SCHALLTECHNISCHER BERICHT
NE-2022-07-005

Schalltechnisches Gutachten für den Windpark “WP Sirnitz Dreispitz” mit insgesamt fünf Windenergieanlagen am Standort Sirnitz/Dreispitz auf dem Gemeindegebiet der Städte 79410 Müllheim und 79295 Sulzburg.

Datum:
12. Februar 2025

Auftraggeber:
Das Grüne Emissionshaus GmbH
Goethestraße 4
79100 Freiburg

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

noxt! engineering GmbH
Knollstraße 15 · 49088 Osnabrück · Germany
Tel.: +49 (0) 541-2019 9800
engineering.noxt.de · engineering@noxt.de
HRB-Nr.: 216557 · Amtsgericht Osnabrück
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. (FH) Timm Schaer, M.Sc. & Dr. Phil Patock

Foto: © noxt! engineering GmbH

Ehrenwörtliche Erklärung

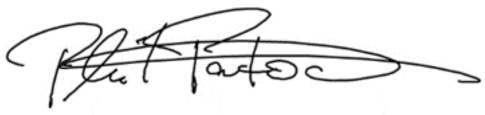
Der nachfolgende Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen mit größter Sorgfalt erstellt und beinhaltet den anerkannten Stand der Technik. Die Ergebnisse basieren auf Daten, welche die noxt! engineering GmbH von Dritten zur Verfügung gestellt bekommen hat. Dieses sind u.a. Hersteller von Windenergieanlagen, Landesvermessungsämter und Immissionsschutzbehörden. Die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität dieser Daten kann durch die noxt! engineering GmbH nicht geprüft werden. Eine Haftung für diese Daten kann die noxt! engineering GmbH dementsprechend nicht übernehmen. Wir weisen den Auftraggeber darauf hin und er erkennt an, dass alle seine Entscheidungen, sei es kommerziell, technisch, steuerlich oder rechtlich, auf dem dieses Dokument basiert, in seiner alleinigen Verantwortung liegen. Die noxt! engineering GmbH ist von jeglicher Haftung ausgenommen, die auf den Daten Dritter basiert. Der Auftraggeber wird noxt! engineering GmbH insoweit von jeder Haftung freistellen. Der Bericht enthält insgesamt 81 Seiten. Die Weitergabe von Daten oder Informationen ist dem Auftraggeber gestattet. Die hier aufgeführten Bedingungen gelten auch für die im Gutachten verlinkten Anhänge. Authentisch ist dieses Dokument nur mit Originalunterschriften. Bezüglich der Urheberrechte verweisen wir auf die jeweils gültigen noxt! engineering GmbH Beraterbedingungen. Diese finden Sie unter **engineering**.noxt.de/agb.

Osnabrück, 12. Februar 2025
noxt! engineering GmbH

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

Firmenstempel

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



Geschäftsführer
(Dr. Phil Patock)

1 Zusammenfassung

Am Standort Sirnitz/Dreispitz auf dem Gemeindegebiet der Städte 79410 Müllheim und 79295 Sulzburg plant die Tochterfirma der badenova Das Grüne Emissionshaus GmbH fünf Windenergieanlagen vom Typ E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH) (5x). 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]
D1	E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH)	162,0	7.000
D2	E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH)	162,0	7.000
S1	E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH)	162,0	7.000
S2	E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH)	162,0	7.000
S3	E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH)	162,0	7.000

Gemäß TA Lärm ist eine gewerbliche Geräuschvorbelastung am Standort 79410 Schweighof zu berücksichtigen. Details hierzu befinden sich in Kapitel 4.1.
In der Umgebung des Windparks befinden sich 17 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 79410 Schweighof

ID	Betriebsmodus tags	Betriebsmodus nachts
D1	OM-0-0	OM-0-0
D2	OM-0-0	OM-0-0
S1	OM-0-0	OM-0-0
S2	OM-0-0	OM-0-0
S3	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 Baden-Württemberg [WEA]) umgesetzt. Lediglich für die gewerbliche Vorbelastung sind die Vorgaben des alternativen Verfahrens der DIN ISO 9613-2 [DINd] angewandt worden. Die Betrachtungen bilden das Worst-Case Szenario ab und entsprechen einer Maximalbetrachtung.
Alle weiteren für die Berechnungen angesetzten Grundlagen werden in den folgenden Kapiteln näher beschrieben. Die Ergebnisse dieser Untersuchung erfolgen in Form eines schalltechnischen Berichts.

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung **2**

2 Aufgabenstellung **9**

3 Planungsrechtliche Grundlagen **10**

4 Berechnungsgrundlagen **12**
4.1 Vorbelastung durch Gewerbe- und Industrieanlagen 13
4.2 Vorbelastung durch vorhandene Windenergieanlagen 14
4.3 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung 14
4.4 Abstände zwischen den Immissionsorten und den Windenergieanlagen 15

5 Berechnungsergebnisse **18**
5.1 Berechnungsergebnisse für den Tageszeitraum 18
5.2 Berechnungsergebnisse für den Nachtzeitraum 19
5.3 Abschirmung und Reflexion 20

6 Beurteilung **31**
6.1 Beurteilung des Tageszeitraums 31
6.2 Beurteilung des Nachtzeitraums 32
6.3 Beurteilung Gesamtbetrachtung 35
6.4 Spitzenpegel 36
6.5 Abschätzung der Genauigkeit der Prognose 36

7 Infraschall **38**

8 Interaktive Karte **41**

9 Ortstermin **43**

Literaturverzeichnis **52**

A Lageplan **56**

B Detaillierte Berechnungsergebnisse **58**

C Immissionsorte **59**

D Schallquellen **74**

E Oktavbandspektren **78**

F Datenblätter **80**

G Revisionsübersicht **81**

Abbildungsverzeichnis

9.1 Nord-Westansicht IO-01 (Sirnitz 3; 79410 Müllheim) 43
9.2 Nord-Westansicht IO-02 (Sirnitz ; 79410 Müllheim) 44
9.3 Süd-Ostansicht IO-03 (Am Lindengraben 2; 79410 Badenweiler) 44
9.4 Nord-Ostansicht IO-04 (Klemmbachstraße 100; 79410 Badenweiler) . . 45
9.5 Westansicht IO-05 (Kälbelescheuer; 79244 Münstertal) 45
9.6 Süd-Westansicht IO-06 (Münsterhalden 15; 79244 Münstertal) 46
9.7 Süd-Ostansicht IO-07 (Badstraße 67; 79295 Sulzburg) 46
9.8 Nordansicht IO-08 (Altensteinweg 23; 79410 Badenweiler) 47
9.9 Westansicht IO-09 (Münsterhalden 12; 79244 Münstertal) 47
9.10 Nord-Westansicht IO-10 (Münsterhalden 22; 79244 Münstertal) 48
9.11 Nordansicht IO-11 (Birkenbuck 2 (Luisenheim); 79429 Malsburg-Marzell) 48
9.12 Nord-Westansicht IO-12 (Kandertal 25; 79429 Malsburg-Marzell) 49
9.13 Nordansicht IO-13 (Kandertal 9; 79429 Malsburg-Marzell) 49
9.14 Westansicht IO-14 (Hinterheubronn 7; 79692 Kleines Wiesental) 50
9.15 Südansicht IO-15 (Hinterheubronn 11; 79692 Kleines Wiesental) 50
9.16 Westansicht IO-16 (Fischenberg 12; 79692 Kleines Wiesental) 51
9.17 Westansicht IO-17 (Birkenbuck 1; 79429 Malsburg-Marzell) 51

A.1 Lageplan 57

Tabellenverzeichnis

1.1 Technische Kenndaten der untersuchten Windenergieanlagen der Zusatzbelastung . . . 2
1.2 Auflistung der Betriebsmodi der Zusatzbelastung am Standort 79410 Schweighof . . . 3

3.1 Liste der untersuchten Immissionsorte mit der jeweiligen Gebietseinstufung . . . 10

4.1 Luftdämpfungskoeffizienten α für die Oktavbänder gemäß DIN ISO 9613-2 [DINd] . . . 12
4.2 Beschreibung der relevanten gewerblichen Schallquellen am Standort 79410 Schweighof . . . 14
4.3 Betriebsweisen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum . . . 14
4.4 Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen. . . . 16

5.1 Berechnungsergebnisse im Tageszeitraum der Zusatzbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben. . . . 18
5.2 Berechnungsergebnisse im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben. . . . 20
5.3 Auftreten einer Abschirmung (A) und Reflexion (R) auf dem Schallweg zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionsort für den Nachtzeitraum. . . . 21

6.1 Beurteilungspegel im Tageszeitraum der Zusatzbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Beurteilungspegel (B) und die Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben. Negative Überschreitungswerte signalisieren eine Unterschreitung des IRW. . . . 31

6.2 Beurteilungspegel im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Beurteilungspegel (B) und die Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben. Negative Überschreitungswerte signalisieren eine Unterschreitung des IRW. 32
6.3 Beurteilung der relevanten Immissionsorte gemäß TA Lärm [TAL] für die Fassade (F) und das Geschoss (G). 33
6.4 Auflistung der Betriebsmodi für die Zusatzbelastung 35

C.1 Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten 60

D.1 Gewerbliche Punktschallquellen der Vorbelastung im Tages- und Nachtzeitraum 75
D.2 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Tageszeitraum 76
D.3 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum 77

E.1 Oktavbandspektren der angesetzten Betriebsmodi der Zusatzbelastung. 79

G.1 Revisionsübersicht 81

2 Situation und Aufgabenstellung

Die Tochterfirma der badenova Das Grüne Emissionshaus GmbH plant am Standort Sirnitz/Dreispitz auf dem Gemeindegebiet der Städte 79410 Müllheim und 79295 Sulzburg in Baden-Württemberg fünf Windenergieanlagen, die in diesem Gutachten als Zusatzbelastung bezeichnet werden. Zum Erlangen der Genehmigung der geplanten Windenergieanlagen ist dem Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald 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 fünf untersuchten Windenergieanlagen und die Vorbelastung durch die keine bestehenden Windenergieanlagen und die gewerblichen Anlagen berücksichtigt. [Absa] Für die Gesamtbelastung werden die berechneten Pegel der Vor- und Zusatzbelastung energetisch addiert.

