	35,8	-	43,6	-	44,2	-
IO-17	sw1	1.OG	45	34,5	-	39,8	-	40,9	-
IO-18	n1	EG	45	38,2	-	41,9	-	43,4	-
IO-18	n3	EG	45	37,2	-	42,1	-	43,3	-
IO-19	no3	1.OG	45	34,0	-	41,5	-	42,2	-
IO-20	nw1	EG	45	32,5	-	43,3	-	43,6	-
IO-21	nw1	1.OG	40	37,7	-	35,3	-	39,7	-
IO-22	n1	EG	40	37,9	-	35,0	-	39,7	-
IO-23	nw2	1.OG	40	37,7	-	34,7	-	39,5	-
IO-24	nw3	1.OG	40	38,7	-	35,0	-	40,2	0,2
IO-25	nw2	2.OG	40	37,3	-	34,5	-	39,1	-
IO-26	nw0	EG	40	38,6	-	35,4	-	40,3	0,3
IO-27	w2	1.OG	35	32,3	-	30,8	-	34,6	-

**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-28	w2	1.OG	40	37,1	-	35,7	-	39,5	-
IO-29	w3	1.OG	40	37,1	-	35,9	-	39,5	-
IO-30	w1	EG	45	37,2	-	36,0	-	39,7	-
IO-31	sw2	1.OG	40	38,0	-	26,0	-	38,2	-
IO-32	sw3	EG	35	36,2	1,2	23,7	-	36,5	1,5
IO-33	w3	1.OG	45	33,3	-	42,8	-	43,3	-
IO-34	so1	EG	40	39,3	-	25,4	-	39,5	-
IO-35	no1	1.OG	45	35,8	-	44,4	-	44,9	-
IO-36	w1	1.OG	45	38,1	-	41,3	-	43,0	-
IO-37	w1	1.OG	45	38,3	-	40,4	-	42,5	-

### 5.3 Abschirmung und Reflexion

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

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

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



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

ID	F	G	WEA 1		WEA 2		WEA 3		WEA 4	
			A	R	A	R	A	R	A	R
IO-01	no1	EG	-	ja	-	ja	-	ja	-	ja
IO-02	o0	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-03	o3	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-04	s3	EG	-	ja	-	ja	-	ja	-	ja
IO-05	so1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-06	so1	1.OG	ja	ja	ja	-	ja	-	ja	ja
IO-07	so1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-08	so3	EG	-	-	ja	ja	ja	ja	ja	ja
IO-09	so2	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-10	sw2	2.OG	-	-	-	-	ja	-	-	-
IO-11	sw1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-12	s2	EG	-	ja	-	ja	-	-	-	ja
IO-12	s0	EG	-	ja	-	ja	-	ja	-	ja
IO-13	sw1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-14	w5	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-15	w1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-16	s1	1.OG	ja	-	ja	-	-	-	-	-
IO-17	sw1	1.OG	ja	-	ja	-	-	-	ja	-
IO-18	n1	EG	-	ja	-	ja	-	-	-	-
IO-18	n3	EG	-	-	-	-	-	ja	-	-
IO-19	no3	1.OG	ja	-	ja	-	-	-	-	-
IO-20	nw1	EG	-	-	-	ja	-	ja	-	ja
IO-21	nw1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-22	n1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-23	nw2	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-24	nw3	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	ja
IO-25	nw2	2.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-26	nw0	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-27	w2	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-28	w2	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-

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

ID	F	G	WEA 1		WEA 2		WEA 3		WEA 4	
			A	R	A	R	A	R	A	R
IO-29	w3	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-30	w1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-31	sw2	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-32	sw3	EG	-	-	ja	-	ja	-	-	-
IO-33	w3	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-34	so1	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-35	no1	1.OG	ja	-	-	-	-	-	ja	-
IO-36	w1	1.OG	-	-	-	-	-	-	-	-
IO-37	w1	1.OG	ja	-	ja	-	-	-	-	-

## 6 Beurteilung der schalltechnischen Situation

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

### 6.1 Beurteilung des Tageszeitraums

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

**Tabelle 6.1:** Beurteilungspegel im Tageszeitraum der 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)]	Zusatz- belastung	
				B [dB(A)]	Ü [dB]
IO-01	no1	EG	60	47	-13
IO-02	o0	EG	60	42	-18
IO-03	o1	1.OG	60	40	-20
IO-04	s3	EG	60	41	-19
IO-05	so1	1.OG	60	39	-21
IO-06	so1	1.OG	60	38	-22
IO-07	so1	1.OG	60	40	-20
IO-08	so3	EG	60	42	-18
IO-09	so2	1.OG	60	44	-16
IO-10	sw2	2.OG	60	43	-17

**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)]	Zusatz- belastung	
				B [dB(A)]	Ü [dB]
IO-11	sw1	1.OG	60	44	-16
IO-12	s0	EG	60	45	-15
IO-13	sw1	1.OG	60	44	-16
IO-14	w3	1.OG	60	44	-16
IO-15	w0	EG	60	45	-15
IO-16	s1	1.OG	60	44	-16
IO-17	sw1	1.OG	60	40	-20
IO-18	n3	EG	60	42	-18
IO-19	no3	1.OG	60	42	-18
IO-20	nw1	EG	60	43	-17
IO-21	nw1	1.OG	55	36	-19
IO-22	n1	EG	55	35	-20
IO-23	nw1	EG	55	35	-20
IO-24	nw3	1.OG	55	35	-20
IO-25	nw2	2.OG	55	35	-20
IO-26	nw0	EG	55	36	-19
IO-27	w1	EG	50	31	-19
IO-28	w1	EG	55	36	-19
IO-29	n1	EG	55	36	-19
IO-30	w1	EG	60	36	-24
IO-31	sw1	EG	55	27	-28
IO-32	sw1	EG	50	25	-25
IO-33	w1	1.OG	60	43	-17
IO-34	so1	1.OG	55	26	-29
IO-35	no1	1.OG	60	44	-16
IO-36	w1	1.OG	60	42	-18

**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)]	Zusatz- belastung	
				B [dB(A)]	Ü [dB]
IO-37	w1	1.OG	60	41	-19

Im Tageszeitraum liegt die Zusatzbelastung an dem Immissionsort IO-01 mindestens -13,0 dB unterhalb der Immissionsrichtwerte der TA Lärm [TAL]. Somit liegen alle betrachteten Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereiches der Windenergieanlagen der Zusatzbelastung.

## 6.2 Beurteilung des Nachtzeitraums

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

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

ID	F	G	IRW [dB(A)]	Vor- belastung		Zusatz- belastung		Gesamt- belastung	
				B [dB(A)]	Ü [dB]	B [dB(A)]	Ü [dB]	B [dB(A)]	Ü [dB]
IO-01	no1	EG	45	31	-14	45	0	45	0
IO-02	o0	EG	45	31	-14	40	-5	40	-5
IO-03	o3	1.OG	45	32	-13	38	-7	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-04	s3	EG	45	27	-18	39	-6	39	-6
IO-05	so1	1.OG	45	33	-12	37	-8	39	-6
IO-06	so1	1.OG	45	26	-19	35	-10	36	-9
IO-07	so1	1.OG	45	34	-11	38	-7	40	-5
IO-08	so3	EG	45	33	-12	40	-5	41	-4
IO-09	so2	1.OG	45	33	-12	42	-3	42	-3
IO-10	sw2	2.OG	45	31	-14	41	-4	42	-3
IO-11	sw1	1.OG	45	24	-21	44	-1	44	-1
IO-12	s2	EG	45	38	-7	44	-1	45	0
IO-12	s0	EG	45	32	-13	45	0	45	0
IO-13	sw1	1.OG	45	34	-11	44	-1	44	-1
IO-14	w5	1.OG	45	37	-8	43	-2	44	-1
IO-15	w1	1.OG	45	34	-11	45	0	45	0
IO-16	s1	1.OG	45	36	-9	44	-1	44	-1
IO-17	sw1	1.OG	45	35	-10	40	-5	41	-4
IO-18	n1	EG	45	38	-7	42	-3	43	-2
IO-18	n3	EG	45	37	-8	42	-3	43	-2
IO-19	no3	1.OG	45	34	-11	42	-3	42	-3
IO-20	nw1	EG	45	33	-12	43	-2	44	-1
IO-21	nw1	1.OG	40	38	-2	35	-5	40	0
IO-22	n1	EG	40	38	-2	35	-5	40	0
IO-23	nw2	1.OG	40	38	-2	35	-5	40	0
IO-24	nw3	1.OG	40	39	-1	35	-5	40	0
IO-25	nw2	2.OG	40	37	-3	35	-5	39	-1
IO-26	nw0	EG	40	39	-1	35	-5	40	0
IO-27	w2	1.OG	35	32	-3	31	-4	35	0



