4.6 Quellenplan Schallemissionen / Erschütterungen

Siehe Anlage

Anlagen:

- K4_6_01_WP_Brilon-Rep_Schallgutachten NE-B-130128 Rev. 4.pdf



SCHALLTECHNISCHER BERICHT
NE-B-130128

Schalltechnischer Bericht für den Windpark “WP Brilon” mit insgesamt vier Windenergieanlagen am Standort 59929 Brilon.

Datum:
27. April 2026

Auftraggeber:
VERUM Brilon R 2024 GmbH & Co. KG
Endersbacher Str. 65
70374 Stuttgart

Bearbeiter:
André Raming (M.Eng.)

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 76 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, 27. April 2026
noxt! engineering GmbH



Firmenstempel



Bearbeiter
(André Raming (M.Eng.))



Fachprüfer
(Dipl.-Ing. Marcel Boßmeyer)

1 Zusammenfassung

Am Standort 59929 Brilon plant die Firma VERUM Brilon R 2024 GmbH & Co. KG vier Windenergieanlagen vom Typ E-175 EP5 E2 (Enercon) (4x). 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_VS01	E-175 EP5 E2 (Enercon)	175	7.000
WEA_VS03	E-175 EP5 E2 (Enercon)	175	7.000
WEA_VS04	E-175 EP5 E2 (Enercon)	162	7.000
WEA_VS06	E-175 EP5 E2 (Enercon)	162	7.000

Im Rahmen des Repowerings nach Artikel 16b des BImSchG [BIm21] sollen die Schallkontingente aus dem bereits genehmigten schalltechnischen Bericht NE-B-130128 Rev. 3 vom 15.04.2025 der fünf WEA vom Typ Vestas V172 7.2 MW für die Umplanung auf die vier WEA vom Typ Enercon E-175 EP5 E2 genutzt werden. Eine gewerbliche Vorbelastung, wie z.B. Biogasanlagen oder Gewerbebetriebe, im Sinne der TA Lärm ist demnach nicht zu berücksichtigen.
In der Umgebung des Windparks befinden sich 15 Gehöfte und Wohnhäuser die als Immissionsorte untersucht werden. Die exakte Lage ist dem Lageplan in der Anlage A zu entnehmen.
Die Berechnungen nach dem Interimsverfahren [Int] haben ergeben, dass es unter den in der Tabelle 1.2 dargestellten Betriebsbedingungen im Tages- und Nachtzeitraum zu einer Reduzierung der Immissionsbeiträge an den Immissionsorten gemäß Artikel 16b des BImSchG [BIm21] kommt.

Tabelle 1.2: Auflistung der Betriebsmodi der Zusatzbelastung am Standort 59929 Brilon

ID	Betriebsmodus tags	Betriebsmodus nachts
WEA_VS01	OM-0-0	OM-NR-07-0
WEA_VS03	OM-0-0	OM-0-0
WEA_VS04	OM-0-0	OM-NR-03-1
WEA_VS06	OM-0-0	OM-NR-07-0

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. 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 **13**
4.1 Vorbelastung durch Gewerbe- und Industrieanlagen 14
4.2 Geplante Rückbauwindenergieanlagen 14
4.3 Vorbelastung durch vorhandene Windenergieanlagen 15
4.4 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung 15
4.5 Abstände zwischen den Immissionsorten und den Windenergieanlagen 16

5 Berechnungsergebnisse **18**
5.1 Berechnungsergebnisse für den Tageszeitraum 18
5.2 Berechnungsergebnisse für den Nachtzeitraum 19
5.3 Abschirmung und Reflexion 24

6 Beurteilung **28**
6.1 Beurteilung des Tageszeitraums 28
6.2 Beurteilung des Nachtzeitraums 29
6.3 Gesamtbeurteilung 33
6.4 Beurteilung Gesamtbetrachtung 34
6.5 Spitzenpegel 34
6.6 Abschätzung der Genauigkeit der Prognose 35

7 Infraschall **37**

8 Interaktive Karte **40**

9 Ortstermin **42**

Literaturverzeichnis **50**

A Lageplan **54**

B Detaillierte Berechnungsergebnisse **56**

C Immissionsorte **57**

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026

D Schallquellen **68**

E Oktavbandspektren **72**

F Datenblätter **75**

G Revisionsübersicht **76**

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026

Abbildungsverzeichnis

9.1 Ostansicht IO-01 (Loh 3; 59929 Brilon) 42
9.2 Süd-Ostansicht IO-02 (Loh 2; 59929 Brilon) 43
9.3 Ostansicht IO-03 (Im Heck 7; 33181 Bad Wünnenberg) 43
9.4 Ostansicht IO-04 (Am Hessenbusch 17; 33181 Bad Wünnenberg) 44
9.5 Süd-Westansicht IO-05 (Zur Schwelge 20; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 44
9.6 Süd-Ostansicht IO-06 (Zum Sauerland 34; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 45
9.7 Westansicht IO-07 (Feldrain 6; 33181 Bad Wünnenberg) 45
9.8 Westansicht IO-08 (Roter Landweg (Campingplatz Schlosshotel Sophia); 33181 Bad Wünnenberg) 46
9.9 Ostansicht IO-09 (Bleiwäscher Straße 5; 59929 Brilon) 46
9.10 Nord-Westansicht IO-10 (Bleiwäscher Straße 11; 59929 Brilon) 47
9.11 Nordansicht IO-11 (Lohweg 1 ; 59929 Brilon) 47
9.12 Süd-Westansicht IO-12 (In den Höfen 20; 59929 Brilon) 48
9.13 Nord-Ostansicht IO-13 (Wallmei 34; 59929 Brilon) 48
9.14 Satellitenansicht IO-15 (Betriebsleiterwohnhaus Flur 15 Flurstück30; 59929 Brilon) 49

A.1 Lageplan 55

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026

Tabellenverzeichnis

1.1 Technische Kenndaten der untersuchten Windenergieanlagen der Zusatzbelastung 2
1.2 Auflistung der Betriebsmodi der Zusatzbelastung am Standort 59929 Brilon 3

2.1 Technische Details der bereits genehmigten WEA 9

3.1 Liste der untersuchten Immissionsorte mit der jeweiligen Gebietseinstufung 10

4.1 Luftdämpfungskoeffizienten α für die Oktavbänder gemäß DIN ISO 9613-2 [DINd] 13
4.2 Betriebsweisen der Windenergieanlagen im Nachtzeitraum 15
4.3 Betriebsweisen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum 16
4.4 Horizontale Abstände zwischen den Immissionsorten und den geplanten Windenergieanlagen. 17

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-, Gesamtbelastung und der Differenz der Rückbauanlagen für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Sowohl der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) als auch die Differenz (D) der Immissionspegel sind in der Tabelle angegeben. 19
5.3 Auftreten einer Abschirmung (A) und Reflexion (R) auf dem Schallweg zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionsort für den Nachtzeitraum. 24

6.1 Beurteilungspegel im Tageszeitraum der Zusatzbelastung für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Der Beurteilungspegel (B) und die Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) sind in der Tabelle angegeben. Negative Überschreitungswerte signalisieren eine Unterschreitung des IRW. 28

6.2 Beurteilung im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz-, Gesamtbelastung und der Differenz (D) der Rückbauanlagen für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Sowohl der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) als auch die Differenz der Immissionspegel sind in der Tabelle angegeben. 30
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 34

C.1 Auflistung sämtlicher Immissionspunkte der Untersuchungen an den Immissionsorten 58

D.1 Rückbauwindenergieanlagen im Nachtzeitraum 69
D.2 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Tageszeitraum 70
D.3 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung im Nachtzeitraum 71

E.1 Oktavbandspektren der angesetzten Betriebsmodi der Zusatzbelastung. 73
E.2 Oktavbandspektren der angesetzten Betriebsmodi der Rückbauwindenergieanlagen. 74

G.1 Revisionsübersicht 76

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026

2 Situation und Aufgabenstellung

Die Firma VERUM Brilon R 2024 GmbH & Co. KG plant am Standort 59929 Brilon in Nordrhein-Westfalen vier Windenergieanlagen die in diesem Gutachten als Zusatzbelastung bezeichnet werden. Zum Erlangen der Genehmigung der geplanten Windenergieanlagen ist dem Hochsauerlandkreis ein schalltechnischer Bericht vorzulegen, welcher die schalltechnische Geräuschsituation hinsichtlich der Einhaltung der Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [TAL] nachweist bzw. eine Lärmsanierung gemäß Artikel 16b BImSchG [BIm21] stattfindet.
Die nachfolgende Tabelle zeigt die WEA der Zusatzbelastung aus dem schalltechnischen Bericht NE-B-130128 Rev. 3 vom 15.04.2025.

Tabelle 2.1: Technische Details der bereits genehmigten WEA

ID	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Nennleistung [kW]
WEA_VS01RE	V172 7.2 MW	199,0	7.200
WEA_VS02RE	V172 7.2 MW	199,0	7.200
WEA_VS03RE	V172 7.2 MW	199,0	7.200
WEA_VS04RE	V172 7.2 MW	164,0	7.200
WEA_VS06RE	V172 7.2 MW	164,0	7.200

3 Planungsrechtliche Grundlagen

In der Umgebung des Windparks befinden sich 15 Gehöfte bzw. Wohnhäuser die als Immissionsorte untersucht werden.
Die geografische Lage ist dem Lageplan aus Anlage A zu entnehmen. Detaillierte Angaben zu den Koordinaten im System ETRS89/UTM Zone 32N und zu den Höhen sind in der Anlage C dargestellt.
Die nachfolgende Tabelle listet die betrachteten Immissionsorte mit der jeweiligen Gebietseinstufung auf. Die Gebietseinstufungen wurden den rechtskräftigen Bebauungsplänen entnommen bzw. mit der zuständigen Immissionsschutzbehörde (Frau Neubauer, Bauamt, Stadt Bad Wünnenberg, 29.02.2024) 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	Loh 3	59929 Brilon	MI	60	45
IO-02	Loh 2	59929 Brilon	MI	60	45
IO-03	Im Heck 7	33181 Bad Wünnenberg	MI	60	45
IO-04	Am Hessenbusch 17	33181 Bad Wünnenberg	MI	60	45
IO-05	Zur Schwelge 20	33181 Bad Wünnenberg	WA (B-Plan Nr.1 Bleiwäsche)	55	40
IO-06	Zum Sauerland 34	33181 Bad Wünnenberg	MI	60	45
IO-07	Feldrain 6	33181 Bad Wünnenberg	WA (B-Plan Nr.2 Bleiwäsche)	55	40

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

ID	Straße	Ort	Gebiet	IRW	
				tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]
IO-08	Roter Landweg (Campingplatz Schlosshotel Sophia)	33181 Bad Wünnenberg	WA (B-Plan Nr.6 Bleiwäsche)	55	40
IO-09	Bleiwäscher Straße 5	59929 Brilon	MI	60	45
IO-10	Bleiwäscher Straße 11	59929 Brilon	MI	60	45
IO-11	Lohweg 1	59929 Brilon	MI	60	45
IO-12	In den Höfen 20	59929 Brilon	WA (B-Plan Nr.2a Brilon)	55	40
IO-13	Wallmei 34	59929 Brilon	WA (B-Plan Nr.1 Radlinghausen)	55	40
IO-14	Wallmei 24	59929 Brilon	MI	60	45
IO-15	Betriebsleiterwohnhaus Flur 15 Flurstück30	59929 Brilon	MI	60	45

Die genannten Immissionsorte wurden bei einer Ortsbesichtigung am 27.02.2024 durch André Raming (M.Eng.) 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 Nordrhein-Westfalen [WEA]) hinzuaddiert. Die Berechnung des oberen Vertrauensbereichs ist in Kapitel 6.6 detailliert beschrieben.
Alle Berechnungen erfolgen nach den Vorgaben einer detaillierten Prognose gemäß Anhang A.2.3 der TA Lärm [TAL]. Die Ausbreitungsberechnung erfolgt nach der DIN ISO 9613-2 [DINd] und der Ergänzung der Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren für Windenergieanlagen [Int]. Dieses Vorgehen ist durch die LAI-Hinweise [LAI] vorgegeben. Die Berechnung nach dem sog. Interimsverfahren gilt jedoch nur für Windenergieanlagen, die eine mittlere Quellhöhe von mehr als 30 m aufweisen. Die Bodendämpfung A_{gr} wird pauschal auf -3 dB gesetzt. Weiterhin geben die LAI-Hinweise vor, dass die Ausbreitungsberechnung bei einer Temperatur von +10°C und einer Luftfeuchtigkeit von 70% erfolgen muss. Hierbei handelt es sich um eine Worst-Case Betrachtung. Die meteorologische Korrektur C_{met} wird mit der Konstanten C_0 = 0 dB berechnet.
Da die Ausbreitungsberechnung spektral erfolgt, müssen die Werte der Luftabsorption α ebenfalls spektral angegeben werden. Diese werden der Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 [DINd] entnommen und sind nachfolgend für eine Temperatur von +10°C und einer Luftfeuchtigkeit von 70% dargestellt.

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

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

Windenergieanlagen mit einer mittleren Höhe von weniger als 30m und gewerbliche Betriebe werden streng nach den Vorgaben des alternativen Verfahrens der DIN ISO 9613-2 [DINd] berechnet. Die Windenergieanlagen werden als Punktschallquellen angenommen und die Schallausbreitung erfolgt anschließend nach dem Strahlenmodell zwischen den Quellen und den jeweiligen Immissionsorten. Auftretende Reflexionen und Abschirmungen an Gebäuden und am Gelände werden entsprechend der Regeln der Ländererlasse berücksichtigt. Die Approximation der Windenergieanlage als Punktschallquelle ist durch die Norm vorgegeben und mathematisch belegt. Bei den in den Prognosen berücksichtigten Entfernungen zwischen der Schallquelle und dem Immissionsort ist der Fehler vernachlässigbar klein [Mak11].
An allen betrachteten Immissionsorten werden die Teilpegel aller vorhandenen Schallquellen berücksichtigt. Die akustische Schallausbreitungsberechnung erfolgt in diesem Gutachten streng nach den geltenden gesetzlichen Vorgaben. Auf dem Schallausbreitungsweg gilt immer die Mitwindsituation, welches einer Worst-Case Betrachtung entspricht. Dämpfung durch Bewuchs gemäß Anhang A der DIN ISO 9613-2 [DINd] wird nicht betrachtet.
An den Immissionsorten kann es aufgrund der Worst-Case Annahmen zu einer Überschätzung des Beurteilungspegels auf bestimmten Schallausbreitungswegen kommen. Die Entwicklung des akustischen 3D-Modells und die anschließende Ausbreitungsberechnung erfolgt mit dem Berechnungsprogramm CadnaA der Firma DataKustik GmbH in der Version 2025 (64 bit – build 209.5501). Das gesamte Berechnungsmodell (Karten: DGK5, Höhen: DGM1 und Gebäudeumrisse: LoD1) basiert auf den Daten von OpenData.NRW [TNWRGMD21] in dem Gebiet von X: 471338 m, Y: 5691850 m bis X: 485338 m, Y: 5705850 m. Das detaillierte Berechnungsprotokoll inkl. der Berechnungskonfiguration ist in Anhang B dargestellt.

4.1 Vorbelastung durch Gewerbe- und Industrieanlagen

Am Standort werden aufgrund der Deltabetrachtung gemäß §16b BImSchG keine gewerblichen Schallquellen betrachtet.

4.2 Geplante Rückbauwindenergieanlagen

Am Standort 59929 Brilon befinden sich bereits genehmigte Windenergieanlagen des gleichen Betreibers, dessen Kontingente im Rahmen dieser schalltechnischen Untersuchung genutzt werden sollen. Die detaillierten Standortdaten mit den Koordinaten

im System ETRS89 / UTM Zone 32N sind in der Anlage D angegeben. Die akustischen Kenndaten der Vorbelastung sind in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 4.2: Betriebsweisen der Windenergieanlagen im Nachtzeitraum

ID	Hersteller	Typ	Betriebsweise tags			
			Modus	SLP dB(A)	Zuschlag dB	SLP gesamt dB(A)
WEA_-VS01RE	Vestas Wind Systems A/S	V172 7.2 MW	SO4	102,0	2,1	104,1
WEA_-VS02RE	Vestas Wind Systems A/S	V172 7.2 MW	SO2	104,0	2,1	106,1
WEA_-VS03RE	Vestas Wind Systems A/S	V172 7.2 MW	SO3	103,0	2,1	105,1
WEA_-VS04RE	Vestas Wind Systems A/S	V172 7.2 MW	SO3	103,0	2,1	105,1
WEA_-VS06RE	Vestas Wind Systems A/S	V172 7.2 MW	SO6	100,0	2,1	102,1

4.3 Vorbelastung durch vorhandene Windenergieanlagen

Am Standort werden aufgrund der Deltabetrachtung gemäß §16b BImSchG keine Windenergieanlagen der Vorbelastung betrachtet.

4.4 Windenergieanlagen der Zusatzbelastung

Die Zusatzbelastung besteht aus vier 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)]	Zuschlag [dB]	SLP gesamt [dB(A)]
WEA_VS01	Enercon	E-175 EP5 E2	OM-NR-07-0	100,0	2,1	102,1
WEA_VS03	Enercon	E-175 EP5 E2	OM-0-0	106,9	2,1	109,0
WEA_VS04	Enercon	E-175 EP5 E2	OM-NR-03-1	104,0	2,1	106,1
WEA_VS06	Enercon	E-175 EP5 E2	OM-NR-07-0	100,0	2,1	102,1

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

4.5 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	WEA_VS01	WEA_VS03	WEA_VS04	WEA_VS06
IO-01	525	1.030	1.534	418
IO-02	625	1.148	1.638	519
IO-03	1.866	1.766	1.401	1.315
IO-04	1.916	1.817	1.443	1.364
IO-05	2.042	1.937	1.536	1.491
IO-06	2.135	1.975	1.500	1.587
IO-07	2.166	1.993	1.500	1.618
IO-08	2.357	2.124	1.546	1.817
IO-09	1.564	890	517	1.452
IO-10	1.747	1.099	1.027	1.785
IO-11	1.609	1.076	1.346	1.803
IO-12	2.752	2.203	2.244	2.928
IO-13	2.352	2.637	3.431	2.903
IO-14	2.318	2.591	3.381	2.869
IO-15	1.605	1.358	901	1.082

Der geringste Abstand beträgt 418 m zwischen der untersuchten Windenergieanlage WEA_VS06 und dem Immissionsort IO-01.

5 Berechnungsergebnisse

In den folgenden Abschnitten werden die Berechnungsergebnisse für den Windpark “WP Brilon” dargestellt. Die Ergebnisse sind aufgeteilt für den Tages- und Nachtzeitraum jeweils für die geplanten Rückbauanlagen - im Folgenden als Rückbau (RE) bezeichnet - und die neu geplanten Windenergieanlagen - im Folgenden als Zusatzbelastung (ZB) bezeichnet. Die Differenz der Schalldruckpegel am Immissionspunkt dient als Grundlage für die Bewertung nach Artikel 16b BImSchG [BIm21]. Im Tageszeitraum wird eine Betrachtung nach TA Lärm [TAL] durchgeführt.
Die hier dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die meistbelastete Fassade des jeweiligen Immissionsortes. Gezeigt werden die höchsten Werte der Zusatzbelastung. Die Zusatzbelastung enthält die vier untersuchten Windenergieanlagen entsprechend der ausgewiesenen Betriebskonfiguration.

5.1 Berechnungsergebnisse für den Tageszeitraum

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

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

ID	F	G	IRW	ZB	
				W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]
IO-01	so1	1.OG	60	48,7	–
IO-02	so1	EG	60	47,0	–
IO-03	s1	EG	60	38,8	–
IO-04	s1	EG	60	38,4	–
IO-05	w1	2.OG	55	41,1	–
IO-06	sw1	EG	60	39,1	–
IO-07	so1	EG	55	40,7	–
IO-08	no1	1.OG	55	39,9	–

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-09	n3	EG	60	45,5	–
IO-10	n1	1.OG	60	42,1	–
IO-11	n1	EG	60	40,0	–
IO-12	nw2	1.OG	55	36,6	–
IO-13	n3	EG	55	35,8	–
IO-14	no1	EG	60	31,9	–
IO-15	s1	EG	60	42,1	–

5.2 Berechnungsergebnisse für den Nachtzeitraum

Die Berechnungsergebnisse für die lauteste volle Nachtstunde sind in der Tabelle 5.2 angegeben. Da in diesem Fall der Deltavergleich nach §16b BImSchG als Berechnungsgrundlage gewählt wurde, entspricht die Gesamtbelastung in den nachfolgenden Tabellen der Zusatzbelastung.

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

ID	F	G	IRW	RE		VB		ZB		GB	
				W	D	W	Ü	W	Ü	W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-01	no1	EG	45	42,6	-0,4	–	–	42,2	–	42,2	–
IO-01	no1	1.OG	45	42,5	-0,9	–	–	41,6	–	41,6	–
IO-01	no3	EG	45	41,3	-0,7	–	–	40,6	–	40,6	–

Tabelle 5.2: Fortsetzung: Berechnungsergebnisse im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz-, Gesamtbelastung und der Differenz der Rückbauanlagen für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Sowohl der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) als auch die Differenz (D) der Immissionspegel sind in der Tabelle angegeben.