3 Planungsrechtliche Grundlagen

In der Umgebung der untersuchten Windenergieanlagen befinden sich 17 Gehöfte bzw. Wohnhäuser die als Immissionsorte untersucht werden.
Die örtliche 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 [BPlc] [BPlb] [BPla] entnommen bzw. mit der zuständigen Immissionsschutzbehörde abgestimmt.

Tabelle 3.1: Liste der untersuchten Immissionsorte mit der jeweiligen Gebietseinstufung

ID	Straße	Ort	Gebiet	IRW	
				tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]
IO-01	Sirnitz 3	79410 Müllheim	MI	60	45
IO-02	Sirnitz	79410 Müllheim	MI	60	45
IO-03	Am Lindengraben 2	79410 Badenweiler	WA	55	40
IO-04	Klemmbachstraße 100	79410 Badenweiler	MI	60	45
IO-05	Kälbelescheuer	79244 Münstertal	MI	60	45
IO-06	Münsterhalden 15	79244 Münstertal	MI	60	45
IO-07	Badstraße 67	79295 Sulzburg	MI	60	45
IO-08	Altensteinweg 23	79410 Badenweiler	WR	50	35
IO-09	Münsterhalden 12	79244 Münstertal	MI	60	45
IO-10	Münsterhalden 22	79244 Münstertal	MI	60	45
IO-11	Birkenbuck 2 (Luisenheim)	79429 Malsburg-Marzell	KU	45	35
IO-12	Kandertal 25	79429 Malsburg-Marzell	WR	55	35
IO-13	Kandertal 9	79429 Malsburg-Marzell	MI	60	45

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

ID	Straße	Ort	Gebiet	IRW	
				tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]
IO-14	Hinterheubronn 7	79692 Kleines Wiesental	MI	60	45
IO-15	Hinterheubronn 11	79692 Kleines Wiesental	MI	60	45
IO-16	Fischenberg 12	79692 Kleines Wiesental	MI	60	45
IO-17	Birkenbuck 1	79429 Malsburg-Marzell	WR	50	35

Die genannten Immissionsorte wurden bei einer Ortsbesichtigung am 18.08.2022 durch Kai Bekel (Das Grüne Emissionshaus GmbH) fotodokumentiert. Die relevanten Fassadenseiten und Stockwerke wurden daraufhin bestimmt.
Für die Immissionsrichtwerte gelten nach TA Lärm [TAL] die folgenden Beurteilungszeiten für den Tages- und Nachtzeitraum:

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

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.
Die TA Lärm wurde im Zuge der Einführung des urbanen Gebietes (MU) durch § 6a der BauNVO in Abschnitt 6.1 geändert. Die Nummerierung bei der Vergabe der Zuschläge für die Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit in Abschnitt 6.5 wurde jedoch nicht angepasst. Gemeint sind wohl weiterhin die Vergabe der Zuschläge nur für Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten (KU), für reine Wohngebiete (WR) sowie für allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete (WA). Dieses wird in den folgenden Berechnungen entsprechend berücksichtigt.

4 Berechnungsgrundlagen

Die Berechnungen erfolgen auf Grundlage der TA Lärm [TAL]. Entscheidend ist jeweils der Betriebszustand, der die höchsten Immissionen an den Immissionsorten erzeugt. Bei Windenergieanlagen muss dementsprechend für den ausgewählten Betriebsmodus der höchste Schallleistungspegel inkl. des Oktavbandspektrums von allen Windklassen ausgewählt werden. In dem höchsten Pegel müssen auch sämtliche Zuschläge enthalten sein, die aus den Vermessungen oder den Datenblättern des jeweiligen Herstellers hervorgehen. Diese Zuschläge (Tonzuschlag K_T oder Impulszuschlag K_I) werden entsprechend der LAI-Hinweise [LAI] oder den Länderregeln (hier die des Bundeslandes Baden-Württemberg [WEA]) hinzuaddiert. Die Berechnung des oberen Vertrauensbereichs ist in Kapitel 6.5 detailliert beschrieben.
Alle Berechnungen erfolgen nach den Vorgaben einer detaillierten Prognose gemäß Anhang A.2.3 der TA Lärm [TAL]. Die Ausbreitungsberechnung erfolgt nach der DIN ISO 9613-2 [DINd] und der Ergänzung der Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren für Windenergieanlagen [Int]. Dieses Vorgehen ist durch die LAI-Hinweise [LAI] vorgegeben. Die Berechnung nach dem sog. Interimsverfahren gilt jedoch nur für Windenergieanlagen, die eine mittlere Quellhöhe von mehr als 30 m aufweisen. Die Bodendämpfung A_{gr} wird pauschal auf -3 dB gesetzt. Weiterhin geben die LAI-Hinweise vor, dass die Ausbreitungsberechnung bei einer Temperatur von +10°C und einer Luftfeuchtigkeit von 70% erfolgen muss. Hierbei handelt es sich um eine Worst-Case Betrachtung. Die meteorologische Korrektur C_{met} wird mit der Konstanten C_0 = 0 dB berechnet.
Da die Ausbreitungsberechnung spektral erfolgt, müssen die Werte der Luftabsorption α ebenfalls spektral angegeben werden. Diese werden der Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 [DINd] entnommen und sind nachfolgend für eine Temperatur von +10°C und einer Luftfeuchtigkeit von 70% dargestellt.

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

Frequenz [Hz]	31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$\alpha_{10°C,\ 70\%}$ **[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 2023 MR2 (64 bit – build 201.5366). Das gesamte Berechnungsmodell (Karten: DGK5, Höhen: DGM1 und Gebäudeumrisse: LoD1) basiert auf den Daten von lgl-bw [LBS22] in dem Gebiet von X: 398088 m, Y: 5287468 m bis X: 414088 m, Y: 5303468 m. Das detaillierte Berechnungsprotokoll inkl. der Berechnungskonfiguration ist in Anhang B dargestellt.
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.

4.1 Vorbelastung durch Gewerbe- und Industrieanlagen

In diesem Abschnitt werden die in der schalltechnischen Prognose berücksichtigten gewerblichen Anlagen beschrieben, die im Sinne der TA Lärm [TAL] als Vorbelastung berücksicht werden müssen. Nach Rücksprache mit den zuständigen Genehmigungsbehörden wird eine Gewerbequelle untersucht. Hierbei handelt es sich um ein kleines Wasserkraftwerk (IN). In der folgenden Tabelle wird die gewerbliche Schallquelle kurz

beschrieben und die Anzahl an Einzelquellen aus der Modellierung angegeben. Die relevanten schalltechnischen Kenngrößen werden in der Anlage D dargestellt.

Tabelle 4.2: Beschreibung der relevanten gewerblichen Schallquellen am Standort 79410 Schweighof

ID	Art	Anzahl	Adresse	Beschreibung
GE-01	IN	1	Kandertal	Kleines Wasserkraftwerk. Gemäß des Ortstermins ist die Anlage kaum wahrnehmbar. Angesetzt wurde ein Pegel von 90 dB(A).

4.2 Vorbelastung durch vorhandene Windenergieanlagen

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

4.3 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung

Die Zusatzbelastung besteht aus fünf Windenergieanlagen.
Die akustischen Kenndaten der Windenergieanlagen der Zusatzbelastung sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 4.3: Betriebsweisen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum

ID	Hersteller	Typ	Betriebsweise nachts			
			Modus	SLP [dB(A)]	Zu-schlag [dB]	SLP gesamt [dB(A)]
D1	Enercon GmbH	E-175 EP5 E2	OM-0-0	106,9	2,1	109,0

Tabelle 4.3: Fortsetzung: Betriebsweisen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum

ID	Hersteller	Typ	Betriebsweise nachts			
			Modus	SLP [dB(A)]	Zuschlag [dB]	SLP gesamt [dB(A)]
D2	Enercon GmbH	E-175 EP5 E2	OM-0-0	106,9	2,1	109,0
S1	Enercon GmbH	E-175 EP5 E2	OM-0-0	106,9	2,1	109,0
S2	Enercon GmbH	E-175 EP5 E2	OM-0-0	106,9	2,1	109,0
S3	Enercon GmbH	E-175 EP5 E2	OM-0-0	106,9	2,1	109,0

Die Oktavbandspektren der Windenergieanlagen für die jeweiligen Betriebsmodi sind im Anhang E dargestellt.
Für mindestens eine der untersuchten Windenergieanlagen liegt noch kein Messbericht vor. Die LAI-Hinweise [LAI] empfehlen unter Punkt 4.2 für noch nicht schalltechnisch vermessene Windenergieanlagen den Nachtbetrieb erst aufzunehmen, sobald ein Messbericht in dem genehmigten Modus für den Nachtbetrieb vorliegt. Angesetzt werden hier demnach die Produktstandardabweichung und die Messunsicherheit wie bei einer Einfachvermessung.
Ein Nachtbetrieb kann aus gutachterlicher Sicht auch ohne Vermessung zugelassen werden, wenn der erhöhten Unsicherheit Rechnung getragen wird. Dies ist möglich, wenn der Immissionsrichtwert deutlich (um 3 dB(A) [OVG Lüneburg 12 ME 45/21]) unterschritten wird. Dies wäre vor Aufnahme des Nachtbetriebes durch ein gesondertes Gutachten nachzuweisen.

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.