**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-28	w2	1.OG	40	37	-3	36	-4	40	0
IO-29	w3	1.OG	40	37	-3	36	-4	40	0
IO-30	w1	EG	45	37	-8	36	-9	40	-5
IO-31	sw2	1.OG	40	38	-2	26	-14	38	-2
IO-32	sw3	EG	35	36	1	24	-11	37	2
IO-33	w3	1.OG	45	33	-12	43	-2	43	-2
IO-34	so1	EG	40	39	-1	25	-15	40	0
IO-35	no1	1.OG	45	36	-9	44	-1	45	0
IO-36	w1	1.OG	45	38	-7	41	-4	43	-2
IO-37	w1	1.OG	45	38	-7	40	-5	43	-2

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	no1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-02	o0	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-03	o3	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-04	s3	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-05	so1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.

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

ID	F	G	Beurteilung
IO-06	so1	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereiches nach TA Lärm.
IO-07	so1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-08	so3	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-09	so2	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-10	sw2	2.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-11	sw1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-12	s2	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-12	s0	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-13	sw1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-14	w5	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-15	w1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-16	s1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-17	sw1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-18	n1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-18	n3	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-19	no3	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-20	nw1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-21	nw1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-22	n1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-23	nw2	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-24	nw3	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-25	nw2	2.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-26	nw0	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-27	w2	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-28	w2	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-29	w3	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-30	w1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-31	sw2	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereiches nach TA Lärm.

**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-32	sw3	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkungsbereiches nach TA Lärm.
IO-33	w3	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-34	so1	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 15 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des erweiterten Einwirkungsbereiches nach TA Lärm.
IO-35	no1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-36	w1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-37	w1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.

## 6.3 Beurteilung Gesamtbetrachtung

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

**Tabelle 6.4:** Auflistung der Betriebsmodi für die Zusatzbelastung

ID	Betriebsmodus tags	Betriebsmodus nachts
WEA 1	OM-0-0	OM-NR-05-0
WEA 2	OM-0-0	OM-0-0
WEA 3	OM-0-0	OM-0-0
WEA 4	OM-0-0	OM-0-0

## 6.4 Spitzenpegel

Windenergieanlagen sind kontinuierlich laufende Maschinen. Spitzenpegelüberschreitungen von 30 dB im Tageszeitraum und von 20 dB im Nachtzeitraum sind im Regelbetrieb nicht zu erwarten. Dieses wird durch eine Vielzahl an Vermessungen unterschiedlicher

Anlagentypen gezeigt. Die Betriebsgeräusche, wie die Azimutverstellung, Lüfter und Hydraulik, sind in der Regel unauffällig.

## 6.5 Abschätzung der Genauigkeit der Prognose

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

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

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

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

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

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

Die Gesamtunsicherheit  $\sigma_{\text{ges}}$  berechnet sich nach folgender 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.

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

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

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

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

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

## 7 Infraschall und tieffrequente Geräusche

In der Literatur wird häufig angegeben, dass der Mensch Töne und Geräusche zwischen 20 Hz und 20 kHz über das Ohr hören kann [ZF99]. Zudem haben Hörversuche ergeben, dass das menschliche Gehör auch Töne unterhalb von 20 Hz wahrnehmen kann, allerdings mit stark steigendem Schalldruckpegel. Die Daten zeigen jedoch einen individuellen Verlauf der Wahrnehmungsschwelle bei den Probanden ([YE74] und [MP04]). Dadurch entstehen größere Unsicherheiten beim Festlegen einer allgemeingültigen Wahrnehmungsschwelle. Die aktuellste Messung der Hörschwelle zwischen 2,5 Hz und 125 Hz wurde mit einem speziellen Einsteckkopfhörer durchgeführt, der sehr hohe Schalldruckpegel ohne Verzerrungen direkt in dem Gehörgang erzeugen konnte. Gemessen wurde hier die Hörschwelle und nicht die Wahrnehmungsschwelle, da keine weiteren Körperregionen von dem Infraschall betroffen waren. Die gemessene Hörschwelle deckt sich mit den bereits in der Literatur beschriebenen Schwellen [KFH15]. Eine Studie von [HSH<sup>+</sup>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<sup>+</sup>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<sup>+</sup>20], wohingegen die natürlichen Quellen in der Regel rein stochastisch sind [KADLM<sup>+</sup>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<sup>+</sup>20].

In der Studie [WKB<sup>+</sup>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<sup>+</sup>20] listet erstmals auf, in welchen Situationen es zu den Beschwerden kommt. Die häufigsten Beschwerden mit 33 % sind auf Windenergieanlagen zur Energieerzeugung und -transport zurückzuführen, gefolgt von raumluftechnischen Windenergieanlagen mit 23 %.

Eine Übersicht zum Thema des umweltbezogenen Gesundheitsschutzes bezogen auf Infraschall und tieffrequente Geräusche fasst die bis zum Erscheinungszeitpunkt erschienene Literatur zusammen und gibt einige Empfehlungen heraus [MHMN07]. Die Studie bezieht alle technischen Infraschallquellen mit ein und ist nicht speziell auf Windenergieanlagen bezogen. Die Studie verweist darauf, dass es keine Hinweise gibt, dass Hörschäden ausschließlich durch Infraschall verursacht werden können. Es wird allerdings empfohlen, dass der Infraschall in Schlafräumen 10 dB unterhalb der Hörschwelle liegen sollte. Die große Messreihe der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) hat eine Vielzahl technischer Infraschallquellen, u.a. auch Windenergieanlagen, in verschiedenen Abständen vermessen, und kommt zu dem Ergebnis, dass die Pegel immer mehr als 10 dB für Frequenzen kleiner als 20 Hz unterhalb der Hörschwelle liegen [RBB<sup>+</sup>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<sup>+</sup>20]. Allerdings gibt es eine kleine Anzahl an Veröffentlichungen, die weiteren Forschungsbedarf sehen. Der zweite Teil dieser Studie bezieht sich auf eigene in Finnland durchgeführte Messungen und Analysen. Er wurde gezeigt, dass der Infraschallpegel unterhalb von 2 Hz in Anwesenheit von Windenergieanlagen um ca. 20 dB höher liegt, als in ruhigen Umgebungen, aber immer noch deutlich unterhalb der menschlichen Wahr-

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

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

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



## 8 Interaktive Karte



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

Nacht unterschieden.

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

## 9 Ortstermin

Der Ortstermin wurde am 23.11.2023 von Dipl.-Ing. (FH) Timm Schaer, M.Sc. durchgeführt. Dieser Termin diente dazu, festzustellen, ob die Informationen vor Ort dem entsprechen, was aus dem Kartenmaterial und den Luftbildern im Vorfeld entnommen werden konnte. Neue Gebäude, Siedlungen oder Windenergieanlagen der Vorbelastung können so gefunden und entsprechend berücksichtigt werden.