ID	F	G	IRW	RE		VB		ZB		GB	
				W	D	W	Ü	W	Ü	W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-01	no3	1.OG	45	42,7	-0,9	–	–	41,8	–	41,8	–
IO-01	so1	1.OG	45	44,3	-1,4	–	–	42,9	–	42,9	–
IO-01	so2	2.OG	45	44,4	-1,5	–	–	42,9	–	42,9	–
IO-01	sw1	EG	45	42,1	-0,4	–	–	41,7	–	41,7	–
IO-01	sw1	1.OG	45	42,3	-0,6	–	–	41,7	–	41,7	–
IO-01	sw3	EG	45	41,8	-0,4	–	–	41,4	–	41,4	–
IO-01	sw3	1.OG	45	42,0	-0,5	–	–	41,5	–	41,5	–
IO-02	no1	EG	45	39,9	-2,1	–	–	37,8	–	37,8	–
IO-02	no1	1.OG	45	40,5	-1,8	–	–	38,7	–	38,7	–
IO-02	no3	EG	45	41,2	-1,0	–	–	40,2	–	40,2	–
IO-02	no3	1.OG	45	41,3	-1,1	–	–	40,2	–	40,2	–
IO-02	so1	EG	45	42,9	-1,5	–	–	41,4	–	41,4	–
IO-02	so1	1.OG	45	42,9	-1,5	–	–	41,4	–	41,4	–
IO-02	so3	EG	45	42,9	-1,5	–	–	41,4	–	41,4	–
IO-02	so3	1.OG	45	42,9	-1,5	–	–	41,4	–	41,4	–
IO-02	sw1	EG	45	40,2	-1,0	–	–	39,2	–	39,2	–
IO-02	sw1	1.OG	45	40,4	-1,1	–	–	39,3	–	39,3	–
IO-02	sw3	EG	45	38,8	-2,8	–	–	36,0	–	36,0	–
IO-02	sw3	1.OG	45	39,3	-2,4	–	–	36,9	–	36,9	–
IO-03	o1	EG	45	32,5	-1,0	–	–	31,5	–	31,5	–
IO-03	o1	1.OG	45	33,1	-1,2	–	–	31,9	–	31,9	–
IO-03	o3	EG	45	35,7	-2,6	–	–	33,1	–	33,1	–
IO-03	o3	1.OG	45	32,8	-1,6	–	–	31,2	–	31,2	–
IO-03	s1	EG	45	37,1	-1,9	–	–	35,2	–	35,2	–
IO-03	s1	1.OG	45	37,1	-1,9	–	–	35,2	–	35,2	–
IO-03	s1	2.OG	45	37,1	-1,9	–	–	35,2	–	35,2	–
IO-04	o1	EG	45	34,9	-3,1	–	–	31,8	–	31,8	–

Tabelle 5.2: Fortsetzung: Berechnungsergebnisse im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz-, Gesamtbelastung und der Differenz der Rückbauanlagen für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Sowohl der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) als auch die Differenz (D) der Immissionspegel sind in der Tabelle angegeben.

ID	F	G	IRW	RE		VB		ZB		GB	
				W	D	W	Ü	W	Ü	W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-04	o1	1.OG	45	35,5	-1,9	–	–	33,6	–	33,6	–
IO-04	o3	EG	45	35,5	-1,9	–	–	33,6	–	33,6	–
IO-04	o3	1.OG	45	35,9	-1,9	–	–	34,0	–	34,0	–
IO-04	s1	EG	45	36,8	-2,0	–	–	34,8	–	34,8	–
IO-04	s1	1.OG	45	36,8	-2,0	–	–	34,8	–	34,8	–
IO-05	s1	EG	40	33,9	-1,1	–	–	32,8	–	32,8	–
IO-05	s1	1.OG	40	34,0	-1,1	–	–	32,9	–	32,9	–
IO-05	s3	EG	40	35,0	-2,3	–	–	32,7	–	32,7	–
IO-05	s3	1.OG	40	35,0	-2,2	–	–	32,8	–	32,8	–
IO-05	w1	EG	40	35,0	-1,9	–	–	33,1	–	33,1	–
IO-05	w1	1.OG	40	35,0	-1,9	–	–	33,1	–	33,1	–
IO-05	w1	2.OG	40	35,9	-2,0	–	–	33,9	–	33,9	–
IO-06	so1	EG	45	36,7	-1,9	–	–	34,8	–	34,8	–
IO-06	so1	1.OG	45	35,8	-2,0	–	–	33,8	–	33,8	–
IO-06	so2	2.OG	45	35,8	-2,0	–	–	33,8	–	33,8	–
IO-06	so3	EG	45	36,4	-2,1	–	–	34,3	–	34,3	–
IO-06	so3	1.OG	45	35,8	-2,0	–	–	33,8	–	33,8	–
IO-06	sw1	EG	45	37,6	-1,8	–	–	35,8	–	35,8	–
IO-06	sw1	1.OG	45	35,8	-2,0	–	–	33,8	–	33,8	–
IO-06	sw1	2.OG	45	35,8	-2,0	–	–	33,8	–	33,8	–
IO-07	so1	EG	40	35,7	-2,0	–	–	33,7	–	33,7	–
IO-07	so1	1.OG	40	35,7	-2,0	–	–	33,7	–	33,7	–
IO-07	so3	EG	40	35,7	-2,0	–	–	33,7	–	33,7	–
IO-07	so3	1.OG	40	35,7	-2,0	–	–	33,7	–	33,7	–
IO-07	sw1	EG	40	35,7	-2,0	–	–	33,7	–	33,7	–
IO-07	sw1	1.OG	40	35,7	-2,0	–	–	33,7	–	33,7	–
IO-08	no1	1.OG	40	35,0	-1,9	–	–	33,1	–	33,1	–

Tabelle 5.2: Fortsetzung: Berechnungsergebnisse im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz-, Gesamtbelastung und der Differenz der Rückbauanlagen für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Sowohl der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) als auch die Differenz (D) der Immissionspegel sind in der Tabelle angegeben.

ID	F	G	IRW	RE		VB		ZB		GB	
				W	D	W	Ü	W	Ü	W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-09	n1	EG	45	43,7	-1,7	–	–	42,0	–	42,0	–
IO-09	n3	EG	45	44,1	-1,0	–	–	43,1	–	43,1	–
IO-10	n1	EG	45	40,8	-0,6	–	–	40,2	–	40,2	–
IO-10	n1	1.OG	45	40,8	-0,5	–	–	40,3	–	40,3	–
IO-10	n3	EG	45	39,9	-1,2	–	–	38,7	–	38,7	–
IO-10	n3	1.OG	45	39,9	-1,2	–	–	38,7	–	38,7	–
IO-10	w1	EG	45	39,8	-1,1	–	–	38,7	–	38,7	–
IO-10	w1	1.OG	45	39,9	-1,1	–	–	38,8	–	38,8	–
IO-10	w3	EG	45	39,9	-1,2	–	–	38,7	–	38,7	–
IO-10	w5	EG	45	41,6	-1,4	–	–	40,2	–	40,2	–
IO-10	w5	1.OG	45	41,6	-1,4	–	–	40,2	–	40,2	–
IO-11	n1	EG	45	38,9	-0,8	–	–	38,1	–	38,1	–
IO-11	n1	1.OG	45	38,9	-0,8	–	–	38,1	–	38,1	–
IO-12	nw1	EG	40	32,1	-1,7	–	–	30,4	–	30,4	–
IO-12	nw2	1.OG	40	32,3	-1,7	–	–	30,6	–	30,6	–
IO-12	nw3	EG	40	32,3	-1,7	–	–	30,6	–	30,6	–
IO-13	n1	1.OG	40	30,4	-1,8	–	–	28,6	–	28,6	–
IO-13	n3	EG	40	30,8	-1,4	–	–	29,4	–	29,4	–
IO-13	n3	1.OG	40	30,8	-1,4	–	–	29,4	–	29,4	–
IO-13	o1	EG	40	30,3	-1,9	–	–	28,4	–	28,4	–
IO-13	o2	1.OG	40	30,3	-1,9	–	–	28,4	–	28,4	–
IO-13	o3	EG	40	30,2	-1,8	–	–	28,4	–	28,4	–
IO-14	no1	EG	45	30,4	-1,8	–	–	28,6	–	28,6	–
IO-14	no2	1.OG	45	30,4	-1,8	–	–	28,6	–	28,6	–
IO-14	no3	EG	45	30,4	-1,8	–	–	28,6	–	28,6	–
IO-15	o1	EG	45	36,2	-0,6	–	–	35,6	–	35,6	–
IO-15	o1	1.OG	45	36,5	-0,7	–	–	35,8	–	35,8	–

Tabelle 5.2: Fortsetzung: Berechnungsergebnisse im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz-, Gesamtbelastung und der Differenz der Rückbauanlagen für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Sowohl der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) als auch die Differenz (D) der Immissionspegel sind in der Tabelle angegeben.

ID	F	G	IRW	RE		VB		ZB		GB	
				W	D	W	Ü	W	Ü	W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-15	s1	EG	45	40,5	-1,8	–	–	38,7	–	38,7	–
IO-15	s1	EG	45	40,4	-1,7	–	–	38,7	–	38,7	–
IO-15	s1	1.OG	45	40,5	-1,8	–	–	38,7	–	38,7	–
IO-15	s1	1.OG	45	40,5	-1,8	–	–	38,7	–	38,7	–
IO-15	w1	EG	45	40,5	-2,1	–	–	38,4	–	38,4	–
IO-15	w1	1.OG	45	39,4	-2,2	–	–	37,2	–	37,2	–

Aus der nachfolgend beigefügten Datei können alle Teilimmissionspegel der im vorliegenden Gutachten betrachteten WEA entnommen werden. Ebenfalls ist der maximal zulässige Wert für die Messungen dargestellt.

Bestehende Kontingente



Zusatzbelastung



$L_{E,max}$



5.3 Abschirmung und Reflexion

Die Berechnung der Schallausbreitung erfolgt unter Berücksichtigung von Abschirmung und Reflexion auf dem Ausbreitungsweg zwischen der Quelle und dem jeweiligen Immissionsort.
Die auftretenden Reflexionen und Abschirmungen sind für den Nachtzeitraum untersucht worden. Die folgende Tabelle listet das Auftreten von Abschirmung (A) und Reflexion (R) von jeder Quelle zu jedem Immissionsort auf.
Die Gebäudefassaden wurden in den Berechnungen als glatte Hausfassade angesetzt, sodass beim Autreten einer Reflexion eine generell konservative Betrachtung stattfindet.

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

ID	F	G	WEA_VS01		WEA_VS03		WEA_VS04		WEA_VS06	
			A	R	A	R	A	R	A	R
IO-01	no1	EG	ja	–	–	ja	ja	ja	–	–
IO-01	no1	1.OG	ja	–	–	–	–	–	–	–
IO-01	no3	EG	ja	–	ja	ja	ja	ja	–	–
IO-01	no3	1.OG	ja	–	–	–	–	–	–	–
IO-01	so1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	ja	–
IO-01	so2	2.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-01	sw1	EG	ja	–	ja	ja	ja	–	ja	–
IO-01	sw1	1.OG	ja	–	ja	ja	ja	–	ja	–
IO-01	sw3	EG	ja	–	ja	ja	ja	ja	ja	–
IO-01	sw3	1.OG	ja	–	ja	ja	ja	ja	ja	–
IO-02	no1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-02	no1	1.OG	ja	–	ja	–	–	–	–	–
IO-02	no3	EG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-02	no3	1.OG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-02	so1	EG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-02	so1	1.OG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-02	so3	EG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-02	so3	1.OG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-02	sw1	EG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–

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

ID	F	G	WEA_VS01		WEA_VS03		WEA_VS04		WEA_VS06	
			A	R	A	R	A	R	A	R
IO-02	sw1	1.OG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-02	sw3	EG	ja	–	ja	–	ja	–	ja	–
IO-02	sw3	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	ja	–
IO-03	o1	EG	ja	–	ja	ja	–	–	ja	–
IO-03	o1	1.OG	ja	–	ja	ja	–	–	ja	–
IO-03	o3	EG	ja	–	ja	ja	–	–	ja	–
IO-03	o3	1.OG	ja	–	ja	–	–	–	ja	–
IO-03	s1	EG	–	–	–	–	–	–	–	–
IO-03	s1	1.OG	–	–	–	–	–	–	–	–
IO-03	s1	2.OG	–	–	–	–	–	–	–	–
IO-04	o1	EG	ja	–	ja	ja	–	–	ja	–
IO-04	o1	1.OG	ja	–	–	–	–	–	ja	–
IO-04	o3	EG	ja	–	–	–	–	–	ja	–
IO-04	o3	1.OG	ja	–	–	–	–	–	ja	–
IO-04	s1	EG	–	–	–	–	–	–	–	–
IO-04	s1	1.OG	–	–	–	–	–	–	–	–
IO-05	s1	EG	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
IO-05	s1	1.OG	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
IO-05	s3	EG	–	–	–	–	ja	–	–	–
IO-05	s3	1.OG	–	–	–	–	ja	–	–	–
IO-05	w1	EG	ja	–	–	–	–	–	ja	–
IO-05	w1	1.OG	ja	–	–	–	–	–	ja	–
IO-05	w1	2.OG	–	–	–	–	–	–	–	–
IO-06	so1	EG	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
IO-06	so1	1.OG	–	–	–	–	–	–	–	–
IO-06	so2	2.OG	–	–	–	–	–	–	–	–
IO-06	so3	EG	ja	–	–	–	ja	ja	ja	–
IO-06	so3	1.OG	–	–	–	–	–	–	–	–
IO-06	sw1	EG	ja	ja	–	ja	ja	ja	ja	ja
IO-06	sw1	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	WEA_VS01		WEA_VS03		WEA_VS04		WEA_VS06	
			A	R	A	R	A	R	A	R
IO-06	sw1	2.OG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-07	so1	EG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-07	so1	1.OG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-07	so3	EG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-07	so3	1.OG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-07	sw1	EG	ja	–	–	–	–	–	ja	–
IO-07	sw1	1.OG	ja	–	–	–	–	–	ja	–
IO-08	no1	1.OG	ja	–	ja	–	–	–	ja	–
IO-09	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	ja	–
IO-09	n3	EG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-10	n1	EG	ja	ja	ja	ja	–	–	ja	ja
IO-10	n1	1.OG	ja	ja	ja	ja	–	–	ja	ja
IO-10	n3	EG	ja	–	ja	–	–	–	ja	–
IO-10	n3	1.OG	ja	–	ja	–	–	–	ja	–
IO-10	w1	EG	ja	–	ja	ja	–	–	ja	ja
IO-10	w1	1.OG	ja	–	ja	ja	–	–	ja	ja
IO-10	w3	EG	ja	ja	ja	ja	–	–	ja	–
IO-10	w5	EG	ja	–	ja	ja	–	ja	ja	ja
IO-10	w5	1.OG	ja	–	ja	ja	–	ja	ja	ja
IO-11	n1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-11	n1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	–	–
IO-12	nw1	EG	–	–	–	–	–	–	ja	–
IO-12	nw2	1.OG	–	–	–	–	–	–	ja	–
IO-12	nw3	EG	–	–	–	–	–	–	–	–
IO-13	n1	1.OG	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
IO-13	n3	EG	ja	–	–	ja	ja	ja	ja	–
IO-13	n3	1.OG	ja	–	–	ja	ja	ja	ja	–
IO-13	o1	EG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-13	o2	1.OG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-13	o3	EG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–

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

ID	F	G	WEA_VS01		WEA_VS03		WEA_VS04		WEA_VS06	
			A	R	A	R	A	R	A	R
IO-14	no1	EG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-14	no2	1.OG	ja	–	–	–	ja	ja	ja	–
IO-14	no3	EG	ja	–	–	–	ja	ja	ja	–
IO-15	o1	EG	ja	–	ja	–	ja	–	ja	–
IO-15	o1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	ja	–
IO-15	s1	EG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-15	s1	EG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-15	s1	1.OG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-15	s1	1.OG	ja	–	–	–	ja	–	ja	–
IO-15	w1	EG	ja	ja	ja	ja	ja	–	ja	–
IO-15	w1	1.OG	ja	–	ja	–	ja	–	ja	–

6 Beurteilung der schalltechnischen Situation

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

6.1 Beurteilung des Tageszeitraums

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

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

ID	F	G	IRW	ZB	
				B	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]
IO-01	so1	1.OG	60	49	-11
IO-02	so1	EG	60	47	-13
IO-03	s1	EG	60	39	-21
IO-04	s1	EG	60	38	-22
IO-05	w1	2.OG	55	41	-14
IO-06	sw1	EG	60	39	-21
IO-07	so1	EG	55	41	-14
IO-08	no1	1.OG	55	40	-15
IO-09	n3	EG	60	46	-14
IO-10	n1	1.OG	60	42	-18
IO-11	n1	EG	60	40	-20
IO-12	nw2	1.OG	55	37	-18

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

ID	F	G	IRW	ZB	
				B	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]
IO-13	n3	EG	55	36	-19
IO-14	no1	EG	60	32	-28
IO-15	s1	EG	60	42	-18

Im Tageszeitraum liegt die Zusatzbelastung an dem Immissionsort IO-01 mindestens -11,2 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. An Immissionsorten an denen die Richtwerte der TA Lärm [TAL] unzulässig überschritten werden, wird gemäß Vorgabe des Artikels 16b BImSchG [BIm21] der Immissionsbeitrag der Zusatzbelastung dem der Rückbau-WEA gegenübergestellt. Eine schalltechnische Lärmsanierung erfolgt nur dann, wenn der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung niedriger ist als der Beurteilungspegel der Rückbau-WEA.Da in diesem Fall der Deltavergleich nach §16b BImSchG als Berechnungsgrundlage gewählt wurde, entspricht die Gesamtbelastung in den nachfolgenden Tabellen der Zusatzbelastung.

Tabelle 6.2: Beurteilung im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz-, Gesamtbelastung und der Differenz (D) der Rückbauanlagen für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Sowohl der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) als auch die Differenz der Immissionspegel sind in der Tabelle angegeben.

ID	F	G	IRW	RE		VB		ZB		GB	
				W	D	W	Ü	W	Ü	W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-01	no1	EG	45	43	-	–	–	42	-3	42	-3
IO-01	no1	1.OG	45	43	-	–	–	42	-3	42	-3
IO-01	no3	EG	45	41	-	–	–	41	-4	41	-4
IO-01	no3	1.OG	45	43	-	–	–	42	-3	42	-3
IO-01	so1	1.OG	45	44	-	–	–	43	-2	43	-2
IO-01	so2	2.OG	45	44	-	–	–	43	-2	43	-2
IO-01	sw1	EG	45	42	-	–	–	42	-3	42	-3
IO-01	sw1	1.OG	45	42	-	–	–	42	-3	42	-3
IO-01	sw3	EG	45	42	-	–	–	41	-4	41	-4
IO-01	sw3	1.OG	45	42	-	–	–	42	-3	42	-3
IO-02	no1	EG	45	40	-	–	–	38	-7	38	-7
IO-02	no1	1.OG	45	41	-	–	–	39	-6	39	-6
IO-02	no3	EG	45	41	-	–	–	40	-5	40	-5
IO-02	no3	1.OG	45	41	-	–	–	40	-5	40	-5
IO-02	so1	EG	45	43	-	–	–	41	-4	41	-4
IO-02	so1	1.OG	45	43	-	–	–	41	-4	41	-4
IO-02	so3	EG	45	43	-	–	–	41	-4	41	-4
IO-02	so3	1.OG	45	43	-	–	–	41	-4	41	-4
IO-02	sw1	EG	45	40	-	–	–	39	-6	39	-6
IO-02	sw1	1.OG	45	40	-	–	–	39	-6	39	-6
IO-02	sw3	EG	45	39	-	–	–	36	-9	36	-9
IO-02	sw3	1.OG	45	39	-	–	–	37	-8	37	-8
IO-03	o1	EG	45	33	-	–	–	32	-13	32	-13
IO-03	o1	1.OG	45	33	-	–	–	32	-13	32	-13
IO-03	o3	EG	45	36	-	–	–	33	-12	33	-12
IO-03	o3	1.OG	45	33	-	–	–	31	-14	31	-14
IO-03	s1	EG	45	37	-	–	–	35	-10	35	-10

Tabelle 6.2: Fortsetzung: Beurteilung im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz-, Gesamtbelastung und der Differenz (D) der Rückbauanlagen für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Sowohl der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) als auch die Differenz der Immissionspegel sind in der Tabelle angegeben.

ID	F	G	IRW	RE		VB		ZB		GB	
				W	D	W	Ü	W	Ü	W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-03	s1	1.OG	45	37	-	–	–	35	-10	35	-10
IO-03	s1	2.OG	45	37	-	–	–	35	-10	35	-10
IO-04	o1	EG	45	35	-	–	–	32	-13	32	-13
IO-04	o1	1.OG	45	36	-	–	–	34	-11	34	-11
IO-04	o3	EG	45	36	-	–	–	34	-11	34	-11
IO-04	o3	1.OG	45	36	-	–	–	34	-11	34	-11
IO-04	s1	EG	45	37	-	–	–	35	-10	35	-10
IO-04	s1	1.OG	45	37	-	–	–	35	-10	35	-10
IO-05	s1	EG	40	34	-	–	–	33	-7	33	-7
IO-05	s1	1.OG	40	34	-	–	–	33	-7	33	-7
IO-05	s3	EG	40	35	-	–	–	33	-7	33	-7
IO-05	s3	1.OG	40	35	-	–	–	33	-7	33	-7
IO-05	w1	EG	40	35	-	–	–	33	-7	33	-7
IO-05	w1	1.OG	40	35	-	–	–	33	-7	33	-7
IO-05	w1	2.OG	40	36	-	–	–	34	-6	34	-6
IO-06	so1	EG	45	37	-	–	–	35	-10	35	-10
IO-06	so1	1.OG	45	36	-	–	–	34	-11	34	-11
IO-06	so2	2.OG	45	36	-	–	–	34	-11	34	-11
IO-06	so3	EG	45	36	-	–	–	34	-11	34	-11
IO-06	so3	1.OG	45	36	-	–	–	34	-11	34	-11
IO-06	sw1	EG	45	38	-	–	–	36	-9	36	-9
IO-06	sw1	1.OG	45	36	-	–	–	34	-11	34	-11
IO-06	sw1	2.OG	45	36	-	–	–	34	-11	34	-11
IO-07	so1	EG	40	36	-	–	–	34	-6	34	-6
IO-07	so1	1.OG	40	36	-	–	–	34	-6	34	-6
IO-07	so3	EG	40	36	-	–	–	34	-6	34	-6
IO-07	so3	1.OG	40	36	-	–	–	34	-6	34	-6

Tabelle 6.2: Fortsetzung: Beurteilung im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz-, Gesamtbelastung und der Differenz (D) der Rückbauanlagen für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Sowohl der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) als auch die Differenz der Immissionspegel sind in der Tabelle angegeben.