	Horizontaler Abstand [m]			
ID	**D1**	**D2**	**S1**	**S2**
IO-01	2.529	1.909	1.208	571
IO-02	2.645	2.022	1.324	661
IO-03	1.522	2.137	2.641	3.450
IO-04	1.365	1.933	2.382	3.189
IO-05	3.026	2.371	1.916	1.176
IO-06	4.191	3.575	3.245	2.558
IO-07	1.857	1.590	1.964	2.129
IO-08	1.749	2.339	2.797	3.604
IO-09	3.924	3.303	2.964	2.277
IO-10	4.161	3.531	3.152	2.431
IO-11	2.894	2.858	2.568	2.989
IO-12	3.055	2.957	2.596	2.936
IO-13	3.032	2.858	2.425	2.687
IO-14	4.784	4.123	3.550	2.741
IO-15	4.769	4.108	3.553	2.745
IO-16	4.077	3.584	2.881	2.499
IO-17	2.783	2.734	2.438	2.860

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

	Horizontaler Abstand [m]
ID	**S3**
IO-01	792
IO-02	771
IO-03	4.131

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

ID	Horizontaler Abstand [m] S3
IO-04	3.880
IO-05	517
IO-06	1.904
IO-07	2.311
IO-08	4.295
IO-09	1.630
IO-10	1.752
IO-11	3.592
IO-12	3.503
IO-13	3.221
IO-14	2.072
IO-15	2.063
IO-16	2.555
IO-17	3.467

Der geringste Abstand beträgt 517 m zwischen der untersuchten Windenergieanlage S3 und dem Immissionsort IO-05.

5 Berechnungsergebnisse

In den folgenden Abschnitten werden die Berechnungsergebnisse für den Windpark “WP Sirnitz Dreispitz” 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 die gewerblichen Betriebe gemäß TA Lärm enthalten.
Die Zusatzbelastung enthält die fünf untersuchten Windenergieanlagen entsprechend der ausgewiesenen Betriebskonfiguration. Die Beurteilung der schalltechnischen Situation erfolgt nach den Vorgaben der TA Lärm [TAL]. Dafür 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 Zusatzbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben.

ID	F	G	IRW	ZB	
				W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]
IO-01	no1	1.OG	60	44,7	–
IO-02	nw1	1.OG	60	44,3	–
IO-03	no1	EG	55	33,3	–

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

ID	F	G	IRW	ZB	
				W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]
IO-04	no3	2.OG	60	29,7	–
IO-05	s1	EG	60	44,9	–
IO-06	sw1	2.OG	60	30,8	–
IO-07	so5	2.OG	60	34,9	–
IO-08	n2	1.OG	50	35,5	–
IO-09	s3	1.OG	60	32,2	–
IO-10	sw3	2.OG	60	28,0	–
IO-11	n1	2.OG	45	29,0	–
IO-12	n3	4.OG	55	28,0	–
IO-13	o1	EG	60	25,9	–
IO-14	w1	2.OG	60	21,9	–
IO-15	s1	EG	60	19,6	–
IO-16	n3	1.OG	60	25,5	–
IO-17	o1	2.OG	50	29,0	–

5.2 Berechnungsergebnisse für den Nachtzeitraum

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

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

ID	F	G	IRW	VB		ZB		GB	
				W	Ü	W	Ü	W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-01	no1	1.OG	45	–	–	44,7	–	44,7	–
IO-02	nw1	1.OG	45	–	–	44,3	–	44,3	–
IO-03	no1	EG	40	–	–	29,7	–	29,7	–
IO-04	no3	2.OG	45	–	–	29,7	–	29,7	–
IO-05	s1	EG	45	–	–	44,9	–	44,9	–
IO-06	sw1	2.OG	45	–	–	30,8	–	30,8	–
IO-07	so5	2.OG	45	–	–	34,9	–	34,9	–
IO-08	n2	1.OG	35	–	–	31,9	–	31,9	–
IO-09	s3	1.OG	45	–	–	32,2	–	32,2	–
IO-10	sw3	2.OG	45	–	–	28,0	–	28,0	–
IO-11	n1	2.OG	35	-1,1	–	25,4	–	25,4	–
IO-12	n3	4.OG	35	7,0	–	24,4	–	24,5	–
IO-13	o1	EG	45	31,0	–	25,9	–	32,2	–
IO-13	o3	1.OG	45	34,6	–	25,6	–	35,1	–
IO-14	w1	2.OG	45	–	–	21,9	–	21,9	–
IO-15	s1	EG	45	–	–	19,6	–	19,6	–
IO-16	n3	1.OG	45	–	–	25,5	–	25,5	–
IO-17	o1	2.OG	35	–	–	25,4	–	25,4	–

5.3 Abschirmung und Reflexion

Die Berechnung der Schallausbreitung erfolgt unter Berücksichtigung von Abschirmung und Reflexion auf dem Ausbreitungsweg zwischen der Quelle und dem jeweiligen Immissionsort.
Die auftretenden Reflexionen und Abschirmungen sind für den Nachtzeitraum untersucht worden. Die folgende Tabelle listet das Auftreten von Abschirmung (A) und Reflexion (R) von jeder Quelle zu jedem Immissionsort auf.

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

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

ID	F	G	D1		D2		S1		S2	
			A	R	A	R	A	R	A	R
IO-01	no1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-01	no1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-01	nw1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-01	nw2	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-02	nw1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-02	nw1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-02	nw3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-02	nw3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	no1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	no1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	no3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	no3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	so1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	so1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	so3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-03	so3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-04	no1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-04	no1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-04	no3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-04	no3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-04	no3	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-04	no5	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-04	no5	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-04	no5	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-05	s1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-05	s3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-05	s3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–

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

ID	F	G	D1		D2		S1		S2	
			A	R	A	R	A	R	A	R
IO-05	s5	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-05	w1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-05	w3	EG	ja	ja	ja	ja	ja	ja	–	–
IO-06	sw1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-06	sw1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-06	sw1	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-06	sw3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-06	sw3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-06	sw3	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-07	so1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-07	so1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-07	so1	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-07	so3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-07	so3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-07	so3	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-07	so5	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-07	so5	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-07	so5	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-07	so7	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-07	so7	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-07	so7	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-07	sw1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-07	sw3	EG	–	–	–	–	–	–	–	–
IO-07	sw5	EG	–	–	–	–	–	–	–	–
IO-08	n1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-08	n2	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-08	o1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-08	o1	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-08	o3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-08	o3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–

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

ID	F	G	D1		D2		S1		S2	
			A	R	A	R	A	R	A	R
IO-08	o3	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-09	s1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-09	s1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-09	s3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-09	s3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-09	s5	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-09	s5	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-09	w1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-09	w1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-09	w3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-09	w3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-10	nw1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-10	nw1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-10	nw3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-10	nw3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-10	sw1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-10	sw1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-10	sw1	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-10	sw3	EG	ja	ja	ja	ja	ja	ja	–	–
IO-10	sw3	1.OG	ja	ja	ja	ja	ja	ja	–	–
IO-10	sw3	2.OG	ja	ja	ja	ja	ja	ja	–	–
IO-11	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-11	n1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-11	n1	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-11	n3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-11	n3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-11	n3	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-12	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-12	n1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-12	n1	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–

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

ID	F	G	D1		D2		S1		S2	
			A	R	A	R	A	R	A	R
IO-12	n1	3.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-12	n1	4.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-12	n3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-12	n3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-12	n3	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-12	n3	3.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-12	n3	4.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-13	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-13	n1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-13	n3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-13	n3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-13	n5	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-13	n5	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-13	o1	EG	ja	ja	ja	ja	ja	ja	–	–
IO-13	o1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-13	o3	EG	ja	ja	ja	ja	ja	ja	–	–
IO-13	o3	1.OG	ja	ja	ja	ja	ja	ja	–	–
IO-14	w1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-14	w1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-14	w1	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-14	w3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-14	w3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-14	w3	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-14	w5	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-14	w5	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-15	s1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-15	s3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-15	w1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-15	w3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-16	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–

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

ID	F	G	D1		D2		S1		S2	
			A	R	A	R	A	R	A	R
IO-16	n1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-16	n3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-16	n3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-16	w1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-16	w1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-16	w3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-16	w3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-17	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-17	n1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-17	n3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-17	n3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-17	n5	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-17	n5	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-17	o1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-17	o1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-17	o1	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-17	o3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-17	o3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-17	o3	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–

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

ID	F	G	S3	
			A	R
IO-01	no1	EG	ja	–
IO-01	no1	1.OG	ja	–
IO-01	nw1	1.OG	ja	–

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

ID	F	G	S3	
			A	R
IO-01	nw2	1.OG	ja	–
IO-02	nw1	EG	ja	–
IO-02	nw1	1.OG	ja	–
IO-02	nw3	EG	ja	–
IO-02	nw3	1.OG	ja	–
IO-03	no1	EG	ja	–
IO-03	no1	1.OG	ja	–
IO-03	no3	EG	ja	–
IO-03	no3	1.OG	ja	–
IO-03	so1	EG	ja	–
IO-03	so1	1.OG	ja	–
IO-03	so3	EG	ja	–
IO-03	so3	1.OG	ja	–
IO-04	no1	EG	ja	–
IO-04	no1	1.OG	ja	–
IO-04	no3	EG	ja	–
IO-04	no3	1.OG	ja	–
IO-04	no3	2.OG	ja	–
IO-04	no5	EG	ja	–
IO-04	no5	1.OG	ja	–
IO-04	no5	2.OG	ja	–
IO-05	s1	EG	ja	–
IO-05	s3	EG	ja	–
IO-05	s3	1.OG	ja	–
IO-05	s5	EG	ja	–
IO-05	w1	EG	ja	–
IO-05	w3	EG	ja	ja
IO-06	sw1	EG	ja	–
IO-06	sw1	1.OG	ja	–
IO-06	sw1	2.OG	ja	–