### 9.1 Besichtigungsbilder IO-01



**Abbildung 9.1:** Süd-Ostansicht IO-01 (Naendorf 3; 48629 Metelen)

## 9.2 Besichtigungsbilder IO-02



Abbildung 9.2: Südansicht IO-02 (Naendorf 118; 48629 Metelen)

## 9.3 Besichtigungsbilder IO-03



Abbildung 9.3: Nordansicht IO-03 (Weiner 151 a; 48607 Ochtrup)

## 9.4 Besichtigungsbilder IO-04



Abbildung 9.4: Ostansicht IO-04 (Weiner 150a; 48607 Ochtrup)

## 9.5 Besichtigungsbilder IO-05



Abbildung 9.5: Süd-Ostansicht IO-05 (Weiner 161; 48607 Ochtrup)



## 9.6 Besichtigungsbilder IO-06



Abbildung 9.6: Nord-Ostansicht IO-06 (Weiner 168; 48607 Ochtrup)

## 9.7 Besichtigungsbilder IO-07



Abbildung 9.7: Südansicht IO-07 (Weiner 125; 48607 Ochtrup)

## 9.8 Besichtigungsbilder IO-08



Abbildung 9.8: Süd-Ostansicht IO-08 (Weiner 123; 48607 Ochtrup)

## 9.9 Besichtigungsbilder IO-09



Abbildung 9.9: Südansicht IO-09 (Weiner 122; 48607 Ochtrup)

## 9.10 Besichtigungsbilder IO-10



Abbildung 9.10: Westansicht IO-10 (Weiner 121; 48607 Ochtrup)

## 9.11 Besichtigungsbilder IO-11



Abbildung 9.11: Nord-Ostansicht IO-11 (Weiner 118; 48607 Ochtrup)



## 9.12 Besichtigungsbilder IO-12



Abbildung 9.12: Süd-Westansicht IO-12 (Weiner 26; 48607 Ochtrup)

## 9.13 Besichtigungsbilder IO-13



Abbildung 9.13: Süd-Westansicht IO-13 (Naendorf 70; 48629 Metelen)

## 9.14 Besichtigungsbilder IO-14



Abbildung 9.14: Westansicht IO-14 (Naendorf 50; 48629 Metelen)

## 9.15 Besichtigungsbilder IO-15



Abbildung 9.15: Nord-Ostansicht IO-15 (Naendorf 35; 48629 Metelen)

## 9.16 Besichtigungsbilder IO-16



Abbildung 9.16: Südansicht IO-16 (Naendorf 34; 48629 Metelen)

## 9.17 Besichtigungsbilder IO-17



Abbildung 9.17: Nord-Westansicht IO-17 (Naendorf 2; 48629 Metelen)



## 9.18 Besichtigungsbilder IO-18



Abbildung 9.18: Nord-Ostansicht IO-18 (Naendorf 80; 48629 Metelen)

## 9.19 Besichtigungsbilder IO-19



Abbildung 9.19: Nordansicht IO-19 (Naendorf 39; 48629 Metelen)

## 9.20 Besichtigungsbilder IO-20



Abbildung 9.20: Ostansicht IO-20 (Naendorf 67; 48629 Metelen)

## 9.21 Besichtigungsbilder IO-21



Abbildung 9.21: Südansicht IO-21 (An der Umflut 18; 48629 Metelen)

## 9.22 Besichtigungsbilder IO-22



Abbildung 9.22: Süd-Westansicht IO-22 (An der Umflut 4; 48629 Metelen)

## 9.23 Besichtigungsbilder IO-23



Abbildung 9.23: Süd-Westansicht IO-23 (Kolpingstraße 21; 48629 Metelen)



## 9.24 Besichtigungsbilder IO-24



Abbildung 9.24: Westansicht IO-24 (Ochtruper Damm 28; 48629 Metelen)

## 9.25 Besichtigungsbilder IO-25



Abbildung 9.25: Nordansicht IO-25 (Kolpingstraße 15; 48629 Metelen)

## 9.26 Besichtigungsbilder IO-26



**Abbildung 9.26:** Nord-Westansicht IO-26 (Langenkamp 12; 48629 Metelen)

## 9.27 Besichtigungsbilder IO-27



**Abbildung 9.27:** Nord-Westansicht IO-27 (Im Stiftsgarten 10; 48629 Metelen)



## 9.28 Besichtigungsbilder IO-28



Abbildung 9.28: Westansicht IO-28 (Adenauerstraße 50; 48629 Metelen)

## 9.29 Besichtigungsbilder IO-29



Abbildung 9.29: Nordansicht IO-29 (Kurt-Schumacher-Straße 2; 48629 Metelen)



**Abbildung 9.30:** Süd-Westansicht IO-29 (Kurt-Schumacher-Straße 2; 48629 Metelen)

### 9.30 Besichtigungsbilder IO-30



**Abbildung 9.31:** Süd-Westansicht IO-30 (Naendorf 8; 48629 Metelen)

### 9.31 Besichtigungsbilder IO-31



Abbildung 9.32: Nordansicht IO-31 (Dietrich-Bonhoeffer-Straße 36; 48607 Ochtrup)

### 9.32 Besichtigungsbilder IO-32



Abbildung 9.33: Westansicht IO-32 (Dietrich-Bonhoeffer-Straße 33; 48607 Ochtrup)

### 9.33 Besichtigungsbilder IO-33



Abbildung 9.34: Nord-Westansicht IO-33 (Naendorf 2 a; 48629 Metelen)

### 9.34 Besichtigungsbilder IO-34



Abbildung 9.35: Nordansicht IO-34 (Sandkuhle 47; 48607 Ochtrup)



# Literaturverzeichnis

- [BKH<sup>+</sup>20] Blumendeller, Esther ; Kimmig, Ivo ; Huber, Gerhard ; Rettler, Philipp ; Cheng, Po W.: Investigations on Low Frequency Noises of On-Shore Wind Turbines. In: Acoustics 2 (2020), Nr. 2, 343–365. <http://dx.doi.org/10.3390/acoustics2020020>. – DOI 10.3390/acoustics2020020. – ISSN 2624–599X
- [DINa] DIN 1333:1992-02 - Zahlenangaben
- [DINb] DIN 45680:1997-03 - Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft
- [DINc] DIN 45680:2020-06 - Entwurf - Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschemissionen
- [DIND] DIN ISO 9613-2:1999-10 - Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren
- [HSH<sup>+</sup>07] Hensel, Johannes ; Scholz, Günther ; Hurttig, Ulrike ; Mrowinski, Dieter ; Janssen, Thomas: Impact of infrasound on the human cochlea. In: Hearing Research 233 (2007), Nr. 1, 67–76. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heares.2007.07.004>. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.heares.2007.07.004>. – ISSN 0378–5955
- [Int] Dokumentation zur Schallausbreitung - Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschemissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1
- [KADLM<sup>+</sup>20] Krahé, Detlef ; Alaimo Di Loro, Alexander ; Müller, Uwe ; Elmenhorst, Eva-Maria ; De Gioannis, Riccardo ; Schmitt, Stefan ; Belke, Christin ; Benz, Sarah ; Großarth, Stephan ; Schreckenberger, Dirk ; Eulitz, Christian ; Wiercinski, Bianca ; Möhler, Ulrich: Lärmwirkungen von Infraschallmissionen. Umweltbundesamt, 2020 (TEXTE 163/2020)
- [KB18] Kamp, Irene van ; Berg, Frits van d.: Health Effects Related to Wind Turbine Sound, Including Low-Frequency Sound and Infrasound. In: Acoustics Australia 46 (2018), April, Nr. 1, 31–57. <http://dx.doi.org/10.1007/s40857-017-0115-6>. – DOI 10.1007/s40857-017-0115-6. – ISSN 1839–2571