ID	F	G	IRW	RE		VB		ZB		GB	
				W	D	W	Ü	W	Ü	W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-07	sw1	EG	40	36	-	–	–	34	-6	34	-6
IO-07	sw1	1.OG	40	36	-	–	–	34	-6	34	-6
IO-08	no1	1.OG	40	35	-	–	–	33	-7	33	-7
IO-09	n1	EG	45	44	-	–	–	42	-3	42	-3
IO-09	n3	EG	45	44	-	–	–	43	-2	43	-2
IO-10	n1	EG	45	41	-	–	–	40	-5	40	-5
IO-10	n1	1.OG	45	41	-	–	–	40	-5	40	-5
IO-10	n3	EG	45	40	-	–	–	39	-6	39	-6
IO-10	n3	1.OG	45	40	-	–	–	39	-6	39	-6
IO-10	w1	EG	45	40	-	–	–	39	-6	39	-6
IO-10	w1	1.OG	45	40	-	–	–	39	-6	39	-6
IO-10	w3	EG	45	40	-	–	–	39	-6	39	-6
IO-10	w5	EG	45	42	-	–	–	40	-5	40	-5
IO-10	w5	1.OG	45	42	-	–	–	40	-5	40	-5
IO-11	n1	EG	45	39	-	–	–	38	-7	38	-7
IO-11	n1	1.OG	45	39	-	–	–	38	-7	38	-7
IO-12	nw1	EG	40	32	-	–	–	30	-10	30	-10
IO-12	nw2	1.OG	40	32	-	–	–	31	-9	31	-9
IO-12	nw3	EG	40	32	-	–	–	31	-9	31	-9
IO-13	n1	1.OG	40	30	-	–	–	29	-11	29	-11
IO-13	n3	EG	40	31	-	–	–	29	-11	29	-11
IO-13	n3	1.OG	40	31	-	–	–	29	-11	29	-11
IO-13	o1	EG	40	30	-	–	–	28	-12	28	-12
IO-13	o2	1.OG	40	30	-	–	–	28	-12	28	-12
IO-13	o3	EG	40	30	-	–	–	28	-12	28	-12
IO-14	no1	EG	45	30	-	–	–	29	-16	29	-16
IO-14	no2	1.OG	45	30	-	–	–	29	-16	29	-16

Tabelle 6.2: Fortsetzung: Beurteilung im Nachtzeitraum der Vor-, Zusatz-, Gesamtbelastung und der Differenz (D) der Rückbauanlagen für die Fassadenseite (F) und das Geschoss (G). Sowohl der Schalldruckpegel (W) und die mögliche Überschreitung (Ü) des Immissionsrichtwertes (IRW) als auch die Differenz der Immissionspegel sind in der Tabelle angegeben.

ID	F	G	IRW	RE		VB		ZB		GB	
				W	D	W	Ü	W	Ü	W	Ü
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]
IO-14	no3	EG	45	30	-	–	–	29	-16	29	-16
IO-15	o1	EG	45	36	-	–	–	36	-9	36	-9
IO-15	o1	1.OG	45	37	-	–	–	36	-9	36	-9
IO-15	s1	EG	45	41	-	–	–	39	-6	39	-6
IO-15	s1	EG	45	40	-	–	–	39	-6	39	-6
IO-15	s1	1.OG	45	41	-	–	–	39	-6	39	-6
IO-15	s1	1.OG	45	41	-	–	–	39	-6	39	-6
IO-15	w1	EG	45	41	-	–	–	38	-7	38	-7
IO-15	w1	1.OG	45	39	-	–	–	37	-8	37	-8

6.3 Gesamtbeurteilung

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

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

ID	F	G	Beurteilung
IO-01	so1	1.OG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.
IO-02	so1	EG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.
IO-03	s1	EG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.
IO-04	s1	EG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.
IO-05	w1	2.OG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.
IO-06	sw1	EG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.

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-07	so1	EG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.
IO-08	no1	1.OG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.
IO-09	n3	EG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.
IO-10	n1	1.OG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.
IO-11	n1	EG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.
IO-12	nw2	1.OG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.
IO-13	n3	EG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.
IO-14	no1	EG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.
IO-15	s1	EG	Der Immissionsort ist zulässig gemäß Artikel 16b des BImSchG.

6.4 Beurteilung Gesamtbetrachtung

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

Tabelle 6.4: Auflistung der Betriebsmodi für die Zusatzbelastung

ID	Betriebsmodus tags	Betriebsmodus nachts
WEA_VS01	OM-0-0	OM-NR-07-0
WEA_VS03	OM-0-0	OM-0-0
WEA_VS04	OM-0-0	OM-NR-03-1
WEA_VS06	OM-0-0	OM-NR-07-0

6.5 Spitzenpegel

Windenergieanlagen sind kontinuierlich laufende Maschinen. Spitzenpegelüberschreitungen von 30 dB im Tageszeitraum und von 20 dB im Nachtzeitraum sind im Regelbetrieb nicht zu erwarten. Dieses wird durch eine Vielzahl an Vermessungen unterschiedlicher Anlagentypen gezeigt. Die Betriebsgeräusche, wie die Azimutverstellung, Lüfter und Hydraulik, sind in der Regel unauffällig.

6.6 Abschätzung der Genauigkeit der Prognose

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026

9 Ortstermin

Der Ortstermin wurde am 27.02.2024 von André Raming (M.Eng.) 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: Ostansicht IO-01 (Loh 3; 59929 Brilon)



Abbildung 9.2: Süd-Ostansicht IO-02 (Loh 2; 59929 Brilon)



Abbildung 9.3: Ostansicht IO-03 (Im Heck 7; 33181 Bad Wünnenberg)

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026



Abbildung 9.4: Ostansicht IO-04 (Am Hessenbusch 17; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 9.5: Süd-Westansicht IO-05 (Zur Schwelge 20; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 9.6: Süd-Ostansicht IO-06 (Zum Sauerland 34; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 9.7: Westansicht IO-07 (Feldrain 6; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 9.8: Westansicht IO-08 (Roter Landweg (Campingplatz Schlosshotel Sophia); 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 9.9: Ostansicht IO-09 (Bleiwäscher Straße 5; 59929 Brilon)



Abbildung 9.10: Nord-Westansicht IO-10 (Bleiwäscher Straße 11; 59929 Brilon)



Abbildung 9.11: Nordansicht IO-11 (Lohweg 1 ; 59929 Brilon)



Abbildung 9.12: Süd-Westansicht IO-12 (In den Höfen 20; 59929 Brilon)



Abbildung 9.13: Nord-Ostansicht IO-13 (Wallmei 34; 59929 Brilon)



Abbildung 9.14: Satellitenansicht IO-15 (Betriebsleiterwohnhaus Flur 15 Flurstück30; 59929 Brilon)

Literaturverzeichnis

[BIm21] BImSchG: Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist. Juli 2021

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

[DINa] DIN 1333:1992-02 - Zahlenangaben

[DINb] DIN 45680:1997-03 - Messung und Bewertung tieffrequenter 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

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

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

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

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

[RBB+16] Ratzel, U. ; Bayer, O. ; Brachat, P. ; Hoffmann, M. ; Jänke, K. ; Kiesel, K.-J. ; Mehnert, C. ; Scheck, C.: Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von

Windkraftanlagen und anderen Quellen. 2. Auflage. Karlsruhe : Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), 2016

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

[TNWRGMD21] Technik Nordrhein-Westfalen Ref 324 Geoinformationszentrum Mauerstr. 51 40476 Düsseldorf, Landesbetrieb I.: OpenGeodata.NRW. https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/. Version: 2021

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

[WEA] Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass), Gem. RdErl. d. Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie (Az. VI.A-3 – 77-33 - Windenergieerlass) und des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (Az. VII.2.2 – 2017/01 - Windenergieerlass) und des Ministeriums für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen (Az. 611 – 901.3/202), Glied-Nr. 2310, 08.05.2018, Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen Nr. 12, ausgegeben zu Düsseldorf am 22. Mai 2018

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

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

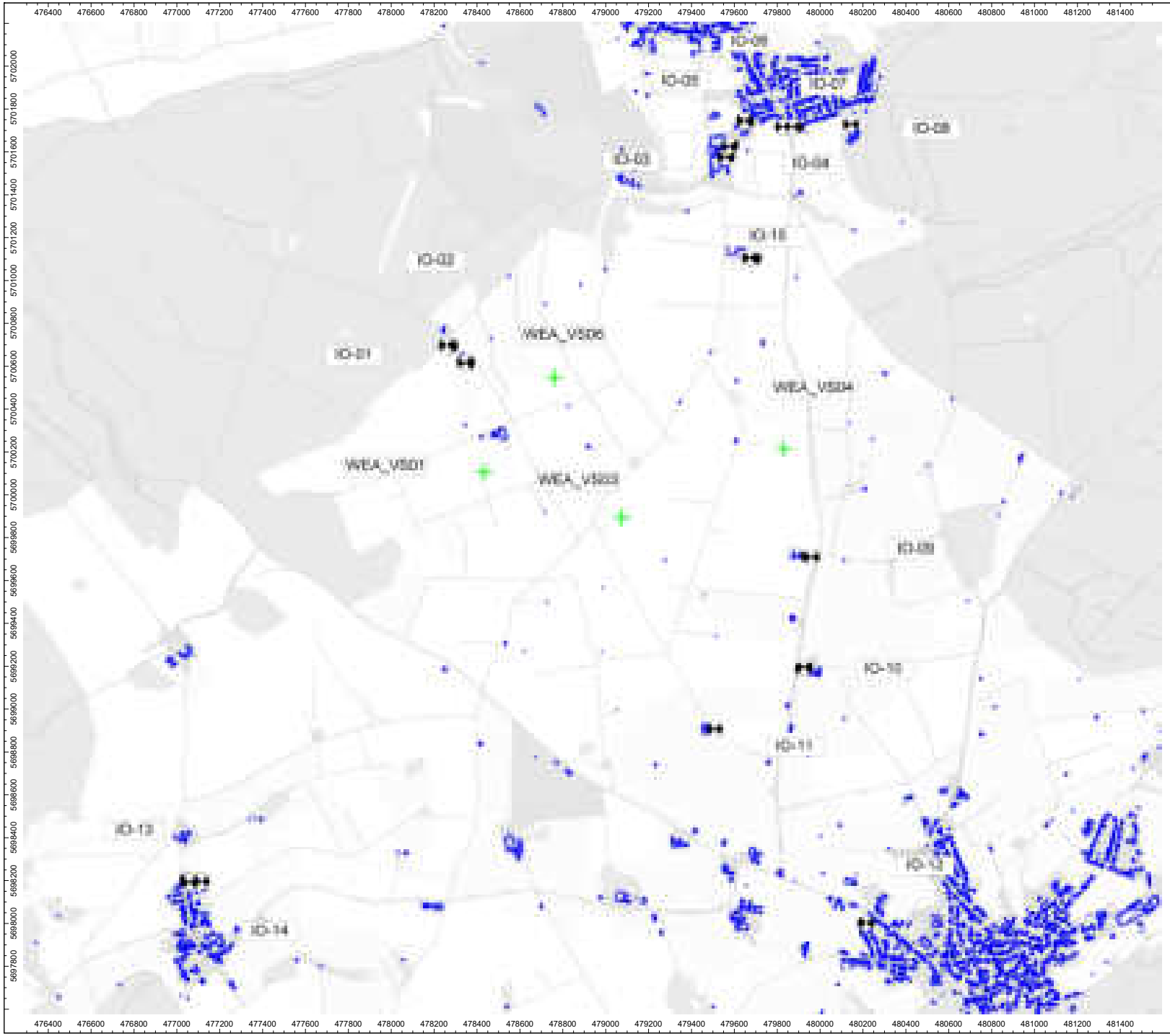
[YST14] Yokoyama, Sakae ; Sakamoto, Shinichi ; Tachibana, Hideki: Perception of low frequency components in wind turbine noise. In: Noise Control Engineering Journal 62 (2014), September. http://dx.doi.org/10.3397/1/376228. – DOI 10.3397/1/376228

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

A Lageplan des untersuchten Gebietes

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

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026



noxt! engineering GmbH
Bröckerweg 12 * 49082 Osnabrück
Tel. 0541-2019 9800
www.engineering.noxt.com

Projekt-Nr.: NE-B-130128
Lageplan

Standort 59929 Brilon mit Darstellung
-der Schallquellen
-der benachbarten Wohnbebauung
-der Immissionsorte
-der gewerblichen Vorbelastung
TH: Tierhaltung
BG: Biogasanlage
IN: Industrieanlage

Berücksichtigung der maximalen Emissionen

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

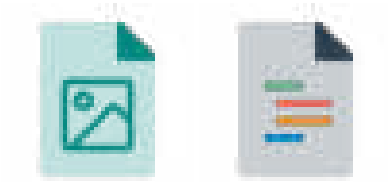
- Punktquelle
- Haus
- Immissionspunkt
- Rechengebiet

Maßstab: 1 : 18000

Cadna/A, Version 2025 (64 Bit)

B Detaillierte Berechnungsergebnisse

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



noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026

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.

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-01	no1	EG	Loh 3, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	2,5	r	478.350,25	5.700.624,77	454,5
IO-01	no1	1.OG	Loh 3, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	5,0	r	478.350,25	5.700.624,76	457,0
IO-01	no3	EG	Loh 3, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	2,5	r	478.353,67	5.700.621,41	454,5
IO-01	no3	1.OG	Loh 3, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	5,0	r	478.353,69	5.700.621,39	457,0
IO-01	so1	1.OG	Loh 3, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	5,0	r	478.351,02	5.700.613,66	457,1
IO-01	so2	2.OG	Loh 3, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	7,8	r	478.352,53	5.700.615,07	459,9
IO-01	sw1	EG	Loh 3, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	2,5	r	478.346,87	5.700.613,78	454,7
IO-01	sw1	1.OG	Loh 3, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	5,0	r	478.346,87	5.700.613,78	457,2
IO-01	sw3	EG	Loh 3, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	2,5	r	478.343,14	5.700.617,44	454,7
IO-01	sw3	1.OG	Loh 3, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	5,0	r	478.343,13	5.700.617,45	457,2

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]
IO-02	no1	EG	Loh 2, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	2,5	r	478.266,80	5.700.708,54	455,0
IO-02	no1	1.OG	Loh 2, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	5,0	r	478.266,80	5.700.708,54	457,5
IO-02	no3	EG	Loh 2, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	2,5	r	478.273,90	5.700.702,33	455,0
IO-02	no3	1.OG	Loh 2, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	5,0	r	478.273,90	5.700.702,33	457,5
IO-02	so1	EG	Loh 2, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	2,5	r	478.276,04	5.700.696,27	455,0
IO-02	so1	1.OG	Loh 2, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	5,0	r	478.276,04	5.700.696,27	457,5
IO-02	so3	EG	Loh 2, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	2,5	r	478.271,35	5.700.690,90	455,0
IO-02	so3	1.OG	Loh 2, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	5,0	r	478.271,35	5.700.690,90	457,5
IO-02	sw1	EG	Loh 2, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	2,5	r	478.265,12	5.700.691,63	455,0
IO-02	sw1	1.OG	Loh 2, 59929 Brilon MI	60	45	Industrie	5,0	r	478.265,12	5.700.691,63	457,5

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]
			Loh 2, 59929 Brilon								
IO-02	sw3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	478.258,72	5.700.698,92	455,0
			Loh 2, 59929 Brilon								
IO-02	sw3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	478.258,72	5.700.698,92	457,5
			Im Heck 7, 33181 Bad Wünnenberg								
IO-03	o1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.563,52	5.701.590,12	437,4
			Im Heck 7, 33181 Bad Wünnenberg								
IO-03	o1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.563,52	5.701.590,12	439,9
			Im Heck 7, 33181 Bad Wünnenberg								
IO-03	o3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.568,03	5.701.577,74	437,8
			Im Heck 7, 33181 Bad Wünnenberg								
IO-03	o3	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.563,77	5.701.584,14	439,8
			Im Heck 7, 33181 Bad Wünnenberg								
IO-03	s1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.558,26	5.701.575,42	436,9
			Im Heck 7, 33181 Bad Wünnenberg								
IO-03	s1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.558,31	5.701.575,42	439,4
			Im Heck 7, 33181 Bad Wünnenberg								
IO-03	s1	2.OG	MI	60	45	Industrie	7,8	r	479.558,30	5.701.575,42	442,2
			Am Hessenbusch 17, 33181 Bad Wünnenberg								
IO-04	o1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.583,96	5.701.637,39	441,1

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-04	o1	1.OG	Am Hessenbusch 17, 33181 Bad Wünnenberg								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.583,96	5.701.637,39	443,6
IO-04	o3	EG	Am Hessenbusch 17, 33181 Bad Wünnenberg								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.582,25	5.701.629,33	441,1
IO-04	o3	1.OG	Am Hessenbusch 17, 33181 Bad Wünnenberg								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.582,25	5.701.629,33	443,6
IO-04	s1	EG	Am Hessenbusch 17, 33181 Bad Wünnenberg								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.574,73	5.701.624,36	440,3
IO-04	s1	1.OG	Am Hessenbusch 17, 33181 Bad Wünnenberg								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.574,70	5.701.624,37	442,8
IO-05	s1	EG	Zur Schwelge 20, 33181 Bad Wünnenberg								
			WA	55	40	Industrie	2,5	r	479.657,16	5.701.740,97	442,5
IO-05	s1	1.OG	Zur Schwelge 20, 33181 Bad Wünnenberg								
			WA	55	40	Industrie	5,0	r	479.657,16	5.701.740,97	445,0
IO-05	s3	EG	Zur Schwelge 20, 33181 Bad Wünnenberg								
			WA	55	40	Industrie	2,5	r	479.650,16	5.701.740,12	442,1
IO-05	s3	1.OG	Zur Schwelge 20, 33181 Bad Wünnenberg								
			WA	55	40	Industrie	5,0	r	479.650,16	5.701.740,12	444,6
IO-05	w1	EG	Zur Schwelge 20, 33181 Bad Wünnenberg								
			WA	55	40	Industrie	2,5	r	479.645,28	5.701.749,52	441,2

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]
IO-05	w1	1.OG	Zur Schwelge 20, 33181 Bad Wünnenberg								
			WA	55	40	Industrie	5,0	r	479.645,28	5.701.749,54	443,7
IO-05	w1	2.OG	Zur Schwelge 20, 33181 Bad Wünnenberg								
			WA	55	40	Industrie	7,8	r	479.645,63	5.701.746,26	446,7
IO-06	so1	EG	Zum Sauerland 34, 33181 Bad Wünnenberg								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.837,18	5.701.714,81	444,6
IO-06	so1	1.OG	Zum Sauerland 34, 33181 Bad Wünnenberg								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.836,09	5.701.717,50	447,0
IO-06	so2	2.OG	Zum Sauerland 34, 33181 Bad Wünnenberg								
			MI	60	45	Industrie	7,8	r	479.832,64	5.701.716,43	449,8
IO-06	so3	EG	Zum Sauerland 34, 33181 Bad Wünnenberg								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.830,23	5.701.712,61	444,6
IO-06	so3	1.OG	Zum Sauerland 34, 33181 Bad Wünnenberg								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.829,20	5.701.715,35	447,0
IO-06	sw1	EG	Zum Sauerland 34, 33181 Bad Wünnenberg								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.824,13	5.701.717,58	444,4
IO-06	sw1	1.OG	Zum Sauerland 34, 33181 Bad Wünnenberg								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.824,13	5.701.717,58	446,9
IO-06	sw1	2.OG	Zum Sauerland 34, 33181 Bad Wünnenberg								
			MI	60	45	Industrie	7,8	r	479.824,13	5.701.717,58	449,7

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]
			Feldrain 6, 33181 Bad Wünnenberg								
IO-07	so1	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	479.883,84	5.701.714,31	445,0
			Feldrain 6, 33181 Bad Wünnenberg								
IO-07	so1	1.OG	WA	55	40	Industrie	5,0	r	479.883,85	5.701.714,32	447,5
			Feldrain 6, 33181 Bad Wünnenberg								
IO-07	so3	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	479.878,92	5.701.712,66	445,0
			Feldrain 6, 33181 Bad Wünnenberg								
IO-07	so3	1.OG	WA	55	40	Industrie	5,0	r	479.878,91	5.701.712,66	447,5
			Feldrain 6, 33181 Bad Wünnenberg								
IO-07	sw1	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	479.870,68	5.701.717,86	444,8
			Feldrain 6, 33181 Bad Wünnenberg								
IO-07	sw1	1.OG	WA	55	40	Industrie	5,0	r	479.870,68	5.701.717,86	447,3
			Roter Landweg (Campingplatz Schlosshotel Sophia), 33181 Bad Wünnenberg								
IO-08	no1	1.OG	WA	55	40	Industrie	5,0	r	480.143,23	5.701.728,38	456,6
			Bleiwäscher Straße 5, 59929 Brilon								
IO-09	n1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.946,84	5.699.711,69	449,2
			Bleiwäscher Straße 5, 59929 Brilon								
IO-09	n3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.959,51	5.699.710,16	448,9

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-10	n1	EG	Bleiwäscher Straße 11, 59929 Brilon								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.921,57	5.699.192,52	457,7
IO-10	n1	1.OG	Bleiwäscher Straße 11, 59929 Brilon								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.921,57	5.699.192,52	460,2
IO-10	n3	EG	Bleiwäscher Straße 11, 59929 Brilon								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.928,86	5.699.195,22	457,5
IO-10	n3	1.OG	Bleiwäscher Straße 11, 59929 Brilon								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.928,87	5.699.195,22	460,0
IO-10	w1	EG	Bleiwäscher Straße 11, 59929 Brilon								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.918,27	5.699.183,23	457,9
IO-10	w1	1.OG	Bleiwäscher Straße 11, 59929 Brilon								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.918,26	5.699.183,22	460,4
IO-10	w3	EG	Bleiwäscher Straße 11, 59929 Brilon								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.918,79	5.699.188,83	457,8
IO-10	w5	EG	Bleiwäscher Straße 11, 59929 Brilon								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.923,02	5.699.193,78	457,7
IO-10	w5	1.OG	Bleiwäscher Straße 11, 59929 Brilon								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.923,02	5.699.193,78	460,2
IO-11	n1	EG	Lohweg 1 , 59929 Brilon								
			MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.507,61	5.698.907,86	470,2

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]
			Lohweg 1 , 59929 Brilon								
IO-11	n1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.507,61	5.698.907,86	472,7
			In den Höfen 20, 59929 Brilon								
IO-12	nw1	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	480.209,32	5.698.003,89	469,1
			In den Höfen 20, 59929 Brilon								
IO-12	nw2	1.OG	WA	55	40	Industrie	5,0	r	480.212,36	5.698.005,37	471,5
			In den Höfen 20, 59929 Brilon								
IO-12	nw3	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	480.215,41	5.698.006,85	468,9
			Wallmei 34, 59929 Brilon								
IO-13	n1	1.OG	WA	55	40	Industrie	5,0	r	477.048,82	5.698.204,67	468,5
			Wallmei 34, 59929 Brilon								
IO-13	n3	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	477.054,80	5.698.202,86	466,0
			Wallmei 34, 59929 Brilon								
IO-13	n3	1.OG	WA	55	40	Industrie	5,0	r	477.054,80	5.698.202,86	468,5
			Wallmei 34, 59929 Brilon								
IO-13	o1	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	477.058,00	5.698.200,48	466,1
			Wallmei 34, 59929 Brilon								
IO-13	o2	1.OG	WA	55	40	Industrie	5,0	r	477.059,09	5.698.196,00	468,8
			Wallmei 34, 59929 Brilon								
IO-13	o3	EG	WA	55	40	Industrie	2,5	r	477.059,11	5.698.190,98	466,6

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]
			Wallmei 24, 59929 Brilon								
IO-14	no1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	477.112,88	5.698.201,17	465,6
			Wallmei 24, 59929 Brilon								
IO-14	no2	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	477.114,39	5.698.198,24	468,2
			Wallmei 24, 59929 Brilon								
IO-14	no3	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	477.116,00	5.698.195,12	465,8
			Betriebsleiterwohnhaus Flur 15 Flurstück30, 59929 Brilon								
IO-15	o1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.688,77	5.701.104,83	445,0
			Betriebsleiterwohnhaus Flur 15 Flurstück30, 59929 Brilon								
IO-15	o1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.688,77	5.701.104,83	447,5
			Betriebsleiterwohnhaus Flur 15 Flurstück30, 59929 Brilon								
IO-15	s1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.676,57	5.701.099,55	445,0
			Betriebsleiterwohnhaus Flur 15 Flurstück30, 59929 Brilon								
IO-15	s1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.683,23	5.701.099,62	445,0
			Betriebsleiterwohnhaus Flur 15 Flurstück30, 59929 Brilon								
IO-15	s1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.676,54	5.701.099,55	447,5
			Betriebsleiterwohnhaus Flur 15 Flurstück30, 59929 Brilon								
IO-15	s1	1.OG	MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.683,20	5.701.099,62	447,5
			Betriebsleiterwohnhaus Flur 15 Flurstück30, 59929 Brilon								
IO-15	w1	EG	MI	60	45	Industrie	2,5	r	479.671,83	5.701.104,52	445,0

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

ID	F	G	Nutzungsart und IRW			Lärmart	Höhe		Koordinaten		
			Gebiet	tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]		[m]		Ostwert [m]	Nordwert [m]	Höhe N.N. [m]
IO-15	w1	1.OG	Betriebsleiterwohnhaus Flur 15 Flurstück30, 59929 Brilon								
			MI	60	45	Industrie	5,0	r	479.671,83	5.701.104,52	447,5

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026

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.