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

ID	F	G	S3	
			A	R
IO-06	sw3	EG	ja	–
IO-06	sw3	1.OG	ja	–
IO-06	sw3	2.OG	ja	–
IO-07	so1	EG	ja	–
IO-07	so1	1.OG	ja	–
IO-07	so1	2.OG	–	–
IO-07	so3	EG	ja	–
IO-07	so3	1.OG	ja	–
IO-07	so3	2.OG	–	–
IO-07	so5	EG	ja	–
IO-07	so5	1.OG	ja	–
IO-07	so5	2.OG	–	–
IO-07	so7	EG	ja	–
IO-07	so7	1.OG	ja	–
IO-07	so7	2.OG	–	–
IO-07	sw1	EG	ja	–
IO-07	sw3	EG	ja	–
IO-07	sw5	EG	ja	–
IO-08	n1	1.OG	ja	–
IO-08	n2	1.OG	ja	–
IO-08	o1	1.OG	ja	–
IO-08	o1	2.OG	ja	–
IO-08	o3	EG	ja	–
IO-08	o3	1.OG	ja	–
IO-08	o3	2.OG	ja	–
IO-09	s1	EG	ja	–
IO-09	s1	1.OG	ja	–
IO-09	s3	EG	ja	–
IO-09	s3	1.OG	ja	–
IO-09	s5	EG	ja	–

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

ID	F	G	S3	
			A	R
IO-09	s5	1.OG	ja	–
IO-09	w1	EG	ja	–
IO-09	w1	1.OG	ja	–
IO-09	w3	EG	ja	–
IO-09	w3	1.OG	ja	–
IO-10	nw1	EG	ja	–
IO-10	nw1	1.OG	ja	–
IO-10	nw3	EG	ja	–
IO-10	nw3	1.OG	ja	–
IO-10	sw1	EG	ja	–
IO-10	sw1	1.OG	ja	–
IO-10	sw1	2.OG	ja	–
IO-10	sw3	EG	ja	ja
IO-10	sw3	1.OG	ja	ja
IO-10	sw3	2.OG	ja	ja
IO-11	n1	EG	ja	–
IO-11	n1	1.OG	ja	–
IO-11	n1	2.OG	ja	–
IO-11	n3	EG	ja	–
IO-11	n3	1.OG	ja	–
IO-11	n3	2.OG	ja	–
IO-12	n1	EG	ja	–
IO-12	n1	1.OG	ja	–
IO-12	n1	2.OG	ja	–
IO-12	n1	3.OG	ja	–
IO-12	n1	4.OG	ja	–
IO-12	n3	EG	ja	–
IO-12	n3	1.OG	ja	–
IO-12	n3	2.OG	ja	–
IO-12	n3	3.OG	ja	–

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

ID	F	G	S3	
			A	R
IO-12	n3	4.OG	ja	–
IO-13	n1	EG	ja	–
IO-13	n1	1.OG	ja	–
IO-13	n3	EG	ja	–
IO-13	n3	1.OG	ja	–
IO-13	n5	EG	ja	–
IO-13	n5	1.OG	ja	–
IO-13	o1	EG	ja	–
IO-13	o1	1.OG	ja	–
IO-13	o3	EG	ja	–
IO-13	o3	1.OG	ja	–
IO-14	w1	EG	ja	–
IO-14	w1	1.OG	ja	–
IO-14	w1	2.OG	ja	–
IO-14	w3	EG	ja	–
IO-14	w3	1.OG	ja	–
IO-14	w3	2.OG	ja	–
IO-14	w5	EG	ja	–
IO-14	w5	1.OG	ja	–
IO-15	s1	EG	ja	–
IO-15	s3	EG	ja	–
IO-15	w1	EG	ja	–
IO-15	w3	EG	ja	–
IO-16	n1	EG	ja	–
IO-16	n1	1.OG	ja	–
IO-16	n3	EG	ja	–
IO-16	n3	1.OG	ja	–
IO-16	w1	EG	ja	–
IO-16	w1	1.OG	ja	–
IO-16	w3	EG	ja	ja

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

ID	F	G	S3	
			A	R
IO-16	w3	1.OG	ja	ja
IO-17	n1	EG	ja	–
IO-17	n1	1.OG	ja	–
IO-17	n3	EG	ja	–
IO-17	n3	1.OG	ja	–
IO-17	n5	EG	ja	–
IO-17	n5	1.OG	ja	–
IO-17	o1	EG	ja	–
IO-17	o1	1.OG	ja	–
IO-17	o1	2.OG	ja	–
IO-17	o3	EG	ja	–
IO-17	o3	1.OG	ja	–
IO-17	o3	2.OG	ja	–

6 Beurteilung der schalltechnischen Situation

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

6.1 Beurteilung des Tageszeitraums

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

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

ID	F	G	IRW	ZB	
				B	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]
IO-01	no1	1.OG	60	45	-15
IO-02	nw1	1.OG	60	44	-16
IO-03	no1	EG	55	33	-22
IO-04	no3	2.OG	60	30	-30
IO-05	s1	EG	60	45	-15
IO-06	sw1	2.OG	60	31	-29
IO-07	so5	2.OG	60	35	-25
IO-08	n2	1.OG	50	36	-14
IO-09	s3	1.OG	60	32	-28
IO-10	sw3	2.OG	60	28	-32
IO-11	n1	2.OG	45	29	-16
IO-12	n3	4.OG	55	28	-27

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

ID	F	G	IRW	ZB	
				B	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]
IO-13	o1	EG	60	26	-34
IO-14	w1	2.OG	60	22	-38
IO-15	s1	EG	60	20	-40
IO-16	n3	1.OG	60	26	-34
IO-17	o1	2.OG	50	29	-21

Im Tageszeitraum liegt die Zusatzbelastung an dem Immissionsort IO-08 mindestens 14 dB unterhalb der Immissionsrichtwerte der TA Lärm [TAL]. Somit liegen alle betrachteten Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereiches der Zusatzbelastung.

6.2 Beurteilung des Nachtzeitraums

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

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

ID	F	G	IRW	VB		ZB		GB	
				B	Ü	B	Ü	B	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-01	no1	1.OG	45	–	-62	45	0	45	0
IO-02	nw1	1.OG	45	–	-62	44	-1	44	-1

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

ID	F	G	IRW	VB		ZB		GB	
				B	Ü	B	Ü	B	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-03	no1	EG	40	–	–	30	-10	30	-10
IO-04	no3	2.OG	45	–	-65	30	-15	30	-15
IO-05	s1	EG	45	–	–	45	0	45	0
IO-06	sw1	2.OG	45	–	–	31	-14	31	-14
IO-07	so5	2.OG	45	–	–	35	-10	35	-10
IO-08	n2	1.OG	35	–	–	32	-3	32	-3
IO-09	s3	1.OG	45	–	–	32	-13	32	-13
IO-10	sw3	2.OG	45	–	–	28	-17	28	-17
IO-11	n1	2.OG	35	-1	-36	25	-10	25	-10
IO-12	n3	4.OG	35	7	-28	24	-11	25	-10
IO-13	o1	EG	45	31	-14	26	-19	32	-13
IO-13	o3	1.OG	45	35	-11	26	-19	35	-10
IO-14	w1	2.OG	45	–	-64	22	-23	22	-23
IO-15	s1	EG	45	–	–	20	-25	20	-25
IO-16	n3	1.OG	45	–	-60	26	-19	26	-19
IO-17	o1	2.OG	35	–	-35	25	-10	25	-10

Die Beurteilung der relevanten Immissionsorte für den Nachtzeitraum ist in der Tabelle 6.3 angegeben.

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

ID	F	G	Beurteilung
IO-01	no1	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-02	nw1	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-03	no1	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-04	no3	2.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 15 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des erweiterten Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-05	s1	EG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-06	sw1	2.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-07	so5	2.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-08	n2	1.OG	Der Immissionsrichtwert der TA Lärm ist eingehalten.
IO-09	s3	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-10	sw3	2.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 15 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des erweiterten Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-11	n1	2.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-12	n3	4.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-13	o1	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 15 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des erweiterten Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-13	o3	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 15 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des erweiterten Einwirkbereiches 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-14	w1	2.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 15 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des erweiterten Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-15	s1	EG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 15 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des erweiterten Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-16	n3	1.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 15 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des erweiterten Einwirkbereiches nach TA Lärm.
IO-17	o1	2.OG	Die Zusatzbelastung liegt mindestens 10 dB unter dem Immissionsrichtwert und damit außerhalb des Einwirkbereiches nach TA Lärm.

6.3 Beurteilung Gesamtbetrachtung

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

Tabelle 6.4: Auflistung der Betriebsmodi für die Zusatzbelastung

ID	Betriebsmodus tags	Betriebsmodus nachts
D1	OM-0-0	OM-0-0
D2	OM-0-0	OM-0-0
S1	OM-0-0	OM-0-0
S2	OM-0-0	OM-0-0
S3	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 σ_R=0,5 dB angegeben.
- Nicht jedes Serienprodukt ist technisch identisch. Dies gilt auch für Windenergieanlagen. Der Schallleistungspegel und das Oktavbandspektrum von einer vermessenen Windenergieanlage kann somit nicht auf eine andere Windenergieanlage übertragen werden. Für eine nur einfach vermessene Windenergieanlage wird eine Serienstreuung von σ_P=1,2 dB angenommen. Bei einer direkt vermessenen Windenergieanlage ist eine Produktstandartabweichung von σ_P=0 dB anzusetzen. Liegt jedoch eine Mehrfachvermessung mit mindestens drei Vermessungen des Anlagentyps im gleichen Betriebsmodus und gleicher technischer Ausstattung vor, kann für σ_P die Standardabweichung s der Messwerte angesetzt werden.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Die Addition des Sicherheitszuschlages kann entweder auf die Teilpegel der einzelnen Windenergieanlagen am Immissionsort oder direkt auf den Schallleistungspegel L_{WA} der jeweiligen Windenergieanlage erfolgen. Das zugehörige Oktavbandspektrum wird entsprechend des immissionsrelevanten Pegels inkl. des oberen Vertrauensbereiches L_o normiert.
Für die Oktavbandpegel gilt der gleiche Zusammenhang. Auch hier kann der obere Vertrauensbereich auf die einzelnen Pegel der Oktaven $\bar{L}_{W,Okt}$ addiert werden.