- [KFH15] Kuehler, Robert ; Fedtke, Thomas ; Hensel, Johannes: Infrasonic and low-frequency insert earphone hearing threshold. In: The Journal of the Acoustical Society of America 137 (2015), Nr. 4, S. EL347–EL353. <http://dx.doi.org/10.1121/1.4916795>. – DOI 10.1121/1.4916795. – \_eprint: <https://doi.org/10.1121/1.4916795>
- [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<sup>+</sup>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<sup>+</sup>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<sup>+</sup>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<sup>+</sup>15] Weichenberger, Markus ; Kühler, Robert ; Bauer, Martin ; Hensel, Johannes ; Brühl, Rüdiger ; Ihlenfeld, Albrecht ; Ittermann, Bernd ; Gallinat, Jürgen ; Koch, Christian ; Sander, Tilmann ; Kühn, Simone: Brief bursts of infrasound may improve cognitive function – An fMRI study. In: Hearing Research 328 (2015), 87–93. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heares.2015.08.001>. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.heares.2015.08.001>. – ISSN 0378-5955
- [YE74] Yeowart, Norman S. ; Evans, Margaret J.: Thresholds of audibility for very low-frequency pure tones. In: The Journal of the Acoustical Society of America 55 (1974), Nr. 4, S. 814–818. <http://dx.doi.org/10.1121/1.1914605>. – DOI 10.1121/1.1914605
- [YST14] Yokoyama, Sakae ; Sakamoto, Shinichi ; Tachibana, Hideki: Perception of low frequency components in wind turbine noise. In: Noise Control

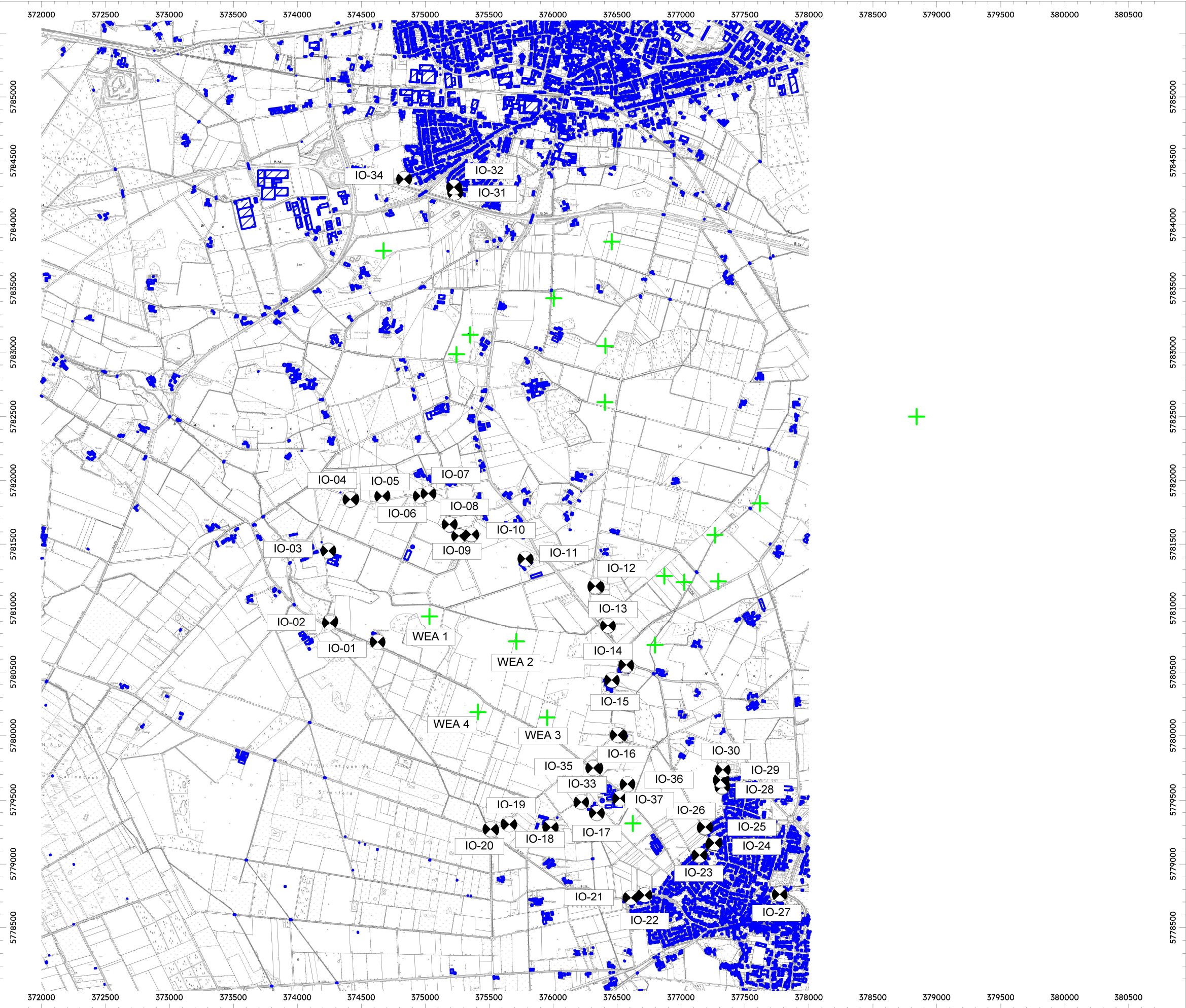
Engineering Journal 62 (2014), September. <http://dx.doi.org/10.3397/1/376228>. – DOI 10.3397/1/376228

[ZF99] Zwicker, Eberhard ; Fastl, Hugo: Psychoacoustics. second updated. Berlin, Heidelberg : Springer, 1999 (Springer Series in Information Sciences)



# A Lageplan des untersuchten Gebietes

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



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

**Projekt-Nr.: NE-B-130044**  
**Lageplan**

Lageplan für den Standort  
48629 Metelen 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	tags	nachts			Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]	[m]	[m]	[m]
IO-01	no1	1.OG	Naendorf 3, 48629 Metelen			Industrie	5,0	r	374.626,30	5.780.735,94	58,0
			MI	60	45						
IO-01	no1	EG	Naendorf 3, 48629 Metelen			Industrie	2,5	r	374.626,30	5.780.735,94	55,5
			MI	60	45						
IO-01	no3	1.OG	Naendorf 3, 48629 Metelen			Industrie	5,0	r	374.628,09	5.780.733,61	58,0
			MI	60	45						
IO-01	no3	EG	Naendorf 3, 48629 Metelen			Industrie	2,5	r	374.628,09	5.780.733,61	55,5
			MI	60	45						
IO-02	o0	EG	Naendorf 118, 48629 Metelen			Industrie	2,5	r	374.258,72	5.780.899,52	53,6
			MI	60	45						
IO-02	o2	EG	Naendorf 118, 48629 Metelen			Industrie	2,5	r	374.256,37	5.780.893,11	53,6
			MI	60	45						
IO-02	o4	EG	Naendorf 118, 48629 Metelen			Industrie	2,5	r	374.253,78	5.780.886,00	53,6
			MI	60	45						
IO-03	o1	1.OG	Weiner 151 a, 48607 Ochtrup			Industrie	5,0	r	374.243,44	5.781.451,22	56,7
			MI	60	45						
IO-03	o1	EG	Weiner 151 a, 48607 Ochtrup			Industrie	2,5	r	374.243,44	5.781.451,22	54,2
			MI	60	45						
IO-03	o3	1.OG	Weiner 151 a, 48607 Ochtrup			Industrie	5,0	r	374.242,79	5.781.447,17	56,7
			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 [dB(A)]		nachts [dB(A)]	[m]	r	Ostwert [m]	Nordwert [m]
IO-03	o3	EG	Weiner 151 a, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	374.242,79	5.781.447,17	54,2
IO-04	o1	1.OG	Weiner 150a, 48607 Ochtrup				Industrie	5,0	r	374.424,07	5.781.856,16	58,0
IO-04	o1	EG	Weiner 150a, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	374.424,07	5.781.856,16	55,5
IO-04	o3	1.OG	Weiner 150a, 48607 Ochtrup				Industrie	5,0	r	374.422,67	5.781.851,82	58,0
IO-04	o3	EG	Weiner 150a, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	374.422,67	5.781.851,82	55,5
IO-04	s1	EG	Weiner 150a, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	374.418,39	5.781.850,00	55,5
IO-04	s2	1.OG	Weiner 150a, 48607 Ochtrup				Industrie	5,0	r	374.415,81	5.781.850,83	58,0
IO-04	s3	EG	Weiner 150a, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	374.413,24	5.781.851,66	55,5
IO-05	so1	1.OG	Weiner 161, 48607 Ochtrup				Industrie	5,0	r	374.666,76	5.781.880,86	59,0
IO-05	so1	EG	Weiner 161, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	374.666,76	5.781.880,86	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-05	so3	1.OG	Weiner 161, 48607 Ochtrup				Industrie	5,0	r	374.662,80	5.781.877,73	59,0
IO-05	so3	EG	Weiner 161, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	374.662,80	5.781.877,73	56,5
IO-06	so1	1.OG	Weiner 168, 48607 Ochtrup				Industrie	5,0	r	374.965,77	5.781.879,15	59,0
IO-06	so1	EG	Weiner 168, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	374.965,77	5.781.879,15	56,5
IO-06	so3	1.OG	Weiner 168, 48607 Ochtrup				Industrie	5,0	r	374.963,17	5.781.878,65	59,0
IO-06	so3	EG	Weiner 168, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	374.963,17	5.781.878,65	56,5
IO-07	so1	1.OG	Weiner 125, 48607 Ochtrup				Industrie	5,0	r	375.026,70	5.781.898,33	59,2
IO-07	so1	EG	Weiner 125, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	375.026,70	5.781.898,33	56,8
IO-07	so2	1.OG	Weiner 125, 48607 Ochtrup				Industrie	5,0	r	375.025,45	5.781.898,02	59,2
IO-07	so3	EG	Weiner 125, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	375.024,19	5.781.897,71	56,7