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026

Tabelle D.1: Rückbauwindenergieanlagen im Nachtzeitraum

ID	Modus	SLP	Sicherheitszuschlag	Schallleistungspegel immissionsrelevant	Naben-höhe	Koordinaten		
			nachts	nachts	h_N	Ostwert	Nordwert	Höhe N.N.
		[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[m]	[m]	[m]	[m]
WEA_VS01RE	SO4	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: SO4						
		102,0	2,1	104,1	199,0	478.433,0	5.700.106,0	659,8
WEA_VS02RE	SO2	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: SO2						
		104,0	2,1	106,1	199,0	479.349,0	5.700.104,0	654,1
WEA_VS03RE	SO3	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: SO3						
		103,0	2,1	105,1	199,0	479.075,0	5.699.893,0	661,5
WEA_VS04RE	SO3	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: SO3						
		103,0	2,1	105,1	164,0	479.829,0	5.700.215,0	600,9
WEA_VS06RE	SO6	Anlagentyp: V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) – Spektrum: SO6						
		100,0	2,1	102,1	164,0	478.761,0	5.700.549,0	616,9

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]
WEA_VS01	OM-0-0	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon) – Spektrum: OM-0-0								
		106,9	2,1	2,1	109,0	109,0	175	478.433,0	5.700.106,0	635,3
WEA_VS03	OM-0-0	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon) – Spektrum: OM-0-0								
		106,9	2,1	2,1	109,0	109,0	175	479.075,0	5.699.893,0	637,0
WEA_VS04	OM-0-0	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon) – Spektrum: OM-0-0								
		106,9	2,1	2,1	109,0	109,0	162	479.829,0	5.700.215,0	598,9
WEA_VS06	OM-0-0	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon) – Spektrum: OM-0-0								
		106,9	2,1	2,1	109,0	109,0	162	478.761,0	5.700.549,0	614,9

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]
WEA_VS01	**OM-NR-07-0**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon) – Spektrum: OM-NR-07-0						
		100,0	2,1	102,1	175	478.433,0	5.700.106,0	635,3
WEA_VS03	**OM-0-0**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon) – Spektrum: OM-0-0						
		106,9	2,1	109,0	175	479.075,0	5.699.893,0	637,0
WEA_VS04	**OM-NR-03-1**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon) – Spektrum: OM-NR-03-1						
		104,0	2,1	106,1	162	479.829,0	5.700.215,0	598,9
WEA_VS06	**OM-NR-07-0**	Anlagentyp: E-175 EP5 E2 (Enercon) – Spektrum: OM-NR-07-0						
		100,0	2,1	102,1	162	478.761,0	5.700.549,0	614,9

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.

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026

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-NR-07-0	**E-175 EP5 E2 (Enercon) - Modus: OM-NR-07-0, Quelle: D03212979/0.0-de**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	82,5	90,2	91,1	92,9	93,5	93,6	88,6	82,7	100,0	111,3	0	0	0	0
	Oktavbandspektrum $L_{e,max}$ mit σ_R = 0,5 dB, σ_p = 1,2 dB, σ_{prog} = 0,0 dB, σ_{ges} = 1,3 dB zu SZ = 1,7 dB																
	L_W	A	–	84,2	91,9	92,8	94,6	95,2	95,3	90,3	84,4	101,7	113,0	0	0	0	0
	Oktavbandspektrum inkl. SZ mit σ_R = 0,5 dB, σ_p = 1,2 dB, σ_{prog} = 1,0 dB, σ_{ges} = 1,6 dB zu SZ = 2,1 dB																
	L_W	A	–	84,6	92,3	93,2	95,0	95,6	95,7	90,7	84,8	102,1	113,4	0	0	0	0
OM-0-0	**E-175 EP5 E2 (Enercon) - Modus: OM-0-0, Quelle: D03045924/2.0-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	108,6	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
OM-NR-03-1	**E-175 EP5 E2 (Enercon) - Modus: OM-NR-03-1, Quelle: D03192393/0.0-de**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	86,3	91,1	94,6	97,4	98,6	97,8	92,1	81,6	104,0	114,4	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	–	88,0	92,8	96,3	99,1	100,3	99,5	93,8	83,3	105,7	116,1	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	–	88,4	93,2	96,7	99,5	100,7	99,9	94,2	83,7	106,1	116,5	0	0	0	0

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026

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

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						
SO4	**V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) - Modus: SO4, Quelle: 0124-6701.V06**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	85,6	93,2	96,4	96,6	95,0	90,5	83,0	72,5	102,0	114,5	0	0	0	0
SO2	**V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) - Modus: SO2, Quelle: 0124-6701.V06**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	87,7	95,3	98,4	98,6	97,0	92,5	84,9	74,3	104,0	116,6	0	0	0	0
SO3	**V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) - Modus: SO3, Quelle: 0124-6701.V06**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	86,7	94,2	97,4	97,6	96,0	91,5	84,0	73,4	103,0	115,6	0	0	0	0
SO6	**V172 7.2 MW (Vestas Wind Systems A/S) - Modus: SO6, Quelle: 0124-6701.V06**																
	Oktavbandspektrum exkl. SZ																
	L_W	A	–	84,0	91,0	94,0	94,7	93,3	88,8	81,4	70,9	100,0	112,6	0	0	0	0

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026

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	16.05.2024
Rev. 1		redaktionelle Kundenanmerkungen	18.06.2024
Rev. 2		Einarbeitung der Nachforderungen vom HSK	15.11.2024
Rev. 3		Anpassung der Nabenhöhe der WEA VS04 und VS06	15.04.2025
Rev. 4		Anpassung des Anlagentyps der WEA der ZB sowie Entfall der WEA2	27.04.2026

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 27. April 2026

4.7 Sonstige Emissionen

Siehe Anlage

Anlagen:

- K4_7_01_WP_Brilon-Rep_Schattengutachten NE-B-130128 Rev. 3.pdf



SCHATTENWURFBERICHT
NE-B-130128

Schattenwurfbericht für den Windpark “WP Brilon” mit insgesamt vier geplanten Windenergieanlagen vom Typ ENERCON E-175 EP5 E2 am Standort 59929 Brilon.

Datum:
4. Mai 2026

Auftraggeber:
VERUM Brilon R 2024 GmbH & Co. KG
Endersbacher Str. 65
70374 Stuttgart

Bearbeiter:
André Raming (M.Eng.)

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: © Krists Šidlovskis

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 596 Seiten. Die Weitergabe von Daten oder Informationen ist dem Auftraggeber gestattet. 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, 4. Mai 2026
noxt! engineering GmbH



Firmenstempel



Bearbeiter
(André Raming (M.Eng.))



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

1 Zusammenfassung

Am Standort 59929 Brilon plant die Firma VERUM Brilon R 2024 GmbH & Co. KG die Errichtung von vier Windenergieanlagen vom Typ ENERCON E-175 EP5 E2. Insgesamt werden 160 Schattenrezeptoren (SR-001 bis SR-160) berücksichtigt. Diese Schattenwurfprognose analysiert den astronomisch maximal möglichen Schattenwurf der geplanten Windenergieanlagen und den der bereits bestehenden 41 Windenergieanlagen.
Im Zuge der Neuplanung werden sieben WEA (WEA W14 (E-82), WEA W16 (E-48), WEA W18 (E-82), WEA W20 (E-82), WEA W21 (E-82), WEA W22 (E-82) und WEA W23 (E-82)) als zurückgebaut betrachtet. Diese Bestandsanlagen wurden im Zuge eines bereits genehmigten Repowering-Vorhabens durch fünf Anlagen des Typs Vestas V-172-7.2 ersetzt. Für diese Neuanlagen liegt bereits eine Genehmigung gemäß BImSchG vom 14.08.2025 vor (Az.: 42.40465.2024.04).
Anstelle einer wenig zielführenden Deltabetrachtung wurde für die Berechnung der Abschaltzeiten ein aktualisiertes Berechnungsmodell hinsichtlich der Vorbelastung verwendet, das die vorliegende Gesamtbelastung im Rahmen einer Worst-Case-Betrachtung vollständig abbildet. Diese Annahme begründet sich darin, dass für die Vorbelastung rechnerisch unterstellt wird, dass keine Schattenwurfabschaltautomatiken an den Bestandsanlagen aktiv sind. Damit wird sichergestellt, dass die Zusatzbelastung der neuen Anlagen so gesteuert wird, dass die gesetzlichen Grenzwerte (30h/a astronomisch bzw. 30min/d) in keinem Fall überschritten werden.
Die Berechnungen der Schattenwurfzeiten erfolgen nach den Vorgabe der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) in der aktualisierten Fassung von 2019 [bun20].
Die Berechnungen haben ergeben, dass es an 135 der 160 Schattenrezeptoren zu unzulässigen Überschreitungen von einem der beiden Richtwerte durch die Gesamtbelastung kommt. Bei SR-009 kommt es zu einer maximalen Überschreitung des täglichen Richtwertes von 247 Minuten. Der tägliche Richtwert wird durch die Gesamtbelastung an insgesamt 90 der 160 Schattenrezeptoren überschritten. Bei SR-009 wird der jährliche Richtwert mit maximal 775:50 Stunden überschritten. Eine Überschreitung tritt an 135 der 160 untersuchten Rezeptoren auf.
Die ausgewählten Immissionsorte wurde den offiziellen Satellitenbildern entnommen und sind in Kapitel 8 dargestellt. Die Schutzbedürftigkeit wurde im Einzelnen nicht überprüft.
Zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte durch die Gesamtbelastung ist die Installation einer Abschaltautomatik bei Schattenwurf erforderlich.

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung **2**

2 Situation und Aufgabenstellung **11**

3 Rechtliche Grundlagen **12**

4 Berechnungsgrundlagen **14**
4.1 Immissionsorte 14
4.2 Vorbelastung 19
4.3 Zusatzbelastung 22
4.4 Abstände zwischen den Schattenrezeptoren und den geplanten Windenergieanlagen 23

5 Berechnungsergebnisse **30**
5.1 Vorbelastung 30
5.2 Zusatzbelastung 36
5.3 Gesamtbelastung 43

6 Bewertung **50**
6.1 Bewertung der Jahreswerte 50
6.2 Bewertung der Tageswerte 57

7 Interaktive Karte **65**

8 Standortbilder **66**

Literaturverzeichnis **146**

A Karte ZB **147**

B Ergebnis ZB **149**

C Karte GB **156**

D Ergebnis GB **158**

E Kalender GB pro SR **166**

F Grafischer Kalender GB pro SR **487**

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 4. Mai 2026

G Kalender GB pro WEA **515**

H Grafischer Kalender GB pro WEA **579**

I Ergebnis VB **588**

J Revisionsübersicht **596**

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 4. Mai 2026

Abbildungsverzeichnis

8.1 Satellitenansicht SR-001 (Almerfeld 7; 59929 Brilon) 66
8.2 Satellitenansicht SR-002 (Almerfeld 5; 59929 Brilon) 66
8.3 Satellitenansicht SR-003 (Almerfeld 3; 59929 Brilon) 67
8.4 Satellitenansicht SR-004 (Almerfeld 1; 59929 Brilon) 67
8.5 Satellitenansicht SR-005 (Almerfeld 2; 59929 Brilon) 68
8.6 Satellitenansicht SR-006 (Loh 1; 59929 Brilon) 68
8.7 Satellitenansicht SR-007 (Loh 2; 59929 Brilon) 69
8.8 Satellitenansicht SR-008 (Loh 3; 59929 Brilon) 69
8.9 Satellitenansicht SR-009 (Loh 9; 59929 Brilon) 70
8.10 Satellitenansicht SR-010 (Am Steinbruch 7; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 70
8.11 Satellitenansicht SR-011 (Im Heck 5; 33181 Bad Wünnenberg) 71
8.12 Satellitenansicht SR-012 (Am Steinbruch 1; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 71
8.13 Satellitenansicht SR-013 (Im Heck 7; 33181 Bad Wünnenberg) 72
8.14 Satellitenansicht SR-014 (Am Hessenbusch 17; 33181 Bad Wünnenberg) 72
8.15 Satellitenansicht SR-015 (Am Hessenbusch 18; 33181 Bad Wünnenberg) . 73
8.16 Satellitenansicht SR-016 (Zur Schwelge 6a; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 73
8.17 Satellitenansicht SR-017 (Zur Schwelge 6; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 74
8.18 Satellitenansicht SR-018 (Zur Schwelge 14; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 74
8.19 Satellitenansicht SR-019 (Christophorusstraße 3; 33181 Bad Wünnenberg) 75
8.20 Satellitenansicht SR-020 (Zur Schwelge 16; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 75
8.21 Satellitenansicht SR-021 (Zur Schwelge 18; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 76
8.22 Satellitenansicht SR-022 (Christophorusstraße 3a; 33181 Bad Wünnenberg) 76
8.23 Satellitenansicht SR-023 (Zur Schwelge 20; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 77
8.24 Satellitenansicht SR-024 (Am Hessenbusch 11; 33181 Bad Wünnenberg) . 77
8.25 Satellitenansicht SR-025 (Zur Schwelge 2a; 33181 Bad Wünnenberg) . . 78
8.26 Satellitenansicht SR-026 (Zur Schwelge 7; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 78
8.27 Satellitenansicht SR-027 (Christophorusstraße 1; 33181 Bad Wünnenberg) 79
8.28 Satellitenansicht SR-028 (Zur Schwelge 2; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 79
8.29 Satellitenansicht SR-029 (Zur Schwelge 9; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 80
8.30 Satellitenansicht SR-030 (Zur Schwelge 11; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 80
8.31 Satellitenansicht SR-031 (Am Hessenbusch 16; 33181 Bad Wünnenberg) . 81
8.32 Satellitenansicht SR-032 (Zum Sauerland 18; 33181 Bad Wünnenberg) . . 81
8.33 Satellitenansicht SR-033 (Zur Schwelge 5; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 82
8.34 Satellitenansicht SR-034 (Zum Sauerland 20; 33181 Bad Wünnenberg) . 82

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 4. Mai 2026

8.35 Satellitenansicht SR-035 (Zum Sauerland 19; 33181 Bad Wünnenberg) . . 83
8.36 Satellitenansicht SR-036 (Zum Sauerland 17; 33181 Bad Wünnenberg) . . 83
8.37 Satellitenansicht SR-037 (Zum Sauerland 22; 33181 Bad Wünnenberg) . . 84
8.38 Satellitenansicht SR-038 (Am Hessenbusch 14; 33181 Bad Wünnenberg) 84
8.39 Satellitenansicht SR-039 (Zum Sauerland 15; 33181 Bad Wünnenberg) . . 85
8.40 Satellitenansicht SR-040 (Am Hessenbusch 10; 33181 Bad Wünnenberg) 85
8.41 Satellitenansicht SR-041 (Zur Schwelge 3; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 86
8.42 Satellitenansicht SR-042 (Zum Sauerland 21; 33181 Bad Wünnenberg) . . 86
8.43 Satellitenansicht SR-043 (Zum Sauerland 24; 33181 Bad Wünnenberg) . 87
8.44 Satellitenansicht SR-044 (Am Hessenbusch 8; 33181 Bad Wünnenberg) . 87
8.45 Satellitenansicht SR-045 (Zum Sauerland 23a; 33181 Bad Wünnenberg) . 88
8.46 Satellitenansicht SR-046 (Zum Sauerland 26; 33181 Bad Wünnenberg) . 88
8.47 Satellitenansicht SR-047 (Am Hessenbusch 7; 33181 Bad Wünnenberg) . 89
8.48 Satellitenansicht SR-048 (Zum Sauerland 23; 33181 Bad Wünnenberg) . 89
8.49 Satellitenansicht SR-049 (Am Hessenbusch 12; 33181 Bad Wünnenberg) 90
8.50 Satellitenansicht SR-050 (Zur Schwelge 1; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 90
8.51 Satellitenansicht SR-051 (Am Hessenbusch 5a; 33181 Bad Wünnenberg) 91
8.52 Satellitenansicht SR-052 (Am Hessenbusch 5; 33181 Bad Wünnenberg) . 91
8.53 Satellitenansicht SR-053 (Am Hessenbusch 6; 33181 Bad Wünnenberg) . 92
8.54 Satellitenansicht SR-054 (Zum Sauerland 28; 33181 Bad Wünnenberg) . 92
8.55 Satellitenansicht SR-055 (Alte Ziegelei 27; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 93
8.56 Satellitenansicht SR-056 (Am Springsgraben 1; 33181 Bad Wünnenberg) 93
8.57 Satellitenansicht SR-057 (Am Hessenbusch 4; 33181 Bad Wünnenberg) . 94
8.58 Satellitenansicht SR-058 (Alte Ziegelei 23; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 94
8.59 Satellitenansicht SR-059 (Am Hessenbusch 3; 33181 Bad Wünnenberg) . 95
8.60 Satellitenansicht SR-060 (Alte Ziegelei 22; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 95
8.61 Satellitenansicht SR-061 (Am Springsgraben 2; 33181 Bad Wünnenberg) 96
8.62 Satellitenansicht SR-062 (Zum Sauerland 30; 33181 Bad Wünnenberg) . 96
8.63 Satellitenansicht SR-063 (Am Hessenbusch 2; 33181 Bad Wünnenberg) . 97
8.64 Satellitenansicht SR-064 (Am Springsgraben 3; 33181 Bad Wünnenberg) 97
8.65 Satellitenansicht SR-065 (Am Springsgraben 5; 33181 Bad Wünnenberg) 98
8.66 Satellitenansicht SR-066 (Am Hessenbusch 1; 33181 Bad Wünnenberg) . 98
8.67 Satellitenansicht SR-067 (Alte Ziegelei 20; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 99
8.68 Satellitenansicht SR-068 (Alte Ziegelei 21; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 99
8.69 Satellitenansicht SR-069 (Am Springsgraben 4; 33181 Bad Wünnenberg) 100
8.70 Satellitenansicht SR-070 (Am Springsgraben 7; 33181 Bad Wünnenberg) 100
8.71 Satellitenansicht SR-071 (Alte Ziegelei 19; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 101

8.72 Satellitenansicht SR-072 (Am Springsgraben 10; 33181 Bad Wünnenberg)101
8.73 Satellitenansicht SR-073 (Am Springsgraben 12; 33181 Bad Wünnenberg)102
8.74 Satellitenansicht SR-074 (Alte Ziegelei 18; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 102
8.75 Satellitenansicht SR-075 (Zum Sauerland 32; 33181 Bad Wünnenberg) . . 103
8.76 Satellitenansicht SR-076 (Am Springsgraben 9; 33181 Bad Wünnenberg) 103
8.77 Satellitenansicht SR-077 (Am Springsgraben 8; 33181 Bad Wünnenberg) 104
8.78 Satellitenansicht SR-078 (Zur Glashütte 1; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 104
8.79 Satellitenansicht SR-079 (Am Springsgraben 14; 33181 Bad Wünnenberg)105
8.80 Satellitenansicht SR-080 (Alte Ziegelei 17; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 105
8.81 Satellitenansicht SR-081 (Zum Sauerland 34; 33181 Bad Wünnenberg) . 106
8.82 Satellitenansicht SR-082 (Zur Glashütte 2; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 106
8.83 Satellitenansicht SR-083 (Am Springsgraben 16; 33181 Bad Wünnenberg)107
8.84 Satellitenansicht SR-084 (Alte Ziegelei 14; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 107
8.85 Satellitenansicht SR-085 (Am Springsgraben 11; 33181 Bad Wünnenberg)108
8.86 Satellitenansicht SR-086 (Alte Ziegelei 15; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 108
8.87 Satellitenansicht SR-087 (Feldrain 2; 33181 Bad Wünnenberg) 109
8.88 Satellitenansicht SR-088 (Wiesengrund 1; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 109
8.89 Satellitenansicht SR-089 (Wiesengrund 3; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 110
8.90 Satellitenansicht SR-090 (Wiesengrund 5; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 110
8.91 Satellitenansicht SR-091 (Wiesengrund 7; 33181 Bad Wünnenberg) 111
8.92 Satellitenansicht SR-092 (Feldrain 4; 33181 Bad Wünnenberg) 111
8.93 Satellitenansicht SR-093 (Zur Glashütte 4; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 112
8.94 Satellitenansicht SR-094 (Feldrain 6; 33181 Bad Wünnenberg) 112
8.95 Satellitenansicht SR-095 (Alte Ziegelei 12; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 113
8.96 Satellitenansicht SR-096 (Alte Ziegelei 11; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 113
8.97 Satellitenansicht SR-097 (Wiesengrund 4; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 114
8.98 Satellitenansicht SR-098 (Wiesengrund 9; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 114
8.99 Satellitenansicht SR-099 (Wiesengrund 2; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 115
8.100 Satellitenansicht SR-100 (Feldrain 1; 33181 Bad Wünnenberg) 115
8.101 Satellitenansicht SR-101 (Zur Glashütte 6; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 116
8.102 Satellitenansicht SR-102 (Feldrain 3; 33181 Bad Wünnenberg) 116
8.103 Satellitenansicht SR-103 (Alte Ziegelei 10; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 117
8.104 Satellitenansicht SR-104 (Feldrain 8; 33181 Bad Wünnenberg) 117
8.105 Satellitenansicht SR-105 (Wiesengrund 11; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 118
8.106 Satellitenansicht SR-106 (Alte Ziegelei 7; 33181 Bad Wünnenberg) 118
8.107 Satellitenansicht SR-107 (Wiesengrund 6; 33181 Bad Wünnenberg) 119
8.108 Satellitenansicht SR-108 (Zur Glashütte 8; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 119