7 Infraschall und tieffrequente Geräusche

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

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

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

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

Ergebnisse durch eine parallele funktionale Magnetresonanztomographie (fMRT).

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

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

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

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

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

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

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

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

8 Interaktive Karte

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

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

9 Ortstermin

Der Ortstermin wurde am 18.08.2022 von Kai Bekel (Das Grüne Emissionshaus GmbH) durchgeführt. Dieser Termin diente dazu, festzustellen, ob die Informationen vor Ort dem entsprechen, was aus dem Kartenmaterial und den Luftbildern im Vorfeld entnommen werden konnte. Neue Gebäude, Siedlungen oder Windenergieanlagen der Vorbelastung können so gefunden und entsprechend berücksichtigt werden.

Abbildung 9.1: Nord-Westansicht IO-01 (Sirnitz 3; 79410 Müllheim)

Abbildung 9.2: Nord-Westansicht IO-02 (Sirnitz ; 79410 Müllheim)

Abbildung 9.3: Süd-Ostansicht IO-03 (Am Lindengraben 2; 79410 Badenweiler)

Abbildung 9.4: Nord-Ostansicht IO-04 (Klemmbachstraße 100; 79410 Badenweiler)

Abbildung 9.5: Westansicht IO-05 (Kälbelescheuer; 79244 Münstertal)

Abbildung 9.6: Süd-Westansicht IO-06 (Münsterhalden 15; 79244 Münstertal)

Abbildung 9.7: Süd-Ostansicht IO-07 (Badstraße 67; 79295 Sulzburg)

Abbildung 9.8: Nordansicht IO-08 (Altensteinweg 23; 79410 Badenweiler)

Abbildung 9.9: Westansicht IO-09 (Münsterhalden 12; 79244 Münstertal)

Abbildung 9.10: Nord-Westansicht IO-10 (Münsterhalden 22; 79244 Münstertal)

Abbildung 9.11: Nordansicht IO-11 (Birkenbuck 2 (Luisenheim); 79429 Malsburg-Marzell)

Abbildung 9.12: Nord-Westansicht IO-12 (Kandertal 25; 79429 Malsburg-Marzell)

Abbildung 9.13: Nordansicht IO-13 (Kandertal 9; 79429 Malsburg-Marzell)

Abbildung 9.14: Westansicht IO-14 (Hinterheubronn 7; 79692 Kleines Wiesental)

Abbildung 9.15: Südansicht IO-15 (Hinterheubronn 11; 79692 Kleines Wiesental)

Abbildung 9.16: Westansicht IO-16 (Fischenberg 12; 79692 Kleines Wiesental)

Abbildung 9.17: Westansicht IO-17 (Birkenbuck 1; 79429 Malsburg-Marzell)

Literaturverzeichnis

[Absa] www.breisgau-hochschwarzwald.de/pb/Breisgau-Hochschwarzwald/Start/Landkreis+_+Politik/Buerger-GIS.html, 26.08.2022

[Absb] www.breisgau-hochschwarzwald.de/pb/Breisgau-Hochschwarzwald/Start/Landkreis+_+Politik/Buerger-GIS.html, 26.08.2022

[BKH+20] Blumendeller, Esther ; Kimmig, Ivo ; Huber, Gerhard ; Rettler, Philipp ; Cheng, Po W.: Investigations on Low Frequency Noises of On-Shore Wind Turbines. In: Acoustics 2 (2020), Nr. 2, 343–365. http://dx.doi.org/10.3390/acoustics2020020. – DOI 10.3390/acoustics2020020. – ISSN 2624–599X

[BPla] B-Plan Altensteinmatten der Gemeinde Badenweiler, Ortsteil Schweighof. - Stand: 14.02.1989

[BPlb] B-Plan Obermatt der Gemeinde Badenweiler, Ortsteil Schweighof. - Stand: 20.01.1996

[BPlc] Kurklinik Birkenbuck und Rehaklinik Kandertal, Geoportal: urlhttps://-gis.loerrach-landkreis.de/buergergis/synserver?project=Buerger_Bebauungsplaene&client=flexjs&user=internet - Stand: 06.12.2022

[DINa] DIN 1333:1992-02 - Zahlenangaben

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

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

[DINd] DIN ISO 9613-2:1999-10 - Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren

[HSH+07] Hensel, Johannes ; Scholz, Günther ; Hurttig, Ulrike ; Mrowinski, Dieter ; Janssen, Thomas: Impact of infrasound on the human cochlea. In: Hearing Research 233 (2007), Nr. 1, 67–76. http://dx.doi.org/https://doi.org/

10.1016/j.heares.2007.07.004. – DOI https://doi.org/10.1016/j.heares.2007.07.004. – ISSN 0378–5955

[Int] Dokumentation zur Schallausbreitung - Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1

[KADLM+20] Krahé, Detlef ; Alaimo Di Loro, Alexander ; Müller, Uwe ; Elmenhorst, Eva-Maria ; De Gioannis, Riccardo ; Schmitt, Stefan ; Belke, Christin ; Benz, Sarah ; Großarth, Stephan ; Schreckenberg, Dirk ; Eulitz, Christian ; Wiercinski, Bianca ; Möhler, Ulrich: Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen. Umweltbundesamt, 2020 (TEXTE 163/2020)

[KB18] Kamp, Irene van ; Berg, Frits van d.: Health Effects Related to Wind Turbine Sound, Including Low-Frequency Sound and Infrasound. In: Acoustics Australia 46 (2018), April, Nr. 1, 31–57. http://dx.doi.org/10.1007/s40857-017-0115-6. – DOI 10.1007/s40857-017-0115-6. – ISSN 1839–2571

[KFH15] Kuehler, Robert ; Fedtke, Thomas ; Hensel, Johannes: Infrasonic and low-frequency insert earphone hearing threshold. In: The Journal of the Acoustical Society of America 137 (2015), Nr. 4, S. EL347–EL353. http://dx.doi.org/10.1121/1.4916795. – DOI 10.1121/1.4916795. – _eprint: https://doi.org/10.1121/1.4916795

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

[LBS22] Landentwicklung Büchsenstr. 54 70174 Stuttgart, Landesamt für Geoinformation u.: lgl-bw. www.lgl-bw.de. Version: 2022

[Mak11] Makarewicz, Rufin: Is a wind turbine a point source? (L). In: The Journal of the Acoustical Society of America 129 (2011), Nr. 2, S. 579–581. http://dx.doi.org/10.1121/1.3514426. – DOI 10.1121/1.3514426

[MHMN07] Malsch, Annette K. ; Hornberg, Claudia ; Maschke, Christian ; Niemann, Hildegard: Infraschall und tieffrequenter Schall – ein Thema für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Deutschland? In: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 50 (2007), Dezember, Nr. 12, 1582–1589. http://dx.doi.org/10.1007/s00103-007-0407-3. – DOI 10.1007/s00103-007-0407-3. – ISSN 1437–1588

[MP04] Møller, H. ; Pedersen, C. S.: Hearing at low and infrasonic frequencies. In: Noise & health 6 (2004), Juni, Nr. 23, S. 37–57. – ISSN 1463–1741. – Place: India

[MTK+20] Maijala, Panu ; Turunen, Anu ; Kurki, Ilmari ; Vainio, Lari ; Pakarinen, Satu ; Kaukinen, Crista ; Lukander, Kristian ; Tiittanen, Pekka ; Yli-Tuomi, Tarja ; Taimisto, Pekka ; Lanki, Timo ; Tiippana, Kaisa ; Virkkala, Jussi ; Stickler, Emma ; Sainio, Markku: Publications of the Government´s analysis, assessment and research activities. Bd. 34: Infrasound Does Not Explain Symptoms Related to Wind Turbines. 2020

[RBB+16] Ratzel, U. ; Bayer, O. ; Brachat, P. ; Hoffmann, M. ; Jänke, K. ; Kiesel, K.-J. ; Mehnert, C. ; Scheck, C.: Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen. 2. Auflage. Karlsruhe : Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), 2016

[TAL] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm), Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)

[WBK+17] Weichenberger, Markus ; Bauer, Martin ; Kühler, Robert ; Hensel, Johannes ; Forlim, Caroline G. ; Ihlenfeld, Albrecht ; Ittermann, Bernd ; Gallinat, Jürgen ; Koch, Christian ; Kühn, Simone: Altered cortical and subcortical connectivity due to infrasound administered near the hearing threshold – Evidence from fMRI. In: PLOS ONE 12 (2017), April, Nr. 4, 1–19. http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0174420. – DOI 10.1371/journal.pone.0174420. – Publisher: Public Library of Science

[WEA] Kein eigener Erlass seit dem 9. Mai 2019. Seither Orientierung am Erlass von NRW: Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass), Gem. RdErl. d. Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie (Az. VI.A-3 – 77-33 - Windenergieerlass) und des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (Az. VII.2.2 – 2017/01 - Windenergieerlass) und des Ministeriums für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen (Az. 611 – 901.3/202), Glied-Nr. 2310, 08.05.2018, Ministerialblatt für das