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-08	so1	EG	Weiner 123, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	375.192,56	5.781.659,33	57,5
			MI	60	45							
IO-08	so3	EG	Weiner 123, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	375.187,83	5.781.658,04	57,5
			MI	60	45							
IO-09	so1	EG	Weiner 122, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	375.268,43	5.781.566,42	57,7
			MI	60	45							
IO-09	so2	1.OG	Weiner 122, 48607 Ochtrup				Industrie	5,0	r	375.265,72	5.781.565,13	60,2
			MI	60	45							
IO-09	so3	EG	Weiner 122, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	375.263,02	5.781.563,84	57,7
			MI	60	45							
IO-10	sw2	1.OG	Weiner 121, 48607 Ochtrup				Industrie	5,0	r	375.360,80	5.781.574,09	61,0
			MI	60	45							
IO-10	sw2	2.OG	Weiner 121, 48607 Ochtrup				Industrie	7,8	r	375.360,80	5.781.574,09	63,8
			MI	60	45							
IO-10	sw3	2.OG	Weiner 121, 48607 Ochtrup				Industrie	7,8	r	375.360,11	5.781.576,66	63,8
			MI	60	45							
IO-10	sw4	1.OG	Weiner 121, 48607 Ochtrup				Industrie	5,0	r	375.359,72	5.781.578,16	61,0
			MI	60	45							
IO-11	sw1	1.OG	Weiner 118, 48607 Ochtrup				Industrie	5,0	r	375.786,10	5.781.381,91	61,4
			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	nachts		[m]		Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]				[m]	[m]	[m]
IO-11	sw1	EG	Weiner 118, 48607 Ochtrup MI	60	45	Industrie	2,5	r	375.786,10	5.781.381,91	58,9
IO-11	sw3	1.OG	Weiner 118, 48607 Ochtrup MI	60	45	Industrie	5,0	r	375.782,06	5.781.386,49	61,4
IO-11	sw3	EG	Weiner 118, 48607 Ochtrup MI	60	45	Industrie	2,5	r	375.782,06	5.781.386,49	58,9
IO-12	s0	EG	Weiner 26, 48607 Ochtrup MI	60	45	Industrie	2,5	r	376.341,69	5.781.165,30	56,5
IO-12	s2	EG	Weiner 26, 48607 Ochtrup MI	60	45	Industrie	2,5	r	376.336,61	5.781.164,79	56,5
IO-12	s3	1.OG	Weiner 26, 48607 Ochtrup MI	60	45	Industrie	5,0	r	376.333,32	5.781.164,45	59,0
IO-12	s4	EG	Weiner 26, 48607 Ochtrup MI	60	45	Industrie	2,5	r	376.331,30	5.781.164,25	56,5
IO-12	w1	1.OG	Weiner 26, 48607 Ochtrup MI	60	45	Industrie	5,0	r	376.329,44	5.781.167,17	59,0
IO-12	w1	EG	Weiner 26, 48607 Ochtrup MI	60	45	Industrie	2,5	r	376.329,44	5.781.167,17	56,5
IO-12	w3	1.OG	Weiner 26, 48607 Ochtrup MI	60	45	Industrie	5,0	r	376.328,74	5.781.172,54	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]		Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]				[m]	[m]	[m]
IO-12	w3	EG	Weiner 26, 48607 Ochtrup				Industrie	2,5	r	376.328,74	5.781.172,54	56,5
			MI	60	45							
IO-13	sw1	1.OG	Naendorf 70, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.429,64	5.780.860,90	59,0
			MI	60	45							
IO-13	sw1	EG	Naendorf 70, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.429,63	5.780.860,93	56,5
			MI	60	45							
IO-13	sw3	1.OG	Naendorf 70, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.428,41	5.780.863,31	59,0
			MI	60	45							
IO-13	sw3	EG	Naendorf 70, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.428,41	5.780.863,31	56,5
			MI	60	45							
IO-14	w1	1.OG	Naendorf 50, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.571,34	5.780.546,60	59,1
			MI	60	45							
IO-14	w1	EG	Naendorf 50, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.571,34	5.780.546,60	56,6
			MI	60	45							
IO-14	w3	1.OG	Naendorf 50, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.571,85	5.780.551,22	59,1
			MI	60	45							
IO-14	w5	1.OG	Naendorf 50, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.571,59	5.780.555,92	59,1
			MI	60	45							
IO-14	w5	EG	Naendorf 50, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.571,59	5.780.555,92	56,6
			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		[m]		Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]		[m]	[m]	[m]
IO-15	w0	EG	Naendorf 35, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.459,29	5.780.433,77	57,5
IO-15	w1	1.OG	Naendorf 35, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.459,15	5.780.435,15	60,0
IO-15	w2	1.OG	Naendorf 35, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.459,02	5.780.436,53	60,0
IO-15	w2	EG	Naendorf 35, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.459,02	5.780.436,53	57,5
IO-15	w3	1.OG	Naendorf 35, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.458,88	5.780.437,91	60,0
IO-15	w3	EG	Naendorf 35, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.458,88	5.780.437,91	57,5
IO-16	s1	1.OG	Naendorf 34, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.521,05	5.780.000,87	60,0
IO-16	s1	EG	Naendorf 34, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.521,05	5.780.000,87	57,5
IO-16	s2	1.OG	Naendorf 34, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.518,28	5.780.001,61	60,0
IO-16	s3	EG	Naendorf 34, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.515,50	5.780.002,34	57,5

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-16	s5	EG	Naendorf 34, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.509,72	5.780.003,86	57,5
IO-16	s6	1.OG	Naendorf 34, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.507,16	5.780.004,53	60,0
IO-16	s7	1.OG	Naendorf 34, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.504,39	5.780.005,26	60,0
IO-16	s7	EG	Naendorf 34, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.504,39	5.780.005,26	57,5
IO-17	sw1	1.OG	Naendorf 2, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.342,46	5.779.394,28	61,0
IO-17	sw1	EG	Naendorf 2, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.342,46	5.779.394,28	58,5
IO-17	sw3	1.OG	Naendorf 2, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.340,49	5.779.398,63	61,0
IO-17	sw3	EG	Naendorf 2, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.340,49	5.779.398,63	58,5
IO-18	n1	1.OG	Naendorf 80, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	375.975,30	5.779.288,23	61,6
IO-18	n1	EG	Naendorf 80, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	375.975,30	5.779.288,23	59,1