8.109 Satellitenansicht SR-109 (Alte Ziegelei 8; 33181 Bad Wünnenberg) 120
8.110 Satellitenansicht SR-110 (Bleiwäscher Straße 11; 59929 Brilon) 120
8.111 Satellitenansicht SR-111 (Wiesengrund 8; 33181 Bad Wünnenberg) 121
8.112 Satellitenansicht SR-112 (Feldrain 7; 33181 Bad Wünnenberg) 121
8.113 Satellitenansicht SR-113 (Wiesengrund 10; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 122
8.114 Satellitenansicht SR-114 (Feldrain 10; 33181 Bad Wünnenberg) 122
8.115 Satellitenansicht SR-115 (Feldrain 5; 33181 Bad Wünnenberg) 123
8.116 Satellitenansicht SR-116 (Wiesengrund 13; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 123
8.117 Satellitenansicht SR-117 (Alte Ziegelei 5; 33181 Bad Wünnenberg) 124
8.118 Satellitenansicht SR-118 (Zur Glashütte 10; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 124
8.119 Satellitenansicht SR-119 (Alte Ziegelei 6; 33181 Bad Wünnenberg) 125
8.120 Satellitenansicht SR-120 (Wiesengrund 17; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 125
8.121 Satellitenansicht SR-121 (Feldrain 9; 33181 Bad Wünnenberg) 126
8.122 Satellitenansicht SR-122 (Wiesengrund 21; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 126
8.123 Satellitenansicht SR-123 (Wiesengrund 19; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 127
8.124 Satellitenansicht SR-124 (Feldrain 12; 33181 Bad Wünnenberg) 127
8.125 Satellitenansicht SR-125 (Alte Ziegelei 3; 33181 Bad Wünnenberg) 128
8.126 Satellitenansicht SR-126 (Wiesengrund 15; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 128
8.127 Satellitenansicht SR-127 (Bleiwäscher Straße 5; 59929 Brilon) 129
8.128 Satellitenansicht SR-128 (Zur Glashütte 12; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 129
8.129 Satellitenansicht SR-129 (Feldrain 11; 33181 Bad Wünnenberg) 130
8.130 Satellitenansicht SR-130 (Feldrain 13; 33181 Bad Wünnenberg) 130
8.131 Satellitenansicht SR-131 (Feldrain 14; 33181 Bad Wünnenberg) 131
8.132 Satellitenansicht SR-132 (Zur Glashütte 14; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 131
8.133 Satellitenansicht SR-133 (Potthofsweg 5; 33181 Bad Wünnenberg) 132
8.134 Satellitenansicht SR-134 (Potthofsweg 3; 33181 Bad Wünnenberg) 132
8.135 Satellitenansicht SR-135 (Potthofsweg 7; 33181 Bad Wünnenberg) 133
8.136 Satellitenansicht SR-136 (Potthofsweg 1; 33181 Bad Wünnenberg) 133
8.137 Satellitenansicht SR-137 (Feldrain 17; 33181 Bad Wünnenberg) 134
8.138 Satellitenansicht SR-138 (Feldrain 15; 33181 Bad Wünnenberg) 134
8.139 Satellitenansicht SR-139 (Feldrain 16; 33181 Bad Wünnenberg) 135
8.140 Satellitenansicht SR-140 (Potthofsweg 4; 33181 Bad Wünnenberg) 135
8.141 Satellitenansicht SR-141 (Zur Glashütte 11; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 136
8.142 Satellitenansicht SR-142 (Potthofsweg 6; 33181 Bad Wünnenberg) 136
8.143 Satellitenansicht SR-143 (Feldrain 26; 33181 Bad Wünnenberg) 137
8.144 Satellitenansicht SR-144 (Feldrain 24; 33181 Bad Wünnenberg) 137
8.145 Satellitenansicht SR-145 (Zur Glashütte 16; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 138

8.146 Satellitenansicht SR-146 (Feldrain 18; 33181 Bad Wünnenberg) 138
8.147 Satellitenansicht SR-147 (Zur Glashütte 13; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 139
8.148 Satellitenansicht SR-148 (Feldrain 22; 33181 Bad Wünnenberg) 139
8.149 Satellitenansicht SR-149 (Feldrain 20; 33181 Bad Wünnenberg) 140
8.150 Satellitenansicht SR-150 (Zur Glashütte 18; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 140
8.151 Satellitenansicht SR-151 (Roter Landweg 2; 33181 Bad Wünnenberg) . . 141
8.152 Satellitenansicht SR-152 (Roter Landweg 8; 33181 Bad Wünnenberg) . . 141
8.153 Satellitenansicht SR-153 (Roter Landweg 4; 33181 Bad Wünnenberg) . . 142
8.154 Satellitenansicht SR-154 (Roter Landweg 6; 33181 Bad Wünnenberg) . . 142
8.155 Satellitenansicht SR-155 (Roter Landweg 1; 33181 Bad Wünnenberg) . . 143
8.156 Satellitenansicht SR-156 (Zur Glashütte 20; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 143
8.157 Satellitenansicht SR-157 (Zur Glashütte 22; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 144
8.158 Satellitenansicht SR-158 (Zur Glashütte 24; 33181 Bad Wünnenberg) . . . 144
8.159 Satellitenansicht SR-159 (Betriebsleiterwohnhaus Flur 15 Flurstück 30; 59929 Brilon) 145
8.160 Satellitenansicht SR-160 (Roter Landweg 3; 33181 Bad Wünnenberg) . . 145

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 4. Mai 2026

Tabellenverzeichnis

4.1 Auflistung der untersuchten Immissionsorte mit Adressen und den jeweiligen Koordinaten im Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32N . 14
4.2 Auflistung der Windenergieanlagen der Vorbelastung mit den jeweiligen Kenndaten (Nennleistung P_N, Rotordurchmesser d_R und Nabenhöhe h_N) 20
4.3 Auflistung der Zusatzbelastung mit den jeweiligen Kenndaten (Nennleistung P_N, Rotordurchmesser d_R und Nabenhöhe h_N) 23
4.4 Horizontale Abstände zwischen den Schattenrezeptoren und den geplanten Windenergieanlagen. 23

5.1 Schattenwurfzeiten der Vorbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte 30
5.2 Schattenwurfzeiten der Zusatzbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte 37
5.3 Schattenwurfzeiten der Gesamtbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte 43

6.1 Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den jährlichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung. 50
6.2 Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den täglichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung. 58

J.1 Revisionsübersicht 596

noxt! engineering GmbH
André Raming (M.Eng.)
engineering@noxt.de · 4. Mai 2026

2 Situation und Aufgabenstellung

Am Standort 59929 Brilon in Nordrhein-Westfalen plant die Firma VERUM Brilon R 2024 GmbH & Co. KG die Errichtung von vier Windenergieanlagen vom Typ ENERCON E-175 EP5 E2 mit einer Nabenhöhe von 175 m für WEA VS01 und WEA VS03 und 162 m für WEA VS04 und WEA VS06 und einer elektrischen Leistung von 7.000 kW. Für die Genehmigung geplanter Windenergieanlagen ist der Hochsauerlandkreis zuständig.
Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens gemäß dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) muss für die geplanten Windenergieanlagen der Nachweis zur Schattenwurfausbreitung geführt werden. Berechnungsdetails werden durch die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) in der aktualisierten Fassung von 2019 [bun20] vorgegeben. Die in diesem Gutachten dargestellten Berechnungen erfolgen strikt nach diesen Vorgaben.
In der Umgebung des Standortes werden 41 Windenergieanlagen als Vorbelastung berücksichtigt. Im Zuge der Neuplanung werden sieben WEA (WEA W14 (E-82), WEA W16 (E-48), WEA W18 (E-82), WEA W20 (E-82), WEA W21 (E-82), WEA W22 (E-82) und WEA W23 (E-82)) als zurückgebaut betrachtet. Diese Bestandsanlagen wurden im Zuge eines bereits genehmigten Repowering-Vorhabens durch fünf Anlagen des Typs Vestas V-172-7.2 ersetzt. Für diese Neuanlagen liegt bereits eine Genehmigung gemäß BImSchG vom 14.08.2025 vor (Az.: 42.40465.2024.04).
Anstelle einer wenig zielführenden Deltabetrachtung wurde für die Berechnung der Abschaltzeiten ein aktualisiertes Berechnungsmodell hinsichtlich der Vorbelastung verwendet, das die vorliegende Gesamtbelastung im Rahmen einer Worst-Case-Betrachtung vollständig abbildet. Diese Annahme begründet sich darin, dass für die Vorbelastung rechnerisch unterstellt wird, dass keine Schattenwurfabschaltautomatiken an den Bestandsanlagen aktiv sind. Damit wird sichergestellt, dass die Zusatzbelastung der neuen Anlagen so gesteuert wird, dass die gesetzlichen Grenzwerte (30h/a astronomisch bzw. 30min/d) in keinem Fall überschritten werden. An den umliegenden Wohngebäuden wurden insgesamt 160 Schattenrezeptoren angesetzt. Berechnet werden die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung. Die Gesamtbelastung (kumulativ aufaddierte Schattenwurfzeiten der Vor- und Zusatzbelastung) darf die in den LAI-Hinweisen festgelegten Richtwerte an den Wohngebäuden nicht überschreiten. Tritt jedoch an einem oder mehreren Schattenrezeptoren eine Überschreitung der Richtwerte auf, muss von Seiten des Anlagenbetreibers eine entsprechende technische Abschalt- oder Schattenautomatik in den geplanten Windenergieanlagen installiert werden.

3 Rechtliche Grundlagen

Der Gesetzgeber fordert über das Bundesimmissionsschutzgesetz [BIm21], dass schädliche Umwelteinwirkungen und Gefahren, erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden dürfen. Die Maßnahmen zu deren Vermeidung müssen dem Stand der Technik entsprechen.

Die Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) in der aktualisierten Fassung von 2019 [bun20] konkretisieren die gesetzlichen Vorgaben.

Windenergieanlagen (WEA) verursachen durch ihre Rotorbewegung einen periodischen Schattenschlag, welcher in der Nachbarschaft zu Belästigungen führen kann (optische Immissionen). Dieser Effekt des frequentierenden Lichtwechsels trifft nicht auf den Turm zu, da dieser lediglich einen statischen Schatten verursacht.

Die Länge des jeweiligen Schattens hängt von dem Sonnenstand über dem Horizont ab. Je niedriger der Sonnenstand, desto länger ist der Schatten. Dieser hängt von der Jahres- und Tageszeit ab. Bei den Berechnungen wird ein Sonnenstand von mindestens 3° berücksichtigt. Unterhalb von diesem kann der Effekt wegen der Bebauung, des Bewuchses und die dann nur noch schwer zu durchdringende Atmosphäre vernachlässigt werden.

Eine Betrachtung der optischen Immissionen soll an Immissionsorten mit schutzbedürftigen Räumen stattfinden. Diese sind:

- Wohnräume, einschließlich Wohndielen,
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien,
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen,
- Büroräume, Praxisräume, Arbeitsräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume

Zusätzlich gelten direkt an Gebäude angrenzende Balkone und Terrassen in der Zeit zwischen 6:00 Uhr und 22:00 Uhr als schutzbedürftige Räume.

Bau- und planungsrechtlich genehmigte Flächen müssen ebenfalls betrachtet werden. Der Schattenrezeptor ist an den äußersten, am stärksten belasteten Rand der Fläche in einer Höhe von 2 m anzusetzen.

Die Schutzbedürftigkeit der einzelnen Räume von Gebäuden wird hier nicht detailliert untersucht. Betrachtet wird immer die Fassadenseite mit der höchsten Belastung.

Zwischen Kern- und Halbschatten wird bei der Worst-Case Betrachtung an dieser Stelle nicht unterschieden.

Die Hinweise der LAI [bun20] geben vor, dass eine erhebliche Belästigung in der Nachbarschaft nicht mehr gegeben ist, sobald der kumulative astronomisch maximal mögliche Schattenwurf aller betrachteten Windenergieanlagen (WEA) an den jeweiligen Immissionsorten in einer Höhe von 2 m die folgenden Richtwerte nicht überschreitet:

- 30 Stunden pro Kalenderjahr
- 30 Minuten pro Kalendertag

Bei einer Überschreitung der Richtwerte müssen technische Einrichtungen, wie beispielsweise Abschalt- oder Schattenautomatiken, in den Windenergieanlagen installiert werden, damit die Richtwerte eingehalten werden. Hier wird allerdings die reale Schattenwurfdauer von 8 h pro Kalenderjahr angesetzt. Der Richtwert von 30 h pro Kalenderjahr wurde mit meteorologischen Daten aus der realen Schattenwurfdauer (8 h) abgeleitet.

Für den Worst-Case Fall werden gemäß der Hinweise der LAI [bun20] die folgenden Annahmen getroffen:

- Die Sonne ist eine punktförmige Quelle.
- Die Sonne scheint zu 100% von Sonnenauf- bis Sonnenuntergang.
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Achse zwischen der Sonne und dem Immissionsort.
- Hindernisse haben keine abschirmende Wirkung.
- Der Schattenrezeptor wird an der am meisten belasteten Fassade im Gewächshausmodus platziert. Das beutet, dass die Sonneneinstrahlung von allen Seiten gleichmäßig und gleichzeitig erfolgt.

Die Modellierung und Berechnung des Schattenwurfs erfolgt in der Software WindPRO in der Version 4.5.123 des Herstellers EMD International A/S. An den Immissionsorten werden Schattenrezeptoren mit einer Ausdehnung von 0,1 m $\times$ 0,1 m in einer Höhe von 2 m an der am höchsten belasteten Fassade gesetzt.
Der Einwirkungsbereich, bis zu der die Beschattung um die hier betrachteten Windenergieanlagen relevant ist, wurde auf 2.500 m festgesetzt. Damit ist der Beschattungsbereich der Windenergieanlagen vollständig abgedeckt.

4 Berechnungsgrundlagen

In den folgenden Abschnitten werden die Grundlagen der Berechnung dargestellt. Diese beinhalten die ausgewählten Immissionsorte sowie die Windenergieanlagen der Vor- und Zusatzbelastung für den Windpark “WP Brilon”.

4.1 Immissionsorte

Für die Berechnungen und Beurteilungen wurden für den Standort 59929 Brilon insgesamt 160 Schattenrezeptoren (SR-001 bis SR-160) ausgewählt. Die vollständigen Adressen sowie die Koordinaten im Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32N sind in der nachfolgenden Tabelle 4.1 aufgelistet.

Tabelle 4.1: Auflistung der untersuchten Immissionsorte mit Adressen und den jeweiligen Koordinaten im Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32N

ID	Straße	Ort	Ostwert [m]	Nordwert [m]
SR-001	Almerfeld 7	59929 Brilon	476.968	5.699.240
SR-002	Almerfeld 5	59929 Brilon	476.974	5.699.232
SR-003	Almerfeld 3	59929 Brilon	476.986	5.699.220
SR-004	Almerfeld 1	59929 Brilon	476.993	5.699.211
SR-005	Almerfeld 2	59929 Brilon	477.061	5.699.260
SR-006	Loh 1	59929 Brilon	478.258	5.700.770
SR-007	Loh 2	59929 Brilon	478.272	5.700.697
SR-008	Loh 3	59929 Brilon	478.349	5.700.618
SR-009	Loh 9	59929 Brilon	478.478	5.700.279
SR-010	Am Steinbruch 7	33181 Bad Wünnenberg	479.119	5.701.454
SR-011	Im Heck 5	33181 Bad Wünnenberg	479.488	5.701.761
SR-012	Am Steinbruch 1	33181 Bad Wünnenberg	479.496	5.701.487
SR-013	Im Heck 7	33181 Bad Wünnenberg	479.554	5.701.580
SR-014	Am Hessenbusch 17	33181 Bad Wünnenberg	479.575	5.701.630
SR-015	Am Hessenbusch 18	33181 Bad Wünnenberg	479.625	5.701.727
SR-016	Zur Schwelge 6a	33181 Bad Wünnenberg	479.633	5.702.003
SR-017	Zur Schwelge 6	33181 Bad Wünnenberg	479.635	5.701.987

Tabelle 4.1: Fortsetzung: Auflistung der untersuchten Immissionsorte mit Adressen und den jeweiligen Koordinaten im Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32N

ID	Straße	Ort	Ostwert [m]	Nordwert [m]
SR-018	Zur Schwelge 14	33181 Bad Wünnenberg	479.646	5.701.846
SR-019	Christophorusstraße 3	33181 Bad Wünnenberg	479.650	5.702.039
SR-020	Zur Schwelge 16	33181 Bad Wünnenberg	479.648	5.701.793
SR-021	Zur Schwelge 18	33181 Bad Wünnenberg	479.649	5.701.768
SR-022	Christophorusstraße 3a	33181 Bad Wünnenberg	479.656	5.702.028
SR-023	Zur Schwelge 20	33181 Bad Wünnenberg	479.655	5.701.744
SR-024	Am Hessenbusch 11	33181 Bad Wünnenberg	479.662	5.701.712
SR-025	Zur Schwelge 2a	33181 Bad Wünnenberg	479.661	5.701.890
SR-026	Zur Schwelge 7	33181 Bad Wünnenberg	479.664	5.701.875
SR-027	Christophorusstraße 1	33181 Bad Wünnenberg	479.667	5.702.006
SR-028	Zur Schwelge 2	33181 Bad Wünnenberg	479.669	5.701.891
SR-029	Zur Schwelge 9	33181 Bad Wünnenberg	479.675	5.701.815
SR-030	Zur Schwelge 11	33181 Bad Wünnenberg	479.678	5.701.794
SR-031	Am Hessenbusch 16	33181 Bad Wünnenberg	479.684	5.701.765
SR-032	Zum Sauerland 18	33181 Bad Wünnenberg	479.683	5.701.980
SR-033	Zur Schwelge 5	33181 Bad Wünnenberg	479.685	5.701.880
SR-034	Zum Sauerland 20	33181 Bad Wünnenberg	479.694	5.701.959
SR-035	Zum Sauerland 19	33181 Bad Wünnenberg	479.698	5.702.019
SR-036	Zum Sauerland 17	33181 Bad Wünnenberg	479.700	5.702.050
SR-037	Zum Sauerland 22	33181 Bad Wünnenberg	479.703	5.701.943
SR-038	Am Hessenbusch 14	33181 Bad Wünnenberg	479.703	5.701.773
SR-039	Zum Sauerland 15	33181 Bad Wünnenberg	479.704	5.702.079
SR-040	Am Hessenbusch 10	33181 Bad Wünnenberg	479.702	5.701.813
SR-041	Zur Schwelge 3	33181 Bad Wünnenberg	479.707	5.701.885
SR-042	Zum Sauerland 21	33181 Bad Wünnenberg	479.709	5.701.996
SR-043	Zum Sauerland 24	33181 Bad Wünnenberg	479.712	5.701.926
SR-044	Am Hessenbusch 8	33181 Bad Wünnenberg	479.721	5.701.816
SR-045	Zum Sauerland 23a	33181 Bad Wünnenberg	479.721	5.701.966
SR-046	Zum Sauerland 26	33181 Bad Wünnenberg	479.721	5.701.912
SR-047	Am Hessenbusch 7	33181 Bad Wünnenberg	479.724	5.701.741
SR-048	Zum Sauerland 23	33181 Bad Wünnenberg	479.725	5.701.958

Tabelle 4.1: Fortsetzung: Auflistung der untersuchten Immissionsorte mit Adressen und den jeweiligen Koordinaten im Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32N