Land Nordrhein-Westfalen Nr. 12, ausgegeben zu Düsseldorf am 22. Mai 2018

[WKB+15] Weichenberger, Markus ; Kühler, Robert ; Bauer, Martin ; Hensel, Johannes ; Brühl, Rüdiger ; Ihlenfeld, Albrecht ; Ittermann, Bernd ; Gallinat, Jürgen ; Koch, Christian ; Sander, Tilmann ; Kühn, Simone: Brief bursts of infrasound may improve cognitive function – An fMRI study. In: Hearing Research 328 (2015), 87–93. http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heares.2015.08.001. – DOI https://doi.org/10.1016/j.heares.2015.08.001. – ISSN 0378–5955

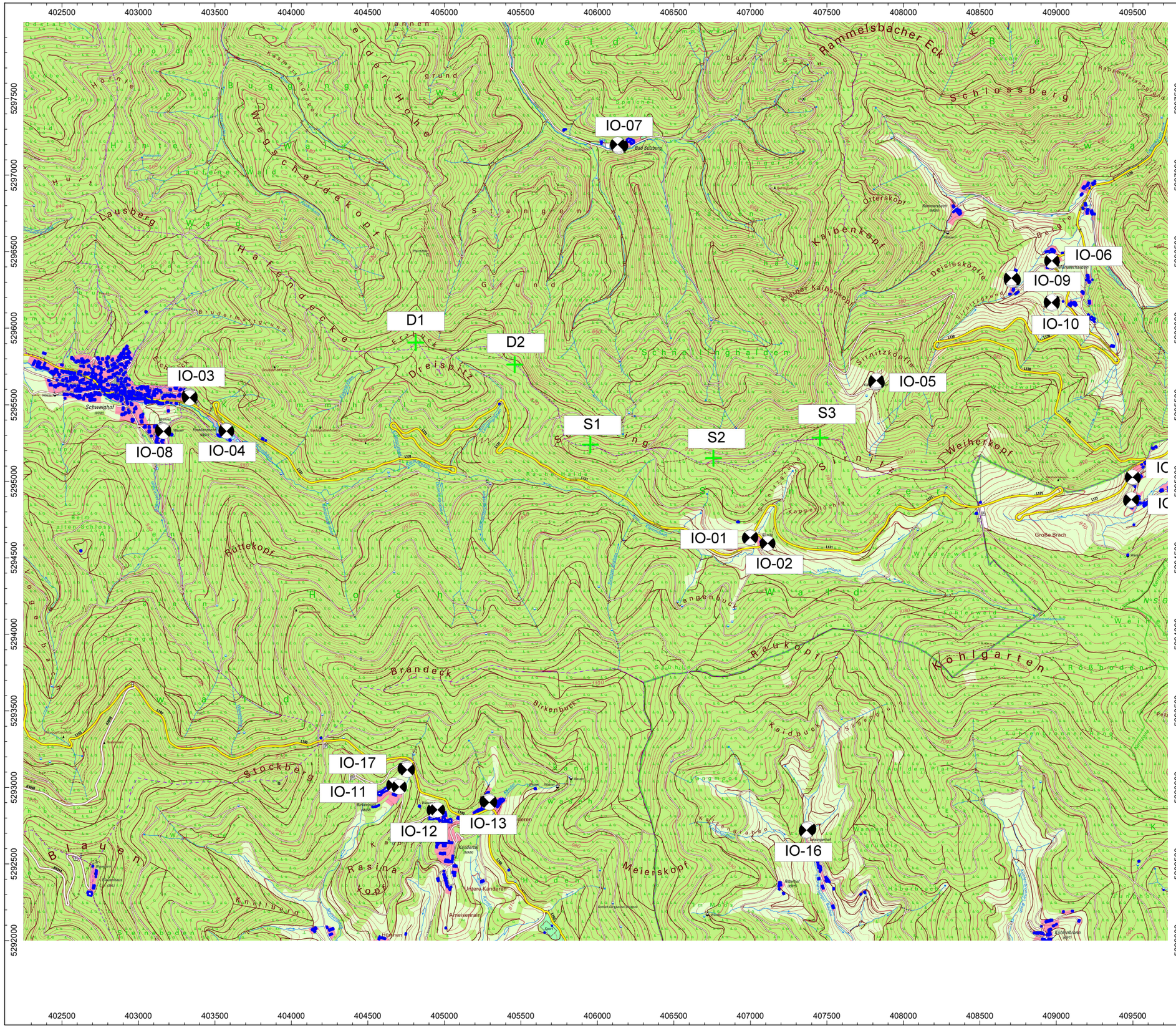
[YE74] Yeowart, Norman S. ; Evans, Margaret J.: Thresholds of audibility for very low-frequency pure tones. In: The Journal of the Acoustical Society of America 55 (1974), Nr. 4, S. 814–818. http://dx.doi.org/10.1121/1.1914605. – DOI 10.1121/1.1914605

[YST14] Yokoyama, Sakae ; Sakamoto, Shinichi ; Tachibana, Hideki: Perception of low frequency components in wind turbine noise. In: Noise Control Engineering Journal 62 (2014), September. http://dx.doi.org/10.3397/1/376228. – DOI 10.3397/1/376228

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

A Lageplan des untersuchten Gebietes

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


IO-07
IO-06
IO-09
IO-10
IO-05
IO-03
IO-08
IO-04
IO-01
IO-02
IO-17
IO-11
IO-12
IO-13
IO-16
D1
D2
S1
S2
S3
Rammelsbacher Eck
Schlossberg
Otterskopf
Kalbenkopf
Dreisteköpfle
Strnitzkopf
Strnitzgrat
Dreispitz
Schnellinghalden
Weiherkopf
Strnitz
Rauhe Halde
Ruttekopf
Brandeck
Birkenbuck
Raukopf
Köhlgarten
Stockberg
Blauen
Rasina-kopf
Knallberg
Meienskopf
Hatten Eck
Lausberg
Weggschneidekopf
Große Brach
Bad Sulzburg
Schweighof
Kandertal
Untere Kanderen
Hüttsteg
Ameisenstrain
Kühlenbronn
Wasserhalden
Kappelbächle
Kandenbuck
Kohlwald
Weiherle
Roßhoden
Kuhlenbronnbuck
Stockbergle
Kalbenkopfle
Kalbenkopfle Grat
Kalbenkopfle Sattel
Kalbenkopfle Nordgrat
Kalbenkopfle Südgrat
Kalbenkopfle Südwestgrat
Kalbenkopfle Westgrat
Kalbenkopfle Ostgrat
Kalbenkopfle Nordostgrat
Kalbenkopfle Nordwestgrat
Kalbenkopfle Südost

B Detaillierte Berechnungsergebnisse

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

C Eigenschaften der Immissionsorte

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

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Sirnitz 3, 79410 Müllheim								
IO-01	no1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	407.001,44	5.294.635,66	917,2
			Sirnitz 3, 79410 Müllheim								
IO-01	no1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	407.001,44	5.294.635,66	919,7
			Sirnitz 3, 79410 Müllheim								
IO-01	nw1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	406.994,98	5.294.631,20	919,7
			Sirnitz 3, 79410 Müllheim								
IO-01	nw2	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	406.998,20	5.294.633,42	919,9
			Sirnitz , 79410 Müllheim								
IO-02	nw1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	407.111,33	5.294.594,32	919,7
			Sirnitz , 79410 Müllheim								
IO-02	nw1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	407.111,33	5.294.594,32	922,2
			Sirnitz , 79410 Müllheim								
IO-02	nw3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	407.113,62	5.294.595,48	920,5
			Sirnitz , 79410 Müllheim								
IO-02	nw3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	407.113,62	5.294.595,48	923,0
			Am Lindengraben 2, 79410 Badenweiler								
IO-03	no1	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	403.332,90	5.295.555,75	467,3
			Am Lindengraben 2, 79410 Badenweiler								
IO-03	no1	1.OG	WA	55	40	Industrie	5,0	r	403.332,90	5.295.555,75	469,8

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-03	no3	EG	Am Lindengraben 2, 79410 Badenweiler								
			WA	55	40	Industrie	2,5	r	403.337,88	5.295.551,61	467,5
IO-03	no3	1.OG	Am Lindengraben 2, 79410 Badenweiler								
			WA	55	40	Industrie	5,0	r	403.337,88	5.295.551,61	470,0
IO-03	so1	EG	Am Lindengraben 2, 79410 Badenweiler								
			WA	55	40	Industrie	2,5	r	403.338,65	5.295.547,50	467,1
IO-03	so1	1.OG	Am Lindengraben 2, 79410 Badenweiler								
			WA	55	40	Industrie	5,0	r	403.338,65	5.295.547,50	469,6
IO-03	so3	EG	Am Lindengraben 2, 79410 Badenweiler								
			WA	55	40	Industrie	2,5	r	403.335,93	5.295.544,21	466,2
IO-03	so3	1.OG	Am Lindengraben 2, 79410 Badenweiler								
			WA	55	40	Industrie	5,0	r	403.335,93	5.295.544,21	468,7
IO-04	no1	EG	Klemmbachstraße 100, 79410 Badenweiler								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	403.574,99	5.295.332,53	485,6
IO-04	no1	1.OG	Klemmbachstraße 100, 79410 Badenweiler								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	403.574,99	5.295.332,53	488,1
IO-04	no3	EG	Klemmbachstraße 100, 79410 Badenweiler								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	403.576,28	5.295.330,01	485,9
IO-04	no3	1.OG	Klemmbachstraße 100, 79410 Badenweiler								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	403.576,28	5.295.330,01	488,4