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]	[m]	Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-18	n3	1.OG	Naendorf 80, 48629 Metelen MI	60	45	Industrie	5,0	r	375.982,68	5.779.285,80	61,6
IO-18	n3	EG		60	45		2,5	r	375.982,68	5.779.285,80	59,1
IO-19	no1	1.OG	Naendorf 39, 48629 Metelen MI	60	45	Industrie	5,0	r	375.649,08	5.779.313,80	60,0
IO-19	no1	EG		60	45		2,5	r	375.649,00	5.779.313,86	57,5
IO-19	no3	1.OG	Naendorf 39, 48629 Metelen MI	60	45	Industrie	5,0	r	375.656,60	5.779.308,06	60,0
IO-19	no3	EG		60	45		2,5	r	375.656,67	5.779.308,01	57,5
IO-20	no1	1.OG	Naendorf 67, 48629 Metelen MI	60	45	Industrie	5,0	r	375.514,28	5.779.269,48	59,0
IO-20	no1	EG		60	45		2,5	r	375.514,28	5.779.269,48	56,5
IO-20	no3	1.OG	Naendorf 67, 48629 Metelen MI	60	45	Industrie	5,0	r	375.516,78	5.779.263,89	59,0
IO-20	no3	EG		60	45		2,5	r	375.516,78	5.779.263,89	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	nachts		[m]		Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]				[m]	[m]	[m]
IO-20	nw1	1.OG	Naendorf 67, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	375.508,64	5.779.270,97	59,0
			MI	60	45							
IO-20	nw1	EG	Naendorf 67, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	375.508,64	5.779.270,97	56,5
			MI	60	45							
IO-20	nw3	1.OG	Naendorf 67, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	375.510,82	5.779.271,97	59,0
			MI	60	45							
IO-20	nw3	EG	Naendorf 67, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	375.510,82	5.779.271,97	56,5
			MI	60	45							
IO-21	nw1	1.OG	An der Umflut 18, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.602,74	5.778.736,12	61,0
			WA	55	40							
IO-21	nw1	EG	An der Umflut 18, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.602,74	5.778.736,12	58,5
			WA	55	40							
IO-21	nw3	1.OG	An der Umflut 18, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.607,73	5.778.737,17	61,0
			WA	55	40							
IO-21	nw3	EG	An der Umflut 18, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.607,73	5.778.737,17	58,5
			WA	55	40							
IO-22	n1	EG	An der Umflut 4, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.710,19	5.778.757,33	58,7
			WA	55	40							
IO-22	n2	1.OG	An der Umflut 4, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.712,65	5.778.757,23	61,2
			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	nachts		[m]	[m]	Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]				[m]	[m]	[m]
IO-22	n3	EG	An der Umflut 4, 48629 Metelen									
			WA	55	40	Industrie	2,5	r	376.715,11	5.778.757,13	58,8	
IO-23	nw1	EG	Kolpingstraße 21, 48629 Metelen									
			WA	55	40	Industrie	2,5	r	377.139,79	5.779.065,91	59,4	
IO-23	nw2	1.OG	Kolpingstraße 21, 48629 Metelen									
			WA	55	40	Industrie	5,0	r	377.142,37	5.779.068,13	61,9	
IO-23	nw3	EG	Kolpingstraße 21, 48629 Metelen									
			WA	55	40	Industrie	2,5	r	377.145,28	5.779.069,97	59,4	
IO-24	nw1	1.OG	Ochtruper Damm 28, 48629 Metelen									
			WA	55	40	Industrie	5,0	r	377.249,58	5.779.151,52	62,0	
IO-24	nw2	2.OG	Ochtruper Damm 28, 48629 Metelen									
			WA	55	40	Industrie	7,8	r	377.251,33	5.779.152,59	64,8	
IO-24	nw2	EG	Ochtruper Damm 28, 48629 Metelen									
			WA	55	40	Industrie	2,5	r	377.251,33	5.779.152,59	59,5	
IO-24	nw3	1.OG	Ochtruper Damm 28, 48629 Metelen									
			WA	55	40	Industrie	5,0	r	377.253,08	5.779.153,67	62,0	
IO-24	nw3	EG	Ochtruper Damm 28, 48629 Metelen									
			WA	55	40	Industrie	2,5	r	377.253,08	5.779.153,67	59,5	
IO-25	nw1	1.OG	Kolpingstraße 15, 48629 Metelen									
			WA	55	40	Industrie	5,0	r	377.254,50	5.779.161,17	62,0	

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]	r	Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-25	nw2	2.OG	Kolpingstraße 15, 48629 Metelen			Industrie	7,8	r	377.256,92	5.779.162,67	64,8
			WA	55	40						
IO-25	nw2	EG	Kolpingstraße 15, 48629 Metelen			Industrie	2,5	r	377.256,92	5.779.162,67	59,5
			WA	55	40						
IO-25	nw3	1.OG	Kolpingstraße 15, 48629 Metelen			Industrie	5,0	r	377.259,33	5.779.164,17	62,0
			WA	55	40						
IO-25	nw4	EG	Kolpingstraße 15, 48629 Metelen			Industrie	2,5	r	377.260,83	5.779.165,10	59,5
			WA	55	40						
IO-26	nw0	EG	Langenkamp 12, 48629 Metelen			Industrie	2,5	r	377.183,11	5.779.283,30	59,2
			WA	55	40						
IO-26	nw1	1.OG	Langenkamp 12, 48629 Metelen			Industrie	5,0	r	377.184,59	5.779.284,23	61,7
			WA	55	40						
IO-26	nw2	1.OG	Langenkamp 12, 48629 Metelen			Industrie	5,0	r	377.187,17	5.779.285,84	61,8
			WA	55	40						
IO-26	nw2	EG	Langenkamp 12, 48629 Metelen			Industrie	2,5	r	377.187,17	5.779.285,84	59,2
			WA	55	40						
IO-26	nw3	1.OG	Langenkamp 12, 48629 Metelen			Industrie	5,0	r	377.189,76	5.779.287,46	61,8
			WA	55	40						
IO-27	w1	EG	Im Stiftsgarten 10, 48629 Metelen			Industrie	2,5	r	377.771,40	5.778.759,44	58,7
			WR	50	35						