ID	Straße	Ort	Ostwert [m]	Nordwert [m]
SR-049	Am Hessenbusch 12	33181 Bad Wünnenberg	479.727	5.701.782
SR-050	Zur Schwelge 1	33181 Bad Wünnenberg	479.730	5.701.890
SR-051	Am Hessenbusch 5a	33181 Bad Wünnenberg	479.738	5.701.751
SR-052	Am Hessenbusch 5	33181 Bad Wünnenberg	479.746	5.701.755
SR-053	Am Hessenbusch 6	33181 Bad Wünnenberg	479.746	5.701.818
SR-054	Zum Sauerland 28	33181 Bad Wünnenberg	479.749	5.701.847
SR-055	Alte Ziegelei 27	33181 Bad Wünnenberg	479.750	5.702.037
SR-056	Am Springsgraben 1	33181 Bad Wünnenberg	479.757	5.701.925
SR-057	Am Hessenbusch 4	33181 Bad Wünnenberg	479.761	5.701.793
SR-058	Alte Ziegelei 23	33181 Bad Wünnenberg	479.763	5.702.022
SR-059	Am Hessenbusch 3	33181 Bad Wünnenberg	479.765	5.701.759
SR-060	Alte Ziegelei 22	33181 Bad Wünnenberg	479.769	5.702.031
SR-061	Am Springsgraben 2	33181 Bad Wünnenberg	479.770	5.701.909
SR-062	Zum Sauerland 30	33181 Bad Wünnenberg	479.771	5.701.832
SR-063	Am Hessenbusch 2	33181 Bad Wünnenberg	479.778	5.701.799
SR-064	Am Springsgraben 3	33181 Bad Wünnenberg	479.779	5.701.934
SR-065	Am Springsgraben 5	33181 Bad Wünnenberg	479.784	5.701.964
SR-066	Am Hessenbusch 1	33181 Bad Wünnenberg	479.787	5.701.772
SR-067	Alte Ziegelei 20	33181 Bad Wünnenberg	479.791	5.702.035
SR-068	Alte Ziegelei 21	33181 Bad Wünnenberg	479.791	5.702.016
SR-069	Am Springsgraben 4	33181 Bad Wünnenberg	479.793	5.701.915
SR-070	Am Springsgraben 7	33181 Bad Wünnenberg	479.805	5.701.966
SR-071	Alte Ziegelei 19	33181 Bad Wünnenberg	479.807	5.702.018
SR-072	Am Springsgraben 10	33181 Bad Wünnenberg	479.811	5.701.925
SR-073	Am Springsgraben 12	33181 Bad Wünnenberg	479.812	5.701.947
SR-074	Alte Ziegelei 18	33181 Bad Wünnenberg	479.815	5.702.027
SR-075	Zum Sauerland 32	33181 Bad Wünnenberg	479.812	5.701.743
SR-076	Am Springsgraben 9	33181 Bad Wünnenberg	479.827	5.701.976
SR-077	Am Springsgraben 8	33181 Bad Wünnenberg	479.827	5.701.905
SR-078	Zur Glashütte 1	33181 Bad Wünnenberg	479.833	5.701.840
SR-079	Am Springsgraben 14	33181 Bad Wünnenberg	479.834	5.701.950

Tabelle 4.1: Fortsetzung: Auflistung der untersuchten Immissionsorte mit Adressen und den jeweiligen Koordinaten im Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32N

ID	Straße	Ort	Ostwert [m]	Nordwert [m]
SR-080	Alte Ziegelei 17	33181 Bad Wünnenberg	479.835	5.702.014
SR-081	Zum Sauerland 34	33181 Bad Wünnenberg	479.830	5.701.719
SR-082	Zur Glashütte 2	33181 Bad Wünnenberg	479.853	5.701.807
SR-083	Am Springsgraben 16	33181 Bad Wünnenberg	479.849	5.701.959
SR-084	Alte Ziegelei 14	33181 Bad Wünnenberg	479.852	5.702.030
SR-085	Am Springsgraben 11	33181 Bad Wünnenberg	479.856	5.701.977
SR-086	Alte Ziegelei 15	33181 Bad Wünnenberg	479.857	5.702.016
SR-087	Feldrain 2	33181 Bad Wünnenberg	479.859	5.701.772
SR-088	Wiesengrund 1	33181 Bad Wünnenberg	479.865	5.701.855
SR-089	Wiesengrund 3	33181 Bad Wünnenberg	479.866	5.701.880
SR-090	Wiesengrund 5	33181 Bad Wünnenberg	479.867	5.701.906
SR-091	Wiesengrund 7	33181 Bad Wünnenberg	479.868	5.701.931
SR-092	Feldrain 4	33181 Bad Wünnenberg	479.866	5.701.748
SR-093	Zur Glashütte 4	33181 Bad Wünnenberg	479.877	5.701.826
SR-094	Feldrain 6	33181 Bad Wünnenberg	479.878	5.701.716
SR-095	Alte Ziegelei 12	33181 Bad Wünnenberg	479.883	5.702.031
SR-096	Alte Ziegelei 11	33181 Bad Wünnenberg	479.884	5.701.976
SR-097	Wiesengrund 4	33181 Bad Wünnenberg	479.887	5.701.894
SR-098	Wiesengrund 9	33181 Bad Wünnenberg	479.887	5.701.931
SR-099	Wiesengrund 2	33181 Bad Wünnenberg	479.889	5.701.868
SR-100	Feldrain 1	33181 Bad Wünnenberg	479.894	5.701.783
SR-101	Zur Glashütte 6	33181 Bad Wünnenberg	479.904	5.701.828
SR-102	Feldrain 3	33181 Bad Wünnenberg	479.903	5.701.757
SR-103	Alte Ziegelei 10	33181 Bad Wünnenberg	479.902	5.702.031
SR-104	Feldrain 8	33181 Bad Wünnenberg	479.905	5.701.725
SR-105	Wiesengrund 11	33181 Bad Wünnenberg	479.909	5.701.942
SR-106	Alte Ziegelei 7	33181 Bad Wünnenberg	479.913	5.702.007
SR-107	Wiesengrund 6	33181 Bad Wünnenberg	479.915	5.701.920
SR-108	Zur Glashütte 8	33181 Bad Wünnenberg	479.919	5.701.841
SR-109	Alte Ziegelei 8	33181 Bad Wünnenberg	479.921	5.702.026
SR-110	Bleiwäscher Straße 11	59929 Brilon	479.924	5.699.190

Tabelle 4.1: Fortsetzung: Auflistung der untersuchten Immissionsorte mit Adressen und den jeweiligen Koordinaten im Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32N

ID	Straße	Ort	Ostwert [m]	Nordwert [m]
SR-111	Wiesengrund 8	33181 Bad Wünnenberg	479.922	5.701.897
SR-112	Feldrain 7	33181 Bad Wünnenberg	479.922	5.701.790
SR-113	Wiesengrund 10	33181 Bad Wünnenberg	479.926	5.701.879
SR-114	Feldrain 10	33181 Bad Wünnenberg	479.927	5.701.734
SR-115	Feldrain 5	33181 Bad Wünnenberg	479.929	5.701.762
SR-116	Wiesengrund 13	33181 Bad Wünnenberg	479.930	5.701.950
SR-117	Alte Ziegelei 5	33181 Bad Wünnenberg	479.931	5.702.003
SR-118	Zur Glashütte 10	33181 Bad Wünnenberg	479.939	5.701.842
SR-119	Alte Ziegelei 6	33181 Bad Wünnenberg	479.941	5.702.026
SR-120	Wiesengrund 17	33181 Bad Wünnenberg	479.945	5.701.933
SR-121	Feldrain 9	33181 Bad Wünnenberg	479.947	5.701.798
SR-122	Wiesengrund 21	33181 Bad Wünnenberg	479.949	5.701.889
SR-123	Wiesengrund 19	33181 Bad Wünnenberg	479.949	5.701.909
SR-124	Feldrain 12	33181 Bad Wünnenberg	479.950	5.701.740
SR-125	Alte Ziegelei 3	33181 Bad Wünnenberg	479.951	5.702.006
SR-126	Wiesengrund 15	33181 Bad Wünnenberg	479.952	5.701.958
SR-127	Bleiwäscher Straße 5	59929 Brilon	479.946	5.699.705
SR-128	Zur Glashütte 12	33181 Bad Wünnenberg	479.963	5.701.849
SR-129	Feldrain 11	33181 Bad Wünnenberg	479.970	5.701.806
SR-130	Feldrain 13	33181 Bad Wünnenberg	479.976	5.701.777
SR-131	Feldrain 14	33181 Bad Wünnenberg	479.977	5.701.748
SR-132	Zur Glashütte 14	33181 Bad Wünnenberg	479.985	5.701.857
SR-133	Potthofsweg 5	33181 Bad Wünnenberg	479.986	5.701.954
SR-134	Potthofsweg 3	33181 Bad Wünnenberg	479.986	5.701.927
SR-135	Potthofsweg 7	33181 Bad Wünnenberg	479.986	5.701.974
SR-136	Potthofsweg 1	33181 Bad Wünnenberg	479.986	5.701.900
SR-137	Feldrain 17	33181 Bad Wünnenberg	479.996	5.701.815
SR-138	Feldrain 15	33181 Bad Wünnenberg	480.001	5.701.786
SR-139	Feldrain 16	33181 Bad Wünnenberg	480.002	5.701.756
SR-140	Potthofsweg 4	33181 Bad Wünnenberg	480.008	5.701.930
SR-141	Zur Glashütte 11	33181 Bad Wünnenberg	480.012	5.701.904

Tabelle 4.1: Fortsetzung: Auflistung der untersuchten Immissionsorte mit Adressen und den jeweiligen Koordinaten im Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32N

ID	Straße	Ort	Ostwert [m]	Nordwert [m]
SR-142	Potthofsweg 6	33181 Bad Wünnenberg	480.013	5.701.958
SR-143	Feldrain 26	33181 Bad Wünnenberg	480.021	5.701.837
SR-144	Feldrain 24	33181 Bad Wünnenberg	480.032	5.701.812
SR-145	Zur Glashütte 16	33181 Bad Wünnenberg	480.022	5.701.873
SR-146	Feldrain 18	33181 Bad Wünnenberg	480.025	5.701.761
SR-147	Zur Glashütte 13	33181 Bad Wünnenberg	480.043	5.701.916
SR-148	Feldrain 22	33181 Bad Wünnenberg	480.043	5.701.794
SR-149	Feldrain 20	33181 Bad Wünnenberg	480.050	5.701.769
SR-150	Zur Glashütte 18	33181 Bad Wünnenberg	480.059	5.701.877
SR-151	Roter Landweg 2	33181 Bad Wünnenberg	480.068	5.701.850
SR-152	Roter Landweg 8	33181 Bad Wünnenberg	480.068	5.701.773
SR-153	Roter Landweg 4	33181 Bad Wünnenberg	480.073	5.701.824
SR-154	Roter Landweg 6	33181 Bad Wünnenberg	480.076	5.701.804
SR-155	Roter Landweg 1	33181 Bad Wünnenberg	480.104	5.701.812
SR-156	Zur Glashütte 20	33181 Bad Wünnenberg	480.102	5.701.842
SR-157	Zur Glashütte 22	33181 Bad Wünnenberg	480.128	5.701.825
SR-158	Zur Glashütte 24	33181 Bad Wünnenberg	480.149	5.701.830
SR-159	Betriebsleiterwohnhaus Flur 15 Flurstück 30	59929 Brilon	479.683	5.701.099
SR-160	Roter Landweg 3	33181 Bad Wünnenberg	480.141	5.701.673

4.2 Vorbelastung

Die Vorbelastung (VB) am Standort 59929 Brilon besteht aus insgesamt 41 Windenergieanlagen unterschiedlicher Typen, die in Tabelle 4.2 aufgelistet sind. Im Zuge der Neuplanung werden sieben WEA (WEA W14 (E-82),WEA W16 (E-48), WEA W18 (E-82), WEA W20 (E-82), WEA W21 (E-82), WEA W22 (E-82) und WEA W23 (E-82)) als zurückgebaut betrachtet. Die Informationen wurden aus dem Marktstammdatenregister [MaS21] der Bundesnetzagentur bezogen und durch die zuständige Immissionsschutzbehörde bestätigt und ggf. ergänzt und korrigiert [Kre]. Die Koordinaten im System ETRS89 /

UTM Zone 32N sind im Anhang I angegeben. Betrachtet werden Windenergieanlagen in der näheren Umgebung, bei denen es zu einer Überschneidung der Schattenbereiche kommt. Wenn dieses Kriterium nur auf einzelne Windenergieanlagen eines größeren Windparks zutrifft, wird der gesamte Windpark als Vorbelastung berücksichtigt.

Tabelle 4.2: Auflistung der Windenergieanlagen der Vorbelastung mit den jeweiligen Kenndaten (Nennleistung P_N, Rotordurchmesser d_R und Nabenhöhe h_N)

ID	Anlagentyp	P_N [kW]	d_R [m]	h_N [m]
WEA01 AZ 40113-2020	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3	4.200	138,2	160,0
WEA02 AZ 40114-2020	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3	4.200	138,2	160,0
WEA03 AZ 40117-2020	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3	4.200	138,2	160,0
WEA04 AZ 40119-2020	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3	4.200	138,2	160,0
WEA05 AZ 40125-2020	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3	4.200	138,2	160,0
WEA06 AZ 40564-2023	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3	4.200	138,2	160,0
WEA07 AZ 40564-2023	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3	4.200	138,2	160,0
WEA_ Bat01 (40148-2015)	ENERCON E-82 E2 TES 2300 82.0	2.300	82,0	138,4
WEA_ Bat02 (40148-2015)	ENERCON E-82 E2 TES 2300 82.0	2.300	82,0	138,4
WEA_ Bat03 (40148-2015)	ENERCON E-82 E2 TES 2300 82.0	2.300	82,0	138,4
WEA_ Bat04 (40148-2015)	ENERCON E-82 E2 TES 2300 82.0	2.300	82,0	138,4
WEA_40336-2025	ENERCON E-138 EP3 E3 4260 138.3	4.260	138,2	160,0
WEA_HS01 (40504-2020)	NORDEX N149/5.X 5700 149.0	5.700	149,0	125,0

Tabelle 4.2: Fortsetzung: Auflistung der Windenergieanlagen der Vorbelastung mit den jeweiligen Kenndaten (Nennleistung P_N, Rotordurchmesser d_R und Nabenhöhe h_N)

ID	Anlagentyp	P_N [kW]	d_R [m]	h_N [m]
WEA_HS02 (40191-2020)	NORDEX N163/5.X 5700 163.0	5.700	163,0	164,0
WEA_HS03 (40210-2017)	NORDEX N131/3300 DE 3300 131.0	3.300	131,0	164,0
WEA_L01 40153-2015	ENERCON E-82 E2 TES 2300 82.0	2.300	82,0	138,4
WEA_L02 40153-2015	ENERCON E-82 E2 TES 2300 82.0	2.300	82,0	138,4
WEA_L03 40153-2015	ENERCON E-82 E2 TES 2300 82.0	2.300	82,0	138,4
WEA_L04 40153-2015	ENERCON E-82 E2 TES 2300 82.0	2.300	82,0	138,4
WEA_-Roe01(0281453)	ENERCON E-40/5.40 500 40.3	500	40,4	50,0
WEA_-TH01(8251110)	NORDEX N29-250 250-45 29.7	250	29,6	50,0
WEA_-TH02(8251176)	NORDEX N29-250 250-45 29.7	250	29,6	50,0
WEA_W01 AZ 40557-2022	ENERCON E-160 EP5 E3 5560 160.0	5.560	160,0	166,6
WEA_W02 AZ 40468-2024	ENERCON E-160 EP5 E3 R1 5560 160.0	5.560	160,0	166,6
WEA_W15 (9140523)	FUHRLÄNDER FL-MD77 1500 77.0	1.500	77,0	100,0
WEA_W17 (9138727)	FUHRLÄNDER FL-MD77 1500 77.0	1.500	77,0	100,0
WEA_WW01 (AZ 40081-2020)	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3	4.200	138,2	160,0
WEA_WW02 (40178-2021)	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3	4.200	138,2	160,0
WEA_WW03 (40084-2020)	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3	4.200	138,2	160,0

Tabelle 4.2: Fortsetzung: Auflistung der Windenergieanlagen der Vorbelastung mit den jeweiligen Kenndaten (Nennleistung P_N, Rotordurchmesser d_R und Nabenhöhe h_N)

ID	Anlagentyp	P_N [kW]	d_R [m]	h_N [m]
WEA_WW04 (40085-2020)	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3	4.200	138,2	160,0
WKA_01 (9139150)	ENERCON E-66/20.70 2000 70.0	2.000	70,0	98,0
WKA_02 (9974503)	ENERCON E-66/20.70 2000 70.0	2.000	70,0	98,0
WKA_03 (9974504)	ENERCON E-66/20.70 2000 70.0	2.000	70,0	98,0
WKA_04 (9974505)	ENERCON E-66/20.70 2000 70.0	2.000	70,0	98,0
WKA_05 (9974506)	ENERCON E-66/20.70 2000 70.0	2.000	70,0	98,0
WKA_06 (9974507)	ENERCON E-66/20.70 2000 70.0	2.000	70,0	98,0
WKA_07 (9974508)	ENERCON E-66/20.70 2000 70.0	2.000	70,0	98,0
WKA_08 (9974509)	ENERCON E-66/20.70 2000 70.0	2.000	70,0	98,0
WKA_09 (9974510)	ENERCON E-66/20.70 2000 70.0	2.000	70,0	98,0
WKA_10 (9974511)	ENERCON E-66/20.70 2000 70.0	2.000	70,0	98,0
WKA_17 (0260972)	ENERCON E-82 E2 TES 2300 82.0	2.300	82,0	138,4

4.3 Zusatzbelastung

Die Zusatzbelastung (ZB) im Windpark “WP Brilon” besteht aus insgesamt vier Windenergieanlagen der Typen ENERCON E-175 EP5 E2. Die einzelnen Kenndaten wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt und sind der folgenden Tabelle 4.3 zu entnehmen. Die Koordinaten, angegeben im Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32N, sind in der Anlage B dargestellt.

Tabelle 4.3: Auflistung der Zusatzbelastung mit den jeweiligen Kenndaten (Nennleistung P_N, Rotordurchmesser d_R und Nabenhöhe h_N)

ID	Anlagentyp	P_N [kW]	d_R [m]	h_N [m]
WEA_VS01	ENERCON E-175 EP5 E2 7000 175.0	7.000	175,0	175
WEA_VS03	ENERCON E-175 EP5 E2 7000 175.0	7.000	175,0	175
WEA_VS04	ENERCON E-175 EP5 E2 7000 175.0	7.000	175,0	162
WEA_VS06	ENERCON E-175 EP5 E2 7000 175.0	7.000	175,0	162

4.4 Abstände zwischen den Schattenrezeptoren und den geplanten Windenergieanlagen

Aus den Koordinaten der ausgewählten Schattenrezeptoren SR-001 bis SR-160 und der Windenergieanlagen der Zusatzbelastung ergeben sich die folgenden horizontalen Abstände. Angegeben werden somit nicht die Entfernungen von der Nabe zum Schattenrezeptor.

Tabelle 4.4: Horizontale Abstände zwischen den Schattenrezeptoren und den geplanten Windenergieanlagen.

	Horizontaler Abstand [m]			
ID	WEA_VS01	WEA_VS03	WEA_VS04	WEA_VS06
SR-001	1.702	2.206	3.023	2.220
SR-002	1.701	2.203	3.019	2.220
SR-003	1.697	2.195	3.012	2.217
SR-004	1.695	2.191	3.008	2.217
SR-005	1.612	2.111	2.928	2.133
SR-006	687	1.199	1.666	549
SR-007	613	1.136	1.630	511

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

	Horizontaler Abstand [m]			
ID	WEA_VS01	WEA_VS03	WEA_VS04	WEA_VS06
SR-008	519	1.026	1.534	418
SR-009	179	711	1.353	391
SR-010	1.513	1.562	1.428	973
SR-011	1.963	1.913	1.583	1.413
SR-012	1.743	1.649	1.315	1.192
SR-013	1.852	1.754	1.392	1.301
SR-014	1.904	1.808	1.438	1.353
SR-015	2.012	1.915	1.526	1.461
SR-016	2.245	2.183	1.799	1.695
SR-017	2.232	2.168	1.783	1.683
SR-018	2.121	2.035	1.641	1.570
SR-019	2.284	2.222	1.833	1.735
SR-020	2.079	1.985	1.588	1.528
SR-021	2.059	1.961	1.563	1.508
SR-022	2.278	2.213	1.821	1.729
SR-023	2.044	1.940	1.539	1.492
SR-024	2.022	1.911	1.506	1.471
SR-025	2.166	2.081	1.683	1.615
SR-026	2.155	2.068	1.668	1.604
SR-027	2.266	2.194	1.798	1.716
SR-028	2.171	2.084	1.684	1.620
SR-029	2.113	2.013	1.607	1.561
SR-030	2.097	1.994	1.586	1.546
SR-031	2.078	1.969	1.557	1.527
SR-032	2.253	2.174	1.771	1.702
SR-033	2.171	2.079	1.671	1.620
SR-034	2.241	2.157	1.749	1.691
SR-035	2.293	2.215	1.809	1.743
SR-036	2.320	2.246	1.840	1.771
SR-037	2.233	2.144	1.733	1.682
SR-038	2.096	1.982	1.563	1.545

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

	Horizontaler Abstand [m]			
ID	WEA_VS01	WEA_VS03	WEA_VS04	WEA_VS06
SR-039	2.347	2.275	1.868	1.797
SR-040	2.127	2.020	1.603	1.576
SR-041	2.188	2.090	1.674	1.637
SR-042	2.280	2.196	1.785	1.730
SR-043	2.224	2.130	1.715	1.673
SR-044	2.141	2.029	1.605	1.590
SR-045	2.262	2.171	1.754	1.712
SR-046	2.218	2.120	1.700	1.667
SR-047	2.083	1.959	1.530	1.532
SR-048	2.258	2.165	1.746	1.707
SR-049	2.117	1.998	1.570	1.566
SR-050	2.206	2.102	1.678	1.654
SR-051	2.100	1.973	1.539	1.549
SR-052	2.108	1.979	1.542	1.557
SR-053	2.158	2.039	1.605	1.606
SR-054	2.182	2.067	1.634	1.631
SR-055	2.337	2.248	1.824	1.787
SR-056	2.250	2.143	1.712	1.699
SR-057	2.147	2.020	1.579	1.596
SR-058	2.332	2.237	1.808	1.781
SR-059	2.123	1.989	1.545	1.572
SR-060	2.343	2.248	1.817	1.792
SR-061	2.245	2.132	1.695	1.693
SR-062	2.184	2.060	1.618	1.633
SR-063	2.162	2.032	1.585	1.611
SR-064	2.270	2.159	1.720	1.719
SR-065	2.297	2.189	1.750	1.746
SR-066	2.147	2.009	1.558	1.596
SR-067	2.359	2.258	1.820	1.808
SR-068	2.344	2.240	1.801	1.792
SR-069	2.263	2.146	1.700	1.712