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Klemmbachstraße 100, 79410 Badenweiler								
IO-04	no3	2.OG	MI	60	45	Industrie	7,8	r	403.576,28	5.295.330,01	491,2
			Klemmbachstraße 100, 79410 Badenweiler								
IO-04	no5	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	403.577,56	5.295.327,50	486,0
			Klemmbachstraße 100, 79410 Badenweiler								
IO-04	no5	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	403.577,56	5.295.327,50	488,5
			Klemmbachstraße 100, 79410 Badenweiler								
IO-04	no5	2.OG	MI	60	45	Industrie	7,8	r	403.577,56	5.295.327,50	491,3
			Kälbelescheuer, 79244 Münstertal								
IO-05	s1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	407.828,45	5.295.642,09	979,5
			Kälbelescheuer, 79244 Münstertal								
IO-05	s3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	407.824,51	5.295.643,37	979,5
			Kälbelescheuer, 79244 Münstertal								
IO-05	s3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	407.824,51	5.295.643,37	982,0
			Kälbelescheuer, 79244 Münstertal								
IO-05	s5	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	407.820,58	5.295.644,66	979,5
			Kälbelescheuen, 79244 Münstertal								
IO-05	w1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	407.820,49	5.295.650,79	979,1
			Kälbelescheuen, 79244 Münstertal								
IO-05	w3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	407.823,54	5.295.657,92	979,0

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Münsterhalden 15, 79244 Münstertal								
IO-06	sw1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	408.970,84	5.296.437,47	623,6
			Münsterhalden 15, 79244 Münstertal								
IO-06	sw1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	408.970,84	5.296.437,47	626,1
			Münsterhalden 15, 79244 Münstertal								
IO-06	sw1	2.OG	MI	60	45	Industrie	7,8	r	408.970,84	5.296.437,47	628,9
			Münsterhalden 15, 79244 Münstertal								
IO-06	sw3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	408.969,67	5.296.440,92	623,6
			Münsterhalden 15, 79244 Münstertal								
IO-06	sw3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	408.969,67	5.296.440,92	626,1
			Münsterhalden 15, 79244 Münstertal								
IO-06	sw3	2.OG	MI	60	45	Industrie	7,8	r	408.969,67	5.296.440,92	628,9
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	so1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	406.151,98	5.297.193,41	462,9
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	so1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	406.151,98	5.297.193,41	465,4
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	so1	2.OG	MI	60	45	Industrie	7,8	r	406.151,98	5.297.193,41	468,2
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	so3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	406.148,13	5.297.190,78	462,7

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	so3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	406.148,13	5.297.190,78	465,2
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	so3	2.OG	MI	60	45	Industrie	7,8	r	406.148,13	5.297.190,78	468,0
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	so5	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	406.145,26	5.297.189,63	462,6
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	so5	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	406.145,26	5.297.189,63	465,1
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	so5	2.OG	MI	60	45	Industrie	7,8	r	406.145,26	5.297.189,63	467,9
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	so7	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	406.142,38	5.297.188,48	462,5
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	so7	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	406.142,38	5.297.188,48	465,0
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	so7	2.OG	MI	60	45	Industrie	7,8	r	406.142,38	5.297.188,48	467,8
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	sw1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	406.139,93	5.297.186,38	462,4
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	sw3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	406.135,32	5.297.192,87	462,5

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Badstraße 67, 79295 Sulzburg								
IO-07	sw5	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	406.132,22	5.297.200,06	462,6
			Altensteinweg 23, 79410 Badenweiler								
IO-08	n1	1.OG	WR	50	35	Industrie	5,0	r	403.160,00	5.295.335,01	487,3
			Altensteinweg 23, 79410 Badenweiler								
IO-08	n2	1.OG	WR	50	35	Industrie	5,0	r	403.163,05	5.295.334,69	488,1
			Altensteinweg 23, 79410 Badenweiler								
IO-08	o1	1.OG	WR	50	35	Industrie	5,0	r	403.166,02	5.295.331,40	489,2
			Altensteinweg 23, 79410 Badenweiler								
IO-08	o1	2.OG	WR	50	35	Industrie	7,8	r	403.166,02	5.295.331,40	492,0
			Altensteinweg 23, 79410 Badenweiler								
IO-08	o3	EG	WR	50	35	Industrie	2,5	r	403.165,53	5.295.326,40	487,0
			Altensteinweg 23, 79410 Badenweiler								
IO-08	o3	1.OG	WR	50	35	Industrie	5,0	r	403.165,53	5.295.326,40	489,5
			Altensteinweg 23, 79410 Badenweiler								
IO-08	o3	2.OG	WR	50	35	Industrie	7,8	r	403.165,53	5.295.326,40	492,3
			Münsterhalden 12, 79244 Münstertal								
IO-09	s1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	408.716,48	5.296.317,16	668,2
			Münsterhalden 12, 79244 Münstertal								
IO-09	s1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	408.716,48	5.296.317,16	670,7

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Münsterhalden 12, 79244 Münstertal								
IO-09	s3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	408.710,52	5.296.315,71	669,4
			Münsterhalden 12, 79244 Münstertal								
IO-09	s3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	408.710,52	5.296.315,71	671,9
			Münsterhalden 12, 79244 Münstertal								
IO-09	s5	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	408.706,77	5.296.316,10	670,8
			Münsterhalden 12, 79244 Münstertal								
IO-09	s5	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	408.706,77	5.296.316,10	673,3
			Münsterhalden 12, 79244 Münstertal								
IO-09	w1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	408.704,91	5.296.321,37	671,7
			Münsterhalden 12, 79244 Münstertal								
IO-09	w1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	408.704,91	5.296.321,37	674,2
			Münsterhalden 12, 79244 Münstertal								
IO-09	w3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	408.705,55	5.296.328,10	671,7
			Münsterhalden 12, 79244 Münstertal								
IO-09	w3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	408.705,55	5.296.328,10	674,2
			Münsterhalden 22, 79244 Münstertal								
IO-10	nw1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	408.967,06	5.296.169,06	677,1
			Münsterhalden 22, 79244 Münstertal								
IO-10	nw1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	408.967,06	5.296.169,06	679,6

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Münsterhalden 22, 79244 Münstertal								
IO-10	nw3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	408.972,35	5.296.175,85	675,4
			Münsterhalden 22, 79244 Münstertal								
IO-10	nw3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	408.972,35	5.296.175,85	677,9
			Münsterhalden 22, 79244 Münstertal								
IO-10	sw1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	408.972,05	5.296.159,24	679,1
			Münsterhalden 22, 79244 Münstertal								
IO-10	sw1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	408.972,05	5.296.159,24	681,6
			Münsterhalden 22, 79244 Münstertal								
IO-10	sw1	2.OG	MI	60	45	Industrie	7,8	r	408.972,05	5.296.159,24	684,4
			Münsterhalden 22, 79244 Münstertal								
IO-10	sw3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	408.967,42	5.296.165,48	677,9
			Münsterhalden 22, 79244 Münstertal								
IO-10	sw3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	408.967,42	5.296.165,48	680,4
			Münsterhalden 22, 79244 Münstertal								
IO-10	sw3	2.OG	MI	60	45	Industrie	7,8	r	408.967,42	5.296.165,48	683,2
			Birkenbuck 2 (Luisenheim), 79429 Malsburg-Marzell								
IO-11	n1	EG	KU	45	35	Industrie	2,5	r	404.671,13	5.293.014,53	859,0
			Birkenbuck 2 (Luisenheim), 79429 Malsburg-Marzell								
IO-11	n1	1.OG	KU	45	35	Industrie	5,0	r	404.671,13	5.293.014,53	861,5

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Birkenbuck 2 (Luisenheim), 79429 Malsburg-Marzell								
IO-11	n1	2.OG	KU	45	35	Industrie	7,8	r	404.671,13	5.293.014,53	864,3
			Birkenbuck 2 (Luisenheim), 79429 Malsburg-Marzell								
IO-11	n3	EG	KU	45	35	Industrie	2,5	r	404.706,29	5.293.002,70	859,3
			Birkenbuck 2 (Luisenheim), 79429 Malsburg-Marzell								
IO-11	n3	1.OG	KU	45	35	Industrie	5,0	r	404.706,29	5.293.002,70	861,8
			Birkenbuck 2 (Luisenheim), 79429 Malsburg-Marzell								
IO-11	n3	2.OG	KU	45	35	Industrie	7,8	r	404.706,29	5.293.002,70	864,6
			Kandertal 25, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-12	n1	EG	WR	55	35	Industrie	2,5	r	404.934,30	5.292.852,33	852,8
			Kandertal 25, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-12	n1	1.OG	WR	55	35	Industrie	5,0	r	404.934,30	5.292.852,33	855,3
			Kandertal 25, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-12	n1	2.OG	WR	55	35	Industrie	7,8	r	404.934,30	5.292.852,33	858,1
			Kandertal 25, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-12	n1	3.OG	WR	55	35	Industrie	10,6	r	404.934,30	5.292.852,33	860,9
			Kandertal 25, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-12	n1	4.OG	WR	55	35	Industrie	13,4	r	404.934,30	5.292.852,33	863,7
			Kandertal 25, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-12	n3	EG	WR	55	35	Industrie	2,5	r	404.955,38	5.292.854,87	852,5

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Kandertal 25, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-12	n3	1.OG	WR	55	35	Industrie	5,0	r	404.955,38	5.292.854,87	855,0
			Kandertal 25, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-12	n3	2.OG	WR	55	35	Industrie	7,8	r	404.955,38	5.292.854,87	857,8
			Kandertal 25, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-12	n3	3.OG	WR	55	35	Industrie	10,6	r	404.955,38	5.292.854,87	860,6
			Kandertal 25, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-12	n3	4.OG	WR	55	35	Industrie	13,4	r	404.955,38	5.292.854,87	863,4
			Kandertal 9, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-13	n1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	405.280,55	5.292.909,35	859,7
			Kandertal 9, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-13	n1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	405.280,55	5.292.909,35	862,2
			Kandertal 9, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-13	n3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	405.286,03	5.292.910,13	859,7
			Kandertal 9, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-13	n3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	405.286,03	5.292.910,13	862,2
			Kandertal 9, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-13	n5	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	405.291,50	5.292.910,90	859,7
			Kandertal 9, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-13	n5	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	405.291,50	5.292.910,90	862,2