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-27	w2	1.OG	Im Stiftsgarten 10, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	377.771,42	5.778.761,74
			WR	50	35						
IO-27	w3	EG	Im Stiftsgarten 10, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	377.771,44	5.778.764,05
			WR	50	35						
IO-28	w1	EG	Adenauerstraße 50, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	377.321,54	5.779.602,61
			WA	55	40						
IO-28	w2	1.OG	Adenauerstraße 50, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	377.321,71	5.779.605,80
			WA	55	40						
IO-28	w3	EG	Adenauerstraße 50, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	377.321,89	5.779.608,99
			WA	55	40						
IO-29	n1	EG	Kurt-Schumacher-Straße 2, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	377.312,64	5.779.660,33
			MI	55	40						
IO-29	n3	EG	Kurt-Schumacher-Straße 2, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	377.318,49	5.779.660,97
			MI	55	40						
IO-29	w1	1.OG	Kurt-Schumacher-Straße 2, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	377.310,29	5.779.653,01
			WA	55	40						
IO-29	w1	EG	Kurt-Schumacher-Straße 2, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	377.310,29	5.779.653,01
			WA	55	40						
IO-29	w3	1.OG	Kurt-Schumacher-Straße 2, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	377.309,79	5.779.657,49
			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	nachts			Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
					[dB(A)]	[dB(A)]		[m]	[m]	[m]	[m]
<b>IO-29</b>	w3	EG	Kurt-Schumacher-Straße 2, 48629 Metelen								
			WA	55	40	Industrie	2,5	r	377.309,79	5.779.657,49	58,5
<b>IO-30</b>	w1	EG	Naendorf 8, 48629 Metelen								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	377.326,99	5.779.735,97	58,5
<b>IO-31</b>	sw1	EG	Dietrich-Bonhoeffer-Straße 36, 48607 Ochtrup								
			WA	55	40	Industrie	2,5	r	375.234,90	5.784.250,67	60,2
<b>IO-31</b>	sw2	1.OG	Dietrich-Bonhoeffer-Straße 36, 48607 Ochtrup								
			WA	55	40	Industrie	5,0	r	375.233,02	5.784.251,26	62,7
<b>IO-31</b>	sw3	EG	Dietrich-Bonhoeffer-Straße 36, 48607 Ochtrup								
			WA	55	40	Industrie	2,5	r	375.231,09	5.784.251,86	60,2
<b>IO-32</b>	sw1	EG	Dietrich-Bonhoeffer-Straße 33, 48607 Ochtrup								
			WR	50	35	Industrie	2,5	r	375.227,57	5.784.290,37	59,8
<b>IO-32</b>	sw3	EG	Dietrich-Bonhoeffer-Straße 33, 48607 Ochtrup								
			WR	50	35	Industrie	2,5	r	375.224,18	5.784.293,48	59,7
<b>IO-33</b>	w1	1.OG	Naendorf 2 a, 48629 Metelen								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	376.219,19	5.779.482,29	61,0
<b>IO-33</b>	w1	EG	Naendorf 2 a, 48629 Metelen								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	376.219,19	5.779.482,29	58,5
<b>IO-33</b>	w3	1.OG	Naendorf 2 a, 48629 Metelen								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	376.219,73	5.779.486,38	61,0

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-33	w3	EG	Naendorf 2 a, 48629 Metelen MI	60	45	Industrie	2,5	r	376.219,73	5.779.486,38	58,5
IO-34	so1	1.OG	Sandkuhle 47, 48607 Ochtrup WA	55	40	Industrie	5,0	r	374.836,65	5.784.357,40	62,0
IO-34	so1	EG	Sandkuhle 47, 48607 Ochtrup WA	55	40	Industrie	2,5	r	374.836,65	5.784.357,40	59,5
IO-34	so3	1.OG	Sandkuhle 47, 48607 Ochtrup WA	55	40	Industrie	5,0	r	374.832,19	5.784.355,80	62,0
IO-34	so3	EG	Sandkuhle 47, 48607 Ochtrup WA	55	40	Industrie	2,5	r	374.832,19	5.784.355,80	59,5
IO-35	no1	1.OG	Naendorf 44, 48629 Metelen MI	60	45	Industrie	5,0	r	376.319,50	5.779.759,24	61,0
IO-35	no1	EG	Naendorf 44, 48629 Metelen MI	60	45	Industrie	2,5	r	376.319,50	5.779.759,24	58,5
IO-35	no3	1.OG	Naendorf 44, 48629 Metelen MI	60	45	Industrie	5,0	r	376.331,01	5.779.750,22	61,0
IO-35	no3	EG	Naendorf 44, 48629 Metelen MI	60	45	Industrie	2,5	r	376.331,01	5.779.750,22	58,5
IO-35	sw1	1.OG	Naendorf 44, 48629 Metelen MI	60	45	Industrie	5,0	r	376.324,41	5.779.741,42	61,0

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-35	sw1	EG	Naendorf 44, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.324,41	5.779.741,42	58,5
			MI	60	45							
IO-35	sw3	1.OG	Naendorf 44, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.312,58	5.779.750,67	61,0
			MI	60	45							
IO-35	sw3	EG	Naendorf 44, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.312,58	5.779.750,67	58,5
			MI	60	45							
IO-36	w1	1.OG	Naendorf 1a, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.579,70	5.779.621,32	60,1
			MI	60	45							
IO-36	w1	EG	Naendorf 1a, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.579,70	5.779.621,32	57,6
			MI	60	45							
IO-36	w3	1.OG	Naendorf 1a, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.581,50	5.779.626,32	60,0
			MI	60	45							
IO-36	w3	EG	Naendorf 1a, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.581,50	5.779.626,32	57,5
			MI	60	45							
IO-37	n1	1.OG	Naendorf 1, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.528,26	5.779.521,28	61,0
			MI	60	45							
IO-37	n1	EG	Naendorf 1, 48629 Metelen				Industrie	2,5	r	376.528,26	5.779.521,28	58,5
			MI	60	45							
IO-37	n3	1.OG	Naendorf 1, 48629 Metelen				Industrie	5,0	r	376.531,68	5.779.521,50	60,9
			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-37	n3	EG	Naendorf 1, 48629 Metelen MI	60	45	Industrie	2,5	r	376.531,68	5.779.521,50	58,4
IO-37	w1	1.OG		60	45		5,0	r	376.521,78	5.779.507,90	61,0
IO-37	w1	EG	Naendorf 1, 48629 Metelen MI	60	45	Industrie	2,5	r	376.521,78	5.779.507,90	58,5
IO-37	w3	1.OG		60	45		5,0	r	376.521,33	5.779.515,30	61,0
IO-37	w3	EG	Naendorf 1, 48629 Metelen MI	60	45	Industrie	2,5	r	376.521,33	5.779.515,30	58,5
IO-37	w3	EG		60	45		2,5	r	376.521,33	5.779.515,30	58,5

## **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 <sub>N</sub> [m]	Koordinaten		
						Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
WEA 01	Mode 101.5dB	Anlagentyp: E-66 NH:98.8m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 101.5dB 101,5	0,0	101,5	98,8	374.674,00	5.783.796,00	54,0
WEA 03	Mode 101.3dB	Anlagentyp: TW600e NH:70m (Tacke GmbH) – Spektrum: Mode 101.3dB 101,3	0,0	101,3	70,0	375.351,00	5.783.139,00	57,0
WEA 04	Mode 101.3dB	Anlagentyp: TW600e NH:70m (Tacke GmbH) – Spektrum: Mode 101.3dB 101,3	0,0	101,3	70,0	375.244,00	5.782.984,00	57,0
WEA 05	Mode 103.3dB	Anlagentyp: GE 1.5sl NH:85m (GE Wind) – Spektrum: Mode 103.3dB 103,3	0,0	103,3	85,0	376.458,00	5.783.867,00	52,0
WEA 06	Mode 103.3dB	Anlagentyp: GE 1.5sl NH:85m (GE Wind) – Spektrum: Mode 103.3dB 103,3	0,0	103,3	85,0	376.005,00	5.783.423,00	54,3
WEA 07	Mode 101.9dB	Anlagentyp: E82 E2 NH:108.3m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 101.9dB 101,9	0,0	101,9	108,3	376.409,00	5.783.051,00	52,4
WEA 09	Mode 102.9dB	Anlagentyp: E70 NH:113.5m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 102.9dB 102,9	0,0	102,9	113,5	377.617,00	5.781.822,00	51,3

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

ID	Modus	SLP [dB(A)]	Sicherheitszuschlag nachts [dB]	Schallleistungspegel immissionsrelevant nachts [dB(A)]	Naben- höhe h <sub>N</sub> [m]	Koordinaten		
						Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
WEA 10	Mode 102.9dB	Anlagentyp: E70 NH:113.5m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 102.9dB 102,9	0,0	102,9	113,5	377.265,00	5.781.571,00	52,1
WEA 11	Mode 102.3dB	Anlagentyp: E44 NH:77.9m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 102.3dB 102,3	0,0	102,3	77,9	376.870,00	5.781.251,00	53,9
WEA 12	Mode 103.3dB	Anlagentyp: E44 NH:77.9m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 103.3dB 103,3	0,0	103,3	77,9	377.025,00	5.781.203,00	53,0
WEA 13	Mode 98.5dB	Anlagentyp: E70 NH:113.5m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 98.5dB 98,5	0,0	98,5	113,5	377.291,00	5.781.209,00	52,6
WEA 14	Mode 101.5dB	Anlagentyp: E66 NH:114m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 101.5dB 101,5	0,0	101,5	114,0	376.796,00	5.780.711,00	53,0
WEA 15	Mode 102.1dB	Anlagentyp: E58 NH:70.5m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 102.1dB 102,1	0,0	102,1	70,5	376.624,00	5.779.316,00	56,0
WEA 16	Mode 103.2dB	Anlagentyp: E-160 EP5 E3 NH:166m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 103.2dB 103,2	0,0	103,2	166,0	376.405,00	5.782.611,00	53,0