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

	Horizontaler Abstand [m]			
ID	WEA_VS01	WEA_VS03	WEA_VS04	WEA_VS06
SR-070	2.311	2.198	1.751	1.760
SR-071	2.354	2.248	1.803	1.803
SR-072	2.282	2.161	1.710	1.731
SR-073	2.300	2.182	1.732	1.749
SR-074	2.366	2.259	1.812	1.815
SR-075	2.140	1.991	1.528	1.591
SR-076	2.332	2.215	1.761	1.781
SR-077	2.276	2.148	1.690	1.725
SR-078	2.229	2.089	1.625	1.678
SR-079	2.316	2.193	1.735	1.765
SR-080	2.368	2.253	1.799	1.817
SR-081	2.134	1.976	1.504	1.585
SR-082	2.216	2.066	1.592	1.666
SR-083	2.332	2.206	1.744	1.781
SR-084	2.391	2.274	1.815	1.839
SR-085	2.351	2.226	1.762	1.800
SR-086	2.382	2.262	1.801	1.831
SR-087	2.193	2.036	1.557	1.644
SR-088	2.260	2.115	1.640	1.710
SR-089	2.280	2.139	1.665	1.730
SR-090	2.301	2.163	1.691	1.751
SR-091	2.322	2.187	1.716	1.771
SR-092	2.179	2.017	1.533	1.631
SR-093	2.246	2.093	1.612	1.696
SR-094	2.163	1.992	1.502	1.615
SR-095	2.410	2.286	1.817	1.859
SR-096	2.367	2.235	1.762	1.816
SR-097	2.305	2.159	1.680	1.754
SR-098	2.333	2.194	1.717	1.783
SR-099	2.286	2.136	1.654	1.736
SR-100	2.224	2.060	1.569	1.675

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

	Horizontaler Abstand [m]			
ID	WEA_VS01	WEA_VS03	WEA_VS04	WEA_VS06
SR-101	2.265	2.105	1.615	1.715
SR-102	2.211	2.040	1.544	1.662
SR-103	2.421	2.292	1.817	1.870
SR-104	2.188	2.011	1.512	1.641
SR-105	2.356	2.212	1.729	1.805
SR-106	2.409	2.274	1.794	1.858
SR-107	2.342	2.194	1.707	1.792
SR-108	2.284	2.123	1.628	1.735
SR-109	2.429	2.295	1.813	1.878
SR-110	1.750	1.102	1.029	1.789
SR-111	2.329	2.176	1.685	1.779
SR-112	2.248	2.078	1.578	1.699
SR-113	2.318	2.161	1.667	1.768
SR-114	2.210	2.029	1.522	1.662
SR-115	2.232	2.055	1.550	1.684
SR-116	2.375	2.228	1.738	1.825
SR-117	2.417	2.277	1.791	1.866
SR-118	2.298	2.132	1.631	1.749
SR-119	2.441	2.302	1.814	1.890
SR-120	2.372	2.218	1.722	1.821
SR-121	2.270	2.095	1.587	1.722
SR-122	2.340	2.179	1.678	1.791
SR-123	2.356	2.197	1.698	1.806
SR-124	2.230	2.044	1.530	1.683
SR-125	2.432	2.287	1.795	1.881
SR-126	2.395	2.244	1.747	1.845
SR-127	1.565	891	523	1.455
SR-128	2.319	2.148	1.639	1.771
SR-129	2.292	2.112	1.597	1.744
SR-130	2.274	2.088	1.569	1.727
SR-131	2.254	2.063	1.540	1.708

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

	Horizontaler Abstand [m]			
ID	WEA_VS01	WEA_VS03	WEA_VS04	WEA_VS06
SR-132	2.340	2.165	1.649	1.791
SR-133	2.414	2.253	1.746	1.864
SR-134	2.393	2.229	1.719	1.844
SR-135	2.429	2.272	1.766	1.879
SR-136	2.373	2.204	1.692	1.824
SR-137	2.316	2.131	1.609	1.769
SR-138	2.298	2.107	1.580	1.752
SR-139	2.277	2.081	1.551	1.731
SR-140	2.410	2.241	1.724	1.861
SR-141	2.393	2.219	1.699	1.844
SR-142	2.434	2.268	1.753	1.885
SR-143	2.349	2.162	1.633	1.802
SR-144	2.338	2.144	1.610	1.792
SR-145	2.376	2.195	1.669	1.828
SR-146	2.296	2.096	1.558	1.751
SR-147	2.422	2.243	1.714	1.874
SR-148	2.333	2.133	1.593	1.787
SR-149	2.320	2.114	1.570	1.775
SR-150	2.404	2.215	1.678	1.857
SR-151	2.391	2.195	1.652	1.844
SR-152	2.335	2.126	1.576	1.791
SR-153	2.375	2.174	1.627	1.829
SR-154	2.363	2.157	1.608	1.818
SR-155	2.388	2.177	1.621	1.844
SR-156	2.408	2.203	1.650	1.863
SR-157	2.414	2.200	1.638	1.870
SR-158	2.432	2.215	1.646	1.889
SR-159	1.596	1.351	896	1.074
SR-160	2.318	2.075	1.491	1.780

Zwischen dem Schattenrezeptor SR-009 und der Windenergieanlage WEA_VS01 besteht

mit 179 m der geringste Abstand.

5 Berechnungsergebnisse

In diesem Kapitel werden die Berechnungsergebnisse der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung dargestellt. Grundlage der Berechnungen sind die ausgewählten Schattenrezeptoren sowie die bestehenden und geplanten Windenergieanlagen am Standort 59929 Brilon.
Dargestellt wird in den folgenden Abschnitten die berechnete maximal mögliche jährliche und tägliche Schattenwurfdauer und die jeweilige Überschreitung der zulässigen Richtwerte.

5.1 Vorbelastung

Die 41 Windenergieanlagen der Vorbelastung (VB) führen zu den in Tabelle 5.1 angezeigten Schattenwurfzeiten an den ausgewählten Schattenrezeptoren.

Tabelle 5.1: Schattenwurfzeiten der Vorbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüberschreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüberschreitung > 30 min/d [min/d]
SR-001	**107:56**	77:56	**58**	28
SR-002	**112:23**	82:23	**57**	27
SR-003	**132:08**	102:08	**57**	27
SR-004	**140:42**	110:42	**59**	29
SR-005	**169:34**	139:34	**68**	38
SR-006	**195:56**	165:56	**91**	61
SR-007	**164:02**	134:02	**95**	65
SR-008	**210:03**	180:03	**98**	68
SR-009	**368:45**	338:45	**150**	120
SR-010	**185:03**	155:03	**87**	57
SR-011	**52:46**	22:46	**41**	11

Tabelle 5.1: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Vorbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-012	**91:29**	61:29	**47**	17
SR-013	**72:30**	42:30	**42**	12
SR-014	**63:26**	33:26	**40**	10
SR-015	**49:17**	19:17	**37**	7
SR-016	**34:54**	4:54	**33**	3
SR-017	**36:14**	6:14	**33**	3
SR-018	**36:54**	6:54	**35**	5
SR-019	**31:55**	1:55	**32**	2
SR-020	**41:49**	11:49	**36**	6
SR-021	**44:37**	14:37	**36**	6
SR-022	**32:53**	2:53	**32**	2
SR-023	**47:03**	17:03	**36**	6
SR-024	**50:50**	20:50	**37**	7
SR-025	**34:43**	4:43	**34**	4
SR-026	**34:35**	4:35	**34**	4
SR-027	**34:46**	4:46	**32**	2
SR-028	**33:58**	3:58	**33**	3
SR-029	**39:46**	9:46	**35**	5
SR-030	**42:02**	12:02	**35**	5
SR-031	**44:35**	14:35	**35**	5
SR-032	**36:09**	6:09	**32**	2
SR-033	**33:40**	3:40	**33**	3
SR-034	**36:07**	6:07	**32**	2
SR-035	**33:58**	3:58	**31**	1
SR-036	**31:51**	1:51	30	–
SR-037	**35:19**	5:19	**32**	2
SR-038	**43:52**	13:52	**34**	4

Tabelle 5.1: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Vorbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-039	29:29	–	30	–
SR-040	**39:42**	9:42	**34**	4
SR-041	**32:56**	2:56	**33**	3
SR-042	**34:56**	4:56	**31**	1
SR-043	**31:25**	1:25	**32**	2
SR-044	**39:41**	9:41	**33**	3
SR-045	**34:37**	4:37	**31**	1
SR-046	**31:07**	1:07	**32**	2
SR-047	**47:20**	17:20	**35**	5
SR-048	**33:50**	3:50	**31**	1
SR-049	**43:07**	13:07	**34**	4
SR-050	**32:24**	2:24	**32**	2
SR-051	**46:15**	16:15	**34**	4
SR-052	**45:51**	15:51	**33**	3
SR-053	**39:22**	9:22	**33**	3
SR-054	**36:35**	6:35	**32**	2
SR-055	**32:31**	2:31	30	–
SR-056	29:51	–	**31**	1
SR-057	**42:12**	12:12	**33**	3
SR-058	**32:33**	2:33	30	–
SR-059	**45:39**	15:39	**33**	3
SR-060	**32:21**	2:21	30	–
SR-061	**30:59**	0:59	**31**	1
SR-062	**38:36**	8:36	**32**	2
SR-063	**41:57**	11:57	**32**	2
SR-064	29:12	–	**31**	1
SR-065	27:16	–	30	–

Tabelle 5.1: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Vorbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-066	**44:27**	14:27	**32**	2
SR-067	**31:17**	1:17	29	–
SR-068	**31:03**	1:03	29	–
SR-069	**30:42**	0:42	30	–
SR-070	26:52	–	30	–
SR-071	29:51	–	29	–
SR-072	**30:06**	0:06	30	–
SR-073	28:16	–	30	–
SR-074	29:49	–	29	–
SR-075	**47:17**	17:17	**32**	2
SR-076	26:19	–	29	–
SR-077	**32:08**	2:08	30	–
SR-078	**38:24**	8:24	**31**	1
SR-079	28:21	–	29	–
SR-080	25:28	–	28	–
SR-081	**48:51**	18:51	**32**	2
SR-082	**41:40**	11:40	**31**	1
SR-083	27:51	–	29	–
SR-084	24:58	–	28	–
SR-085	26:22	–	29	–
SR-086	23:59	–	28	–
SR-087	**44:27**	14:27	**31**	1
SR-088	**37:13**	7:13	29	–
SR-089	**35:09**	5:09	30	–
SR-090	**32:36**	2:36	29	–
SR-091	**30:30**	0:30	29	–
SR-092	**46:04**	16:04	**31**	1

Tabelle 5.1: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Vorbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-093	**40:10**	10:10	30	–
SR-094	**47:33**	17:33	**31**	1
SR-095	22:45	–	28	–
SR-096	26:54	–	28	–
SR-097	**34:18**	4:18	29	–
SR-098	**30:53**	0:53	29	–
SR-099	**36:29**	6:29	29	–
SR-100	**43:21**	13:21	30	–
SR-101	**39:51**	9:51	29	–
SR-102	**44:43**	14:43	30	–
SR-103	22:58	–	27	–
SR-104	**46:12**	16:12	30	–
SR-105	**30:18**	0:18	28	–
SR-106	24:55	–	27	–
SR-107	**32:27**	2:27	28	–
SR-108	**38:59**	8:59	29	–
SR-109	23:28	–	27	–
SR-110	**95:27**	65:27	**60**	30
SR-111	**34:12**	4:12	28	–
SR-112	**42:25**	12:25	29	–
SR-113	**36:02**	6:02	28	–
SR-114	**44:56**	14:56	30	–
SR-115	**43:51**	13:51	29	–
SR-116	29:51	–	27	–
SR-117	25:44	–	27	–
SR-118	**39:00**	9:00	28	–
SR-119	23:48	–	27	–

Tabelle 5.1: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Vorbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-120	**31:54**	1:54	28	–
SR-121	**41:15**	11:15	29	–
SR-122	**35:27**	5:27	28	–
SR-123	**33:58**	3:58	28	–
SR-124	**43:33**	13:33	29	–
SR-125	25:40	–	27	–
SR-126	29:57	–	27	–
SR-127	**241:38**	211:38	**100**	70
SR-128	**38:13**	8:13	28	–
SR-129	**40:39**	10:39	28	–
SR-130	**41:34**	11:34	28	–
SR-131	**42:04**	12:04	29	–
SR-132	**37:42**	7:42	28	–
SR-133	**30:38**	0:38	27	–
SR-134	**32:41**	2:41	27	–
SR-135	28:57	–	27	–
SR-136	**34:44**	4:44	27	–
SR-137	**39:29**	9:29	28	–
SR-138	**40:27**	10:27	28	–
SR-139	**40:31**	10:31	28	–
SR-140	**32:37**	2:37	27	–
SR-141	**34:30**	4:30	27	–
SR-142	**30:34**	0:34	26	–
SR-143	**38:03**	8:03	27	–
SR-144	**38:38**	8:38	27	–
SR-145	**36:19**	6:19	27	–
SR-146	**38:34**	8:34	27	–

Tabelle 5.1: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Vorbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-147	**33:38**	3:38	26	–
SR-148	**38:10**	8:10	27	–
SR-149	**36:51**	6:51	27	–
SR-150	**35:39**	5:39	26	–
SR-151	**36:07**	6:07	26	–
SR-152	**35:18**	5:18	26	–
SR-153	**36:27**	6:27	26	–
SR-154	**36:15**	6:15	27	–
SR-155	**34:08**	4:08	26	–
SR-156	**35:09**	5:09	26	–
SR-157	**32:32**	2:32	26	–
SR-158	**30:04**	0:04	25	–
SR-159	**183:33**	153:33	**90**	60
SR-160	25:56	–	26	–

Die Berechnungen haben ergeben, dass es an insgesamt 135der betrachteten Schattenrezeptoren zu Überschreitungen einer der beiden Richtwerte kommt. Die höchste Überschreitung des jährlichen Richtwertes tritt an SR-009 mit maximal 338:45 Stunden und die des täglichen Richtwertes am SR-009 mit maximal 120 Minuten auf.

5.2 Zusatzbelastung

Die vier Windenergieanlagen der Zusatzbelastung (ZB) vom Typ ENERCON E-175 EP5 E2 führen an den unterschuchten Schattenrezeptoren SR-001 bis SR-160 zu den in Tabelle 5.2 dargestellten Schattenwurfzeiten.

Tabelle 5.2: Schattenwurfzeiten der Zusatzbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüberschreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüberschreitung > 30 min/d [min/d]
SR-001	19:55	–	26	–
SR-002	18:51	–	25	–
SR-003	16:45	–	25	–
SR-004	15:07	–	24	–
SR-005	15:04	–	25	–
SR-006	**209:19**	179:19	**92**	62
SR-007	**241:44**	211:44	**102**	72
SR-008	**343:04**	313:04	**118**	88
SR-009	**437:55**	407:55	**183**	153
SR-010	**61:14**	31:14	**84**	54
SR-011	11:15	–	24	–
SR-012	**42:25**	12:25	**36**	6
SR-013	**34:35**	4:35	**34**	4
SR-014	29:48	–	**32**	2
SR-015	22:14	–	30	–
SR-016	0:00	–	0	–
SR-017	0:00	–	0	–
SR-018	12:04	–	24	–
SR-019	0:00	–	0	–
SR-020	17:19	–	27	–
SR-021	19:33	–	28	–
SR-022	0:00	–	0	–
SR-023	21:36	–	29	–
SR-024	24:43	–	30	–
SR-025	8:24	–	20	–
SR-026	10:00	–	22	–
SR-027	0:00	–	0	–

Tabelle 5.2: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Zusatzbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-028	8:43	–	21	–
SR-029	16:37	–	26	–
SR-030	18:48	–	28	–
SR-031	21:01	–	29	–
SR-032	0:06	–	2	–
SR-033	10:40	–	22	–
SR-034	3:02	–	12	–
SR-035	0:00	–	0	–
SR-036	0:00	–	0	–
SR-037	5:17	–	16	–
SR-038	21:11	–	28	–
SR-039	0:00	–	0	–
SR-040	17:50	–	27	–
SR-041	11:29	–	23	–
SR-042	0:18	–	4	–
SR-043	7:46	–	19	–
SR-044	18:26	–	27	–
SR-045	4:02	–	14	–
SR-046	9:38	–	21	–
SR-047	24:31	–	29	–
SR-048	5:08	–	16	–
SR-049	21:23	–	28	–
SR-050	12:09	–	23	–
SR-051	24:15	–	28	–
SR-052	24:05	–	28	–
SR-053	19:18	–	27	–
SR-054	17:05	–	26	–

Tabelle 5.2: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Zusatzbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-055	0:00	–	0	–
SR-056	10:24	–	21	–
SR-057	21:47	–	28	–
SR-058	0:00	–	0	–
SR-059	24:18	–	28	–
SR-060	0:00	–	0	–
SR-061	12:37	–	23	–
SR-062	19:14	–	27	–
SR-063	21:51	–	27	–
SR-064	10:41	–	22	–
SR-065	0:00	–	0	–
SR-066	24:09	–	28	–
SR-067	0:00	–	0	–
SR-068	0:00	–	0	–
SR-069	13:13	–	23	–
SR-070	0:00	–	0	–
SR-071	0:00	–	0	–
SR-072	13:09	–	23	–
SR-073	0:00	–	0	–
SR-074	0:00	–	0	–
SR-075	26:38	–	27	–
SR-076	0:00	–	0	–
SR-077	15:31	–	25	–
SR-078	20:43	–	26	–
SR-079	0:00	–	0	–
SR-080	0:00	–	0	–
SR-081	28:01	–	27	–

Tabelle 5.2: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Zusatzbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-082	23:30	–	26	–
SR-083	0:00	–	0	–
SR-084	0:00	–	0	–
SR-085	0:00	–	0	–
SR-086	0:00	–	0	–
SR-087	25:32	–	27	–
SR-088	20:39	–	26	–
SR-089	18:51	–	26	–
SR-090	0:00	–	0	–
SR-091	0:00	–	0	–
SR-092	26:38	–	26	–
SR-093	22:50	–	26	–
SR-094	27:45	–	27	–
SR-095	0:00	–	0	–
SR-096	0:00	–	0	–
SR-097	0:00	–	0	–
SR-098	0:00	–	0	–
SR-099	20:36	–	26	–
SR-100	25:22	–	26	–
SR-101	23:12	–	26	–
SR-102	26:29	–	26	–
SR-103	0:00	–	0	–
SR-104	27:15	–	27	–
SR-105	0:00	–	0	–
SR-106	0:00	–	0	–
SR-107	0:00	–	0	–
SR-108	22:55	–	25	–

Tabelle 5.2: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Zusatzbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-109	0:00	–	0	–
SR-110	0:00	–	0	–
SR-111	0:00	–	0	–
SR-112	25:16	–	26	–
SR-113	0:00	–	0	–
SR-114	26:31	–	26	–
SR-115	25:52	–	26	–
SR-116	0:00	–	0	–
SR-117	0:00	–	0	–
SR-118	0:00	–	0	–
SR-119	0:00	–	0	–
SR-120	0:00	–	0	–
SR-121	24:50	–	25	–
SR-122	0:00	–	0	–
SR-123	0:00	–	0	–
SR-124	25:33	–	26	–
SR-125	0:00	–	0	–
SR-126	0:00	–	0	–
SR-127	**62:27**	32:27	**57**	27
SR-128	0:00	–	0	–
SR-129	0:00	–	0	–
SR-130	24:50	–	25	–
SR-131	24:26	–	25	–
SR-132	0:00	–	0	–
SR-133	0:00	–	0	–
SR-134	0:00	–	0	–
SR-135	0:00	–	0	–

Tabelle 5.2: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Zusatzbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-136	0:00	–	0	–
SR-137	0:00	–	0	–
SR-138	0:00	–	0	–
SR-139	23:11	–	25	–
SR-140	0:00	–	0	–
SR-141	0:00	–	0	–
SR-142	0:00	–	0	–
SR-143	0:00	–	0	–
SR-144	0:00	–	0	–
SR-145	0:00	–	0	–
SR-146	0:00	–	0	–
SR-147	0:00	–	0	–
SR-148	0:00	–	0	–
SR-149	0:00	–	0	–
SR-150	0:00	–	0	–
SR-151	0:00	–	0	–
SR-152	0:00	–	0	–
SR-153	0:00	–	0	–
SR-154	0:00	–	0	–
SR-155	0:00	–	0	–
SR-156	0:00	–	0	–
SR-157	0:00	–	0	–
SR-158	0:00	–	0	–
SR-159	**55:26**	25:26	**43**	13
SR-160	0:00	–	0	–

Die Zusatzbelastung führt an insgesamt zehn der untersuchten Schattenrezeptoren

zu Überschreitungen einer der beiden Richtwerte. Die höchste Überschreitung des jährlichen Richtwertes tritt an SR-009 mit maximal 407:55 Stunden und die des täglichen Richtwertes am SR-009 mit maximal 153 Minuten auf.

5.3 Gesamtbelastung

Die Gesamtbelastung (GB) im Windpark “WP Brilon” besteht aus den Windenergieanlagen der Vorbelastung (VB) und den neu geplanten Windenergieanlagen der Zusatzbelastung (ZB). Die Schattenwurfzeiten sind in der Tabelle 5.3 dargestellt.