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Kandertal 9, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-13	o1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	405.293,89	5.292.908,73	859,5
			Kandertal 9, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-13	o1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	405.293,89	5.292.908,73	862,0
			Kandertal 9, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-13	o3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	405.294,79	5.292.902,40	858,2
			Kandertal 9, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-13	o3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	405.294,79	5.292.902,40	860,7
			Hinterheubronn 7, 79692 Kleines Wiesental								
IO-14	w1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	409.485,81	5.294.874,33	914,2
			Hinterheubronn 7, 79692 Kleines Wiesental								
IO-14	w1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	409.485,81	5.294.874,33	916,7
			Hinterheubronn 7, 79692 Kleines Wiesental								
IO-14	w1	2.OG	MI	60	45	Industrie	7,8	r	409.485,81	5.294.874,33	919,5
			Hinterheubronn 7, 79692 Kleines Wiesental								
IO-14	w3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	409.487,69	5.294.878,01	914,0
			Hinterheubronn 7, 79692 Kleines Wiesental								
IO-14	w3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	409.487,69	5.294.878,01	916,5
			Hinterheubronn 7, 79692 Kleines Wiesental								
IO-14	w3	2.OG	MI	60	45	Industrie	7,8	r	409.487,69	5.294.878,01	919,3

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-14	w5	EG	Hinterheubronn 7, 79692 Kleines Wiesental								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	409.489,09	5.294.880,77	913,9
IO-14	w5	1.OG	Hinterheubronn 7, 79692 Kleines Wiesental								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	409.489,09	5.294.880,77	916,4
IO-15	s1	EG	Hinterheubronn 11, 79692 Kleines Wiesental								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	409.501,05	5.295.022,12	928,4
IO-15	s3	EG	Hinterheubronn 11, 79692 Kleines Wiesental								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	409.496,98	5.295.023,65	930,2
IO-15	w1	EG	Hinterheubronn 11, 79692 Kleines Wiesental								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	409.496,08	5.295.027,26	930,9
IO-15	w3	EG	Hinterheubronn 11, 79692 Kleines Wiesental								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	409.496,76	5.295.029,11	930,7
IO-16	n1	EG	Fischenberg 12, 79692 Kleines Wiesental								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	407.372,74	5.292.730,90	798,7
IO-16	n1	1.OG	Fischenberg 12, 79692 Kleines Wiesental								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	407.372,74	5.292.730,90	801,2
IO-16	n3	EG	Fischenberg 12, 79692 Kleines Wiesental								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	407.379,86	5.292.731,03	799,8
IO-16	n3	1.OG	Fischenberg 12, 79692 Kleines Wiesental								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	407.379,86	5.292.731,03	802,3

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-16	w1	EG	Fischenberg 12, 79692 Kleines Wiesental								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	407.366,20	5.292.716,81	796,0
IO-16	w1	1.OG	Fischenberg 12, 79692 Kleines Wiesental								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	407.366,20	5.292.716,81	798,5
IO-16	w3	EG	Fischenberg 12, 79692 Kleines Wiesental								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	407.367,78	5.292.723,09	796,8
IO-16	w3	1.OG	Fischenberg 12, 79692 Kleines Wiesental								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	407.367,78	5.292.723,09	799,3
IO-17	n1	EG	Birkenbuck 1, 79429 Malsburg-Marzell								
			WR	50	35	Industrie	2,5	r	404.745,04	5.293.122,98	887,4
IO-17	n1	1.OG	Birkenbuck 1, 79429 Malsburg-Marzell								
			WR	50	35	Industrie	5,0	r	404.745,04	5.293.122,98	889,9
IO-17	n3	EG	Birkenbuck 1, 79429 Malsburg-Marzell								
			WR	50	35	Industrie	2,5	r	404.749,81	5.293.123,34	887,2
IO-17	n3	1.OG	Birkenbuck 1, 79429 Malsburg-Marzell								
			WR	50	35	Industrie	5,0	r	404.749,81	5.293.123,34	889,7
IO-17	n5	EG	Birkenbuck 1, 79429 Malsburg-Marzell								
			WR	50	35	Industrie	2,5	r	404.754,57	5.293.122,66	887,0
IO-17	n5	1.OG	Birkenbuck 1, 79429 Malsburg-Marzell								
			WR	50	35	Industrie	5,0	r	404.754,57	5.293.122,66	889,5

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
			Birkenbuck 1, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-17	o1	EG	WR	50	35	Industrie	2,5	r	404.758,16	5.293.121,13	886,9
			Birkenbuck 1, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-17	o1	1.OG	WR	50	35	Industrie	5,0	r	404.758,16	5.293.121,13	889,4
			Birkenbuck 1, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-17	o1	2.OG	WR	50	35	Industrie	7,8	r	404.758,16	5.293.121,13	892,2
			Birkenbuck 1, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-17	o3	EG	WR	50	35	Industrie	2,5	r	404.757,66	5.293.113,60	885,9
			Birkenbuck 1, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-17	o3	1.OG	WR	50	35	Industrie	5,0	r	404.757,66	5.293.113,60	888,4
			Birkenbuck 1, 79429 Malsburg-Marzell								
IO-17	o3	2.OG	WR	50	35	Industrie	7,8	r	404.757,66	5.293.113,60	891,2

D Eigenschaften der Windenergieanlagen sowie der weiteren gewerblichen Quellen

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

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

ID	SLP	Sicherheitszuschlag			Schallleistungspegel immissionsrelevant			Höhe ü.G.	Koordinaten		
		tags	abends	nachts	tags	abends	nachts		Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	h_r [m]	[m]	[m]	[m]
GE-01	90,0	0,0	0,0	0,0	90,0	90,0	90,0	2,00	405.279,8	5.292.947,0	-

Tabelle D.2: Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Tageszeitraum

ID	Modus	SLP	Sicherheitszuschlag		Schallleistungspegel immissionsrelevant		Nabenhöhe	Koordinaten		
			tags	abends	tags	abends		Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
		[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB(A)]	[dB(A)]	h_N [m]	[m]	[m]	[m]
D1	**OM-0-0**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0								
		106,9	2,1	2,1	109,0	109,0	162,0	404.814,0	5.295.905,0	1.011,0
D2	**OM-0-0**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0								
		106,9	2,1	2,1	109,0	109,0	162,0	405.460,0	5.295.762,0	988,0
S1	**OM-0-0**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0								
		106,9	2,1	2,1	109,0	109,0	162,0	405.955,0	5.295.239,0	1.095,9
S2	**OM-0-0**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0								
		106,9	2,1	2,1	109,0	109,0	162,0	406.759,0	5.295.153,0	1.159,3
S3	**OM-0-0**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0								
		106,9	2,1	2,1	109,0	109,0	162,0	407.455,0	5.295.285,0	1.161,0

Tabelle D.3: Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP	Sicherheitszuschlag	Schallleistungspegel	Naben-	Koordinaten		
			nachts	immissionsrelevant nachts	höhe	Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
		[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	h_N [m]	[m]	[m]	[m]
D1	**OM-0-0**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0						
		106,9	2,1	109,0	162,0	404.814,0	5.295.905,0	1.011,0
D2	**OM-0-0**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0						
		106,9	2,1	109,0	162,0	405.460,0	5.295.762,0	988,0
S1	**OM-0-0**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0						
		106,9	2,1	109,0	162,0	405.955,0	5.295.239,0	1.095,9
S2	**OM-0-0**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0						
		106,9	2,1	109,0	162,0	406.759,0	5.295.153,0	1.159,3
S3	**OM-0-0**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH) – Spektrum: OM-0-0						
		106,9	2,1	109,0	162,0	407.455,0	5.295.285,0	1.161,0

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 σ_R und die Produktstandardabweichung σ_P ein. Daraus ergibt sich hier ein Wert von 1,7 dB. Die entsprechenden Datenblätter und Messberichte mit den Oktavbandspektren für alle Betriebsmodi sind im Anhang F beigefügt.

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

ID	Typ	Bew.	Oktavbandspektrum									Summenpegel		Zuschläge [dB]			
			Schallleistungspegel [dB] bei den Oktavmittenfrequenzen [Hz]									[dB(A)]	[dB(lin)]	kt	ktn	ki	kin
			31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000						
OM-0-0	**E-175 EP5 E2 (Enercon GmbH) - Modus: OM-0-0, Quelle: D03045924/0.1-de**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	-	90,1	93,8	98,2	100,3	101,3	100,5	94,5	85,1	106,9	117,9	0	0	0	0
	Oktavbandspektrum $L_{e,max}$ mit σ_R = 0,5 dB, σ_p = 1,2 dB, σ_{prog} = 0,0 dB, σ_{ges} = 1,3 dB zu SZ = 1,7 dB																
	L_W	A	-	91,8	95,5	99,9	102,0	103,0	102,2	96,2	86,8	108,5	119,6	0	0	0	0
	Oktavbandspektrum inkl. SZ mit σ_R = 0,5 dB, σ_p = 1,2 dB, σ_{prog} = 1,0 dB, σ_{ges} = 1,6 dB zu SZ = 2,1 dB																
	L_W	A	-	92,2	95,9	100,3	102,4	103,4	102,6	96,6	87,2	109,0	120,0	0	0	0	0

F Datenblätter

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

G Revisionsübersicht

Tabelle G.1: Revisionsübersicht

Revision	Änderungen	Anmerkungen	Datum
Rev. 0		Initiale Version	07.12.2022
Rev. 1		Redaktionelle Änderungen	14.12.2022
Rev. 2		Geänderter Anlagentyp	12.02.2025