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

ID	Modus	SLP [dB(A)]	Sicherheitszuschlag nachts [dB]	Schallleistungspegel immissionsrelevant nachts [dB(A)]	Naben- höhe $h_N$ [m]	Koordinaten			Höhe N.N. [m]
						Ostwert [m]	Nordwert [m]		
WEA 17	Mode 106.8dB	106,8	0,0	106,8	166,0	378.842,00	5.782.500,00		49,0
Anlagentyp: E-160 EP5 E3 NH:166m (Enercon GmbH) – Spektrum: Mode 106.8dB									

Tabelle D.2: Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Tageszeitraum

ID	Modus	SLP [dB(A)]	Sicherheitszuschlag		Schallleistungspegel immissionsrelevant		Naben- höhe h <sub>N</sub> [m]	Koordinaten		
			tags [dB]	abends [dB]	tags [dB(A)]	abends [dB(A)]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
WEA 1	OM-0-0	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0 106,5	2,1	2,1	108,6	108,6	162,0	375.034,00	5.780.937,00	53,0
WEA 2	OM-0-0	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0 106,5	2,1	2,1	108,6	108,6	162,0	375.713,00	5.780.738,00	54,0
WEA 3	OM-0-0	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0 106,5	2,1	2,1	108,6	108,6	162,0	375.953,00	5.780.141,00	55,8
WEA 4	OM-0-0	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0 106,5	2,1	2,1	108,6	108,6	162,0	375.412,00	5.780.187,00	54,0



Tabelle D.3: Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP [dB(A)]	Sicherheitszuschlag  nachts [dB]	Schallleistungspegel immissionsrelevant  nachts [dB(A)]	Naben- höhe h <sub>N</sub> [m]	Koordinaten		
						Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
WEA 1	OM-NR-05-0	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-NR-05-0						
		102,0	2,1	104,1	162,0	375.034,00	5.780.937,00	53,0
WEA 2	OM-0-0	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0						
		106,5	2,1	108,6	162,0	375.713,00	5.780.738,00	54,0
WEA 3	OM-0-0	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0						
		106,5	2,1	108,6	162,0	375.953,00	5.780.141,00	55,8
WEA 4	OM-0-0	Anlagentyp: E-175 EP5 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0						
		106,5	2,1	108,6	162,0	375.412,00	5.780.187,00	54,0

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

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)]		
			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000		kt	ktn	ki
Mode 101.5dB	E-66 NH:98.8m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 101.5dB, Quelle: Schallimmissionsprognose														
	Windenergieprojekt Metelen. Mai 2022														
	Oktavbandspektrum exkl. SZ														
	L <sub>w</sub>	A	79,7	87,5	91,2	93,6	95,7	96,6	91,5	82,5	76,1	101,5	120,5	0	0
Mode 101.3dB	TW600e NH:70m (Tacke GmbH) - Modus: Mode 101.3dB, Quelle: Schallimmissionsprognose														
	Windenergieprojekt Metelen. Mai 2022														
	Oktavbandspektrum exkl. SZ														
	L <sub>w</sub>	A	-80,0	81,8	88,9	91,3	93,2	95,8	95,8	91,9	79,1	101,3	110,7	0	0
Mode 103.3dB	GE 1.5sl NH:85m (GE Wind) - Modus: Mode 103.3dB, Quelle: Schallimmissionsprognose Windenergieprojekt Metelen. Mai 2022														
	Oktavbandspektrum exkl. SZ														
	L <sub>w</sub>	A	-80,0	86,2	92,2	95,6	97,3	98,6	94,3	81,4	67,1	103,3	114,6	0	0
Mode 101.9dB	E82 E2 NH:108.3m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 101.9dB, Quelle: Schallimmissionsprognose														
	Windenergieprojekt Metelen. Mai 2022														
	Oktavbandspektrum exkl. SZ														
	L <sub>w</sub>	A	-80,0	85,9	92,7	95,8	95,3	95,0	94,2	86,2	69,9	101,9	114,4	0	0
Mode 102.9dB	E70 NH:113.5m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 102.9dB, Quelle: Schallimmissionsprognose														
	Windenergieprojekt Metelen. Mai 2022														
	Oktavbandspektrum exkl. SZ														
	L <sub>w</sub>	A	-80,0	86,8	92,5	97,1	98,5	95,5	90,9	83,2	72,9	102,9	115,2	0	0
Mode 102.3dB	E44 NH:77.9m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 102.3dB, Quelle: Schallimmissionsprognose														
	Windenergieprojekt Metelen. Mai 2022														
	Oktavbandspektrum exkl. SZ														
	L <sub>w</sub>	A	-80,0	85,7	92,5	94,8	95,9	98,0	91,0	86,3	79,0	102,3	114,2	0	0

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

ID	Typ	Bew.	Oktavbandspektrum										Zuschläge [dB]			
			Schallleistungspegel [dB] bei den Oktavmittelfrequenzen [Hz]										Summenpegel [dB(A)] [dB(lin)]			
			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000		kt	ktn	ki	kin
Mode 103.3dB	E44 NH:77.9m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 103.3dB, Quelle: Schallimmissionsprognose															
	Windenergieprojekt Metelen. Mai 2022															
	Oktavbandspektrum exkl. SZ															
	L <sub>w</sub>	A	79,2	86,1	92,0	94,9	97,5	98,3	95,0	87,2	77,1	103,3	120,0	0	0	0
Mode 98.5dB	E70 NH:113.5m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 98.5dB, Quelle: Schallimmissionsprognose															
	Windenergieprojekt Metelen. Mai 2022															
	Oktavbandspektrum exkl. SZ															
	L <sub>w</sub>	A	-80,0	82,4	88,6	92,8	93,8	90,9	87,4	81,2	72,8	98,5	110,9	0	0	0
Mode 101.5dB	E66 NH:114m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 101.5dB, Quelle: Schallimmissionsprognose															
	Windenergieprojekt Metelen. Mai 2022															
	Oktavbandspektrum exkl. SZ															
	L <sub>w</sub>	A	-80,0	86,5	90,8	93,6	95,8	96,8	91,6	82,3	75,8	101,5	114,2	0	0	0
Mode 102.1dB	E58 NH:70.5m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 102.1dB, Quelle: Schallimmissionsprognose															
	Windenergieprojekt Metelen. Mai 2022															
	Oktavbandspektrum exkl. SZ															
	L <sub>w</sub>	A	75,5	85,1	91,3	94,2	96,5	96,6	92,9	86,0	86,2	102,1	117,3	0	0	0
Mode 103.2dB	E-160 EP5 E3 NH:166m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 103.2dB, Quelle: Schallimmissionsprognose															
	Windenergieprojekt Metelen. Mai 2022															
	Oktavbandspektrum exkl. SZ															
	L <sub>w</sub>	A	73,4	82,6	88,5	93,8	97,8	98,5	96,0	87,7	66,7	103,2	115,3	0	0	0
Mode 106.8dB	E-160 EP5 E3 NH:166m (Enercon GmbH) - Modus: Mode 106.8dB, Quelle: Schallimmissionsprognose															
	Windenergieprojekt Metelen. Mai 2022															
	Oktavbandspektrum exkl. SZ															
	L <sub>w</sub>	A	78,3	87,5	93,5	98,0	102,4	104,0	103,3	96,6	77,3	106,8	120,2	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	12.12.2023