Tabelle 5.3: Schattenwurfzeiten der Gesamtbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüberschreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüberschreitung > 30 min/d [min/d]
SR-001	**127:51**	97:51	**58**	28
SR-002	**131:14**	101:14	**57**	27
SR-003	**148:53**	118:53	**64**	34
SR-004	**155:49**	125:49	**68**	38
SR-005	**184:38**	154:38	**73**	43
SR-006	**385:49**	355:49	**148**	118
SR-007	**393:06**	363:06	**165**	135
SR-008	**540:27**	510:27	**180**	150
SR-009	**805:50**	775:50	**277**	247
SR-010	**246:17**	216:17	**170**	140
SR-011	**64:01**	34:01	**48**	18
SR-012	**129:51**	99:51	**72**	42
SR-013	**103:07**	73:07	**65**	35
SR-014	**90:35**	60:35	**63**	33
SR-015	**70:45**	40:45	**57**	27
SR-016	**34:54**	4:54	**33**	3

Tabelle 5.3: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Gesamtbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-017	**36:14**	6:14	**33**	3
SR-018	**48:58**	18:58	**40**	10
SR-019	**31:55**	1:55	**32**	2
SR-020	**59:08**	29:08	**52**	22
SR-021	**63:53**	33:53	**54**	24
SR-022	**32:53**	2:53	**32**	2
SR-023	**67:25**	37:25	**54**	24
SR-024	**72:38**	42:38	**55**	25
SR-025	**43:07**	13:07	**34**	4
SR-026	**44:35**	14:35	**34**	4
SR-027	**34:46**	4:46	**32**	2
SR-028	**42:41**	12:41	**33**	3
SR-029	**56:23**	26:23	**50**	20
SR-030	**60:26**	30:26	**52**	22
SR-031	**64:05**	34:05	**52**	22
SR-032	**36:15**	6:15	**32**	2
SR-033	**44:20**	14:20	**36**	6
SR-034	**39:09**	9:09	**32**	2
SR-035	**33:58**	3:58	**31**	1
SR-036	**31:51**	1:51	30	–
SR-037	**40:36**	10:36	**32**	2
SR-038	**63:01**	33:01	**51**	21
SR-039	29:29	–	30	–
SR-040	**57:04**	27:04	**50**	20
SR-041	**44:25**	14:25	**38**	8
SR-042	**35:14**	5:14	**31**	1
SR-043	**39:11**	9:11	**32**	2

Tabelle 5.3: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Gesamtbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-044	**57:02**	27:02	**49**	19
SR-045	**38:39**	8:39	**31**	1
SR-046	**40:45**	10:45	**32**	2
SR-047	**67:15**	37:15	**51**	21
SR-048	**38:58**	8:58	**31**	1
SR-049	**61:52**	31:52	**50**	20
SR-050	**44:33**	14:33	**40**	10
SR-051	**65:38**	35:38	**50**	20
SR-052	**65:00**	35:00	**49**	19
SR-053	**56:48**	26:48	**48**	18
SR-054	**52:52**	22:52	**47**	17
SR-055	**32:31**	2:31	30	–
SR-056	**40:15**	10:15	**34**	4
SR-057	**60:20**	30:20	**48**	18
SR-058	**32:33**	2:33	30	–
SR-059	**64:16**	34:16	**48**	18
SR-060	**32:21**	2:21	30	–
SR-061	**43:36**	13:36	**40**	10
SR-062	**55:29**	25:29	**47**	17
SR-063	**59:32**	29:32	**47**	17
SR-064	**39:53**	9:53	**36**	6
SR-065	27:16	–	30	–
SR-066	**62:25**	32:25	**47**	17
SR-067	**31:17**	1:17	29	–
SR-068	**31:03**	1:03	29	–
SR-069	**43:55**	13:55	**42**	12
SR-070	26:52	–	30	–

Tabelle 5.3: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Gesamtbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-071	29:51	–	29	–
SR-072	**43:07**	13:07	**41**	11
SR-073	28:16	–	30	–
SR-074	29:49	–	29	–
SR-075	**64:57**	34:57	**45**	15
SR-076	26:19	–	29	–
SR-077	**46:25**	16:25	**42**	12
SR-078	**54:28**	24:28	**44**	14
SR-079	28:21	–	29	–
SR-080	25:28	–	28	–
SR-081	**65:53**	35:53	**44**	14
SR-082	**57:50**	27:50	**43**	13
SR-083	27:51	–	29	–
SR-084	24:58	–	28	–
SR-085	26:22	–	29	–
SR-086	23:59	–	28	–
SR-087	**60:27**	30:27	**43**	13
SR-088	**52:34**	22:34	**43**	13
SR-089	**50:00**	20:00	**42**	12
SR-090	**32:36**	2:36	29	–
SR-091	**30:30**	0:30	29	–
SR-092	**61:54**	31:54	**42**	12
SR-093	**55:33**	25:33	**42**	12
SR-094	**62:49**	32:49	**41**	11
SR-095	22:45	–	28	–
SR-096	26:54	–	28	–
SR-097	**34:18**	4:18	29	–

Tabelle 5.3: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Gesamtbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-098	**30:53**	0:53	29	–
SR-099	**51:23**	21:23	**42**	12
SR-100	**58:24**	28:24	**41**	11
SR-101	**54:41**	24:41	**41**	11
SR-102	**59:29**	29:29	**40**	10
SR-103	22:58	–	27	–
SR-104	**60:36**	30:36	**40**	10
SR-105	**30:18**	0:18	28	–
SR-106	24:55	–	27	–
SR-107	**32:27**	2:27	28	–
SR-108	**53:23**	23:23	**40**	10
SR-109	23:28	–	27	–
SR-110	**95:27**	65:27	**60**	30
SR-111	**34:12**	4:12	28	–
SR-112	**56:43**	26:43	**39**	9
SR-113	**36:02**	6:02	28	–
SR-114	**58:32**	28:32	**39**	9
SR-115	**57:28**	27:28	**39**	9
SR-116	29:51	–	27	–
SR-117	25:44	–	27	–
SR-118	**39:00**	9:00	28	–
SR-119	23:48	–	27	–
SR-120	**31:54**	1:54	28	–
SR-121	**54:53**	24:53	**38**	8
SR-122	**35:27**	5:27	28	–
SR-123	**33:58**	3:58	28	–
SR-124	**56:09**	26:09	**37**	7

Tabelle 5.3: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Gesamtbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-125	25:40	–	27	–
SR-126	29:57	–	27	–
SR-127	**289:08**	259:08	**113**	83
SR-128	**38:13**	8:13	28	–
SR-129	**40:39**	10:39	28	–
SR-130	**53:37**	23:37	**36**	6
SR-131	**53:26**	23:26	**36**	6
SR-132	**37:42**	7:42	28	–
SR-133	**30:38**	0:38	27	–
SR-134	**32:41**	2:41	27	–
SR-135	28:57	–	27	–
SR-136	**34:44**	4:44	27	–
SR-137	**39:29**	9:29	28	–
SR-138	**40:27**	10:27	28	–
SR-139	**50:40**	20:40	**35**	5
SR-140	**32:37**	2:37	27	–
SR-141	**34:30**	4:30	27	–
SR-142	**30:34**	0:34	26	–
SR-143	**38:03**	8:03	27	–
SR-144	**38:38**	8:38	27	–
SR-145	**36:19**	6:19	27	–
SR-146	**38:34**	8:34	27	–
SR-147	**33:38**	3:38	26	–
SR-148	**38:10**	8:10	27	–
SR-149	**36:51**	6:51	27	–
SR-150	**35:39**	5:39	26	–
SR-151	**36:07**	6:07	26	–

Tabelle 5.3: Fortsetzung: Schattenwurfzeiten der Gesamtbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Richtwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Richtwertüber-schreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Richtwertüber-schreitung > 30 min/d [min/d]
SR-152	**35:18**	5:18	26	–
SR-153	**36:27**	6:27	26	–
SR-154	**36:15**	6:15	27	–
SR-155	**34:08**	4:08	26	–
SR-156	**35:09**	5:09	26	–
SR-157	**32:32**	2:32	26	–
SR-158	**30:04**	0:04	25	–
SR-159	**228:54**	198:54	**122**	92
SR-160	25:56	–	26	–

Die Gesamtbelastung führt an insgesamt 135 der untersuchten Schattenrezeptoren zu Überschreitungen einer der beiden Richtwerte. Die höchste Überschreitung des jährlichen Richtwertes tritt am SR-009 mit maximal 775:50 Stunden und die des täglichen Richtwertes am SR-009 mit maximal 247 Minuten auf.

6 Bewertung der Schattenwurfzeiten

Die Bewertung der Zusatzbelastung (ZB) in dem Windpark “WP Brilon” erfolgt nach der Relevanz der untersuchten Schattenrezeptoren. Ein Schattenrezeptor weist eine Relevanz auf, sobald die vier geplanten Windenergieanlagen zu einer Überschreitung der jährlichen oder täglichen Richtwerte führen. Zusätzlich darf die Zusatzbelastung (ZB) bereits durch die Vorbelastung (VB) überschrittene Schattenrezeptoren nicht weiter erhöhen.

6.1 Bewertung der Jahreswerte

Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfes bezogen auf den jährlichen Richtwert wird in der folgenden Tabelle 6.1 dargestellt. Die letzten beiden Spalten (Relevanz (R) und Erhöhung (E)) geben an, ob der Schattenrezeptor nach der oben genannten Definition relevant ist und ob eine Überschreitung der Vorbelastung bereits vorhanden ist und durch die Zusatzbelastung weiter erhöht wird.

Tabelle 6.1: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den jährlichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer VB [h/a]	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer GB [h/a]	Überschrei-tung Richtwert 30 h/a durch GB [h/a]	Erhöhung der VB durch die ZB [h/a]	R	E
SR-001	**107:56**	**127:51**	97:51	19:55	ja	ja
SR-002	**112:23**	**131:14**	101:14	18:51	ja	ja
SR-003	**132:08**	**148:53**	118:53	16:45	ja	ja
SR-004	**140:42**	**155:49**	125:49	15:07	ja	ja
SR-005	**169:34**	**184:38**	154:38	15:04	ja	ja
SR-006	**195:56**	**385:49**	355:49	189:53	ja	ja
SR-007	**164:02**	**393:06**	363:06	229:04	ja	ja

Tabelle 6.1: Fortsetzung: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den jährlichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer VB [h/a]	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer GB [h/a]	Überschrei-tung Richtwert 30 h/a durch GB [h/a]	Erhöhung der VB durch die ZB [h/a]	R	E
SR-008	**210:03**	**540:27**	510:27	330:24	ja	ja
SR-009	**368:45**	**805:50**	775:50	437:05	ja	ja
SR-010	**185:03**	**246:17**	216:17	61:14	ja	ja
SR-011	**52:46**	**64:01**	34:01	11:15	ja	ja
SR-012	**91:29**	**129:51**	99:51	38:22	ja	ja
SR-013	**72:30**	**103:07**	73:07	30:37	ja	ja
SR-014	**63:26**	**90:35**	60:35	27:09	ja	ja
SR-015	**49:17**	**70:45**	40:45	21:28	ja	ja
SR-016	**34:54**	**34:54**	4:54	–	nein	nein
SR-017	**36:14**	**36:14**	6:14	–	nein	nein
SR-018	**36:54**	**48:58**	18:58	12:04	ja	ja
SR-019	**31:55**	**31:55**	1:55	–	nein	nein
SR-020	**41:49**	**59:08**	29:08	17:19	ja	ja
SR-021	**44:37**	**63:53**	33:53	19:16	ja	ja
SR-022	**32:53**	**32:53**	2:53	–	nein	nein
SR-023	**47:03**	**67:25**	37:25	20:22	ja	ja
SR-024	**50:50**	**72:38**	42:38	21:48	ja	ja
SR-025	**34:43**	**43:07**	13:07	8:24	ja	ja
SR-026	**34:35**	**44:35**	14:35	10:00	ja	ja
SR-027	**34:46**	**34:46**	4:46	–	nein	nein
SR-028	**33:58**	**42:41**	12:41	8:43	ja	ja
SR-029	**39:46**	**56:23**	26:23	16:37	ja	ja
SR-030	**42:02**	**60:26**	30:26	18:24	ja	ja
SR-031	**44:35**	**64:05**	34:05	19:30	ja	ja
SR-032	**36:09**	**36:15**	6:15	0:06	ja	ja

Tabelle 6.1: Fortsetzung: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den jährlichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer VB [h/a]	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer GB [h/a]	Überschrei-tung Richtwert 30 h/a durch GB [h/a]	Erhöhung der VB durch die ZB [h/a]	R	E
SR-033	**33:40**	**44:20**	14:20	10:40	ja	ja
SR-034	**36:07**	**39:09**	9:09	3:02	ja	ja
SR-035	**33:58**	**33:58**	3:58	–	nein	nein
SR-036	**31:51**	**31:51**	1:51	–	nein	nein
SR-037	**35:19**	**40:36**	10:36	5:17	ja	ja
SR-038	**43:52**	**63:01**	33:01	19:09	ja	ja
SR-039	29:29	29:29	–	–	nein	nein
SR-040	**39:42**	**57:04**	27:04	17:22	ja	ja
SR-041	**32:56**	**44:25**	14:25	11:29	ja	ja
SR-042	**34:56**	**35:14**	5:14	0:18	ja	ja
SR-043	**31:25**	**39:11**	9:11	7:46	ja	ja
SR-044	**39:41**	**57:02**	27:02	17:21	ja	ja
SR-045	**34:37**	**38:39**	8:39	4:02	ja	ja
SR-046	**31:07**	**40:45**	10:45	9:38	ja	ja
SR-047	**47:20**	**67:15**	37:15	19:55	ja	ja
SR-048	**33:50**	**38:58**	8:58	5:08	ja	ja
SR-049	**43:07**	**61:52**	31:52	18:45	ja	ja
SR-050	**32:24**	**44:33**	14:33	12:09	ja	ja
SR-051	**46:15**	**65:38**	35:38	19:23	ja	ja
SR-052	**45:51**	**65:00**	35:00	19:09	ja	ja
SR-053	**39:22**	**56:48**	26:48	17:26	ja	ja
SR-054	**36:35**	**52:52**	22:52	16:17	ja	ja
SR-055	**32:31**	**32:31**	2:31	–	nein	nein
SR-056	29:51	**40:15**	10:15	10:24	ja	ja
SR-057	**42:12**	**60:20**	30:20	18:08	ja	ja

Tabelle 6.1: Fortsetzung: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den jährlichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer VB [h/a]	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer GB [h/a]	Überschrei-tung Richtwert 30 h/a durch GB [h/a]	Erhöhung der VB durch die ZB [h/a]	R	E
SR-058	**32:33**	**32:33**	2:33	–	nein	nein
SR-059	**45:39**	**64:16**	34:16	18:37	ja	ja
SR-060	**32:21**	**32:21**	2:21	–	nein	nein
SR-061	**30:59**	**43:36**	13:36	12:37	ja	ja
SR-062	**38:36**	**55:29**	25:29	16:53	ja	ja
SR-063	**41:57**	**59:32**	29:32	17:35	ja	ja
SR-064	29:12	**39:53**	9:53	10:41	ja	ja
SR-065	27:16	27:16	–	–	nein	nein
SR-066	**44:27**	**62:25**	32:25	17:58	ja	ja
SR-067	**31:17**	**31:17**	1:17	–	nein	nein
SR-068	**31:03**	**31:03**	1:03	–	nein	nein
SR-069	**30:42**	**43:55**	13:55	13:13	ja	ja
SR-070	26:52	26:52	–	–	nein	nein
SR-071	29:51	29:51	–	–	nein	nein
SR-072	**30:06**	**43:07**	13:07	13:01	ja	ja
SR-073	28:16	28:16	–	–	nein	nein
SR-074	29:49	29:49	–	–	nein	nein
SR-075	**47:17**	**64:57**	34:57	17:40	ja	ja
SR-076	26:19	26:19	–	–	nein	nein
SR-077	**32:08**	**46:25**	16:25	14:17	ja	ja
SR-078	**38:24**	**54:28**	24:28	16:04	ja	ja
SR-079	28:21	28:21	–	–	nein	nein
SR-080	25:28	25:28	–	–	nein	nein
SR-081	**48:51**	**65:53**	35:53	17:02	ja	ja
SR-082	**41:40**	**57:50**	27:50	16:10	ja	ja

Tabelle 6.1: Fortsetzung: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den jährlichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer VB [h/a]	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer GB [h/a]	Überschrei-tung Richtwert 30 h/a durch GB [h/a]	Erhöhung der VB durch die ZB [h/a]	R	E
SR-083	27:51	27:51	–	–	nein	nein
SR-084	24:58	24:58	–	–	nein	nein
SR-085	26:22	26:22	–	–	nein	nein
SR-086	23:59	23:59	–	–	nein	nein
SR-087	**44:27**	**60:27**	30:27	16:00	ja	ja
SR-088	**37:13**	**52:34**	22:34	15:21	ja	ja
SR-089	**35:09**	**50:00**	20:00	14:51	ja	ja
SR-090	**32:36**	**32:36**	2:36	–	nein	nein
SR-091	**30:30**	**30:30**	0:30	–	nein	nein
SR-092	**46:04**	**61:54**	31:54	15:50	ja	ja
SR-093	**40:10**	**55:33**	25:33	15:23	ja	ja
SR-094	**47:33**	**62:49**	32:49	15:16	ja	ja
SR-095	22:45	22:45	–	–	nein	nein
SR-096	26:54	26:54	–	–	nein	nein
SR-097	**34:18**	**34:18**	4:18	–	nein	nein
SR-098	**30:53**	**30:53**	0:53	–	nein	nein
SR-099	**36:29**	**51:23**	21:23	14:54	ja	ja
SR-100	**43:21**	**58:24**	28:24	15:03	ja	ja
SR-101	**39:51**	**54:41**	24:41	14:50	ja	ja
SR-102	**44:43**	**59:29**	29:29	14:46	ja	ja
SR-103	22:58	22:58	–	–	nein	nein
SR-104	**46:12**	**60:36**	30:36	14:24	ja	ja
SR-105	**30:18**	**30:18**	0:18	–	nein	nein
SR-106	24:55	24:55	–	–	nein	nein
SR-107	**32:27**	**32:27**	2:27	–	nein	nein

Tabelle 6.1: Fortsetzung: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den jährlichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer VB [h/a]	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer GB [h/a]	Überschrei-tung Richtwert 30 h/a durch GB [h/a]	Erhöhung der VB durch die ZB [h/a]	R	E
SR-108	**38:59**	**53:23**	23:23	14:24	ja	ja
SR-109	23:28	23:28	–	–	nein	nein
SR-110	**95:27**	**95:27**	65:27	–	nein	nein
SR-111	**34:12**	**34:12**	4:12	–	nein	nein
SR-112	**42:25**	**56:43**	26:43	14:18	ja	ja
SR-113	**36:02**	**36:02**	6:02	–	nein	nein
SR-114	**44:56**	**58:32**	28:32	13:36	ja	ja
SR-115	**43:51**	**57:28**	27:28	13:37	ja	ja
SR-116	29:51	29:51	–	–	nein	nein
SR-117	25:44	25:44	–	–	nein	nein
SR-118	**39:00**	**39:00**	9:00	–	nein	nein
SR-119	23:48	23:48	–	–	nein	nein
SR-120	**31:54**	**31:54**	1:54	–	nein	nein
SR-121	**41:15**	**54:53**	24:53	13:38	ja	ja
SR-122	**35:27**	**35:27**	5:27	–	nein	nein
SR-123	**33:58**	**33:58**	3:58	–	nein	nein
SR-124	**43:33**	**56:09**	26:09	12:36	ja	ja
SR-125	25:40	25:40	–	–	nein	nein
SR-126	29:57	29:57	–	–	nein	nein
SR-127	**241:38**	**289:08**	259:08	47:30	ja	ja
SR-128	**38:13**	**38:13**	8:13	–	nein	nein
SR-129	**40:39**	**40:39**	10:39	–	nein	nein
SR-130	**41:34**	**53:37**	23:37	12:03	ja	ja
SR-131	**42:04**	**53:26**	23:26	11:22	ja	ja
SR-132	**37:42**	**37:42**	7:42	–	nein	nein

Tabelle 6.1: Fortsetzung: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den jährlichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer VB [h/a]	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer GB [h/a]	Überschrei-tung Richtwert 30 h/a durch GB [h/a]	Erhöhung der VB durch die ZB [h/a]	R	E
SR-133	**30:38**	**30:38**	0:38	–	nein	nein
SR-134	**32:41**	**32:41**	2:41	–	nein	nein
SR-135	28:57	28:57	–	–	nein	nein
SR-136	**34:44**	**34:44**	4:44	–	nein	nein
SR-137	**39:29**	**39:29**	9:29	–	nein	nein
SR-138	**40:27**	**40:27**	10:27	–	nein	nein
SR-139	**40:31**	**50:40**	20:40	10:09	ja	ja
SR-140	**32:37**	**32:37**	2:37	–	nein	nein
SR-141	**34:30**	**34:30**	4:30	–	nein	nein
SR-142	**30:34**	**30:34**	0:34	–	nein	nein
SR-143	**38:03**	**38:03**	8:03	–	nein	nein
SR-144	**38:38**	**38:38**	8:38	–	nein	nein
SR-145	**36:19**	**36:19**	6:19	–	nein	nein
SR-146	**38:34**	**38:34**	8:34	–	nein	nein
SR-147	**33:38**	**33:38**	3:38	–	nein	nein
SR-148	**38:10**	**38:10**	8:10	–	nein	nein
SR-149	**36:51**	**36:51**	6:51	–	nein	nein
SR-150	**35:39**	**35:39**	5:39	–	nein	nein
SR-151	**36:07**	**36:07**	6:07	–	nein	nein
SR-152	**35:18**	**35:18**	5:18	–	nein	nein
SR-153	**36:27**	**36:27**	6:27	–	nein	nein
SR-154	**36:15**	**36:15**	6:15	–	nein	nein
SR-155	**34:08**	**34:08**	4:08	–	nein	nein
SR-156	**35:09**	**35:09**	5:09	–	nein	nein
SR-157	**32:32**	**32:32**	2:32	–	nein	nein

Tabelle 6.1: Fortsetzung: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den jährlichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer VB [h/a]	Jährlich maximal mögliche Schatten-dauer GB [h/a]	Überschrei-tung Richtwert 30 h/a durch GB [h/a]	Erhöhung der VB durch die ZB [h/a]	R	E
SR-158	**30:04**	**30:04**	0:04	–	nein	nein
SR-159	**183:33**	**228:54**	198:54	45:21	ja	ja
SR-160	25:56	25:56	–	–	nein	nein

Der jährliche Richtwert der Gesamtbelastung wird an insgesamt 135 der 160 untersuchten Schattenrezeptoren überschritten. Eine Erhöhung an bereits durch die Vorbelastung überschrittenen Schattenrezeptoren ist für einen der untersuchten Rezeptoren festzustellen. In den Berechnungen wird eine maximale Erhöhung von 437:05 Stunden für SR-009 festgestellt. Details liefert die letzte Spalte der Tabelle 6.1.

6.2 Bewertung der Tageswerte

Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den täglichen Richtwert wird in der folgenden Tabelle 6.2 dargestellt. Die letzten beiden Spalten (Relevanz (R) und Erhöhung (E)) geben an, ob der Schattenrezeptor nach der oben genannten Definition relevant ist und ob eine Überschreitung der Vorbelastung bereits vorhanden ist und durch die Zusatzbelastung weiter erhöht wird.

Tabelle 6.2: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den täglichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer VB [min/d]	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer GB [min/d]	Überschrei-tung Richtwert 30 min/d durch GB [min/d]	Erhöhung der VB durch die ZB [min/d]	R	E
SR-001	**58**	**58**	28	–	nein	nein
SR-002	**57**	**57**	27	–	nein	nein
SR-003	**57**	**64**	34	7	ja	ja
SR-004	**59**	**68**	38	9	ja	ja
SR-005	**68**	**73**	43	5	ja	ja
SR-006	**91**	**148**	118	57	ja	ja
SR-007	**95**	**165**	135	70	ja	ja
SR-008	**98**	**180**	150	82	ja	ja
SR-009	**150**	**277**	247	127	ja	ja
SR-010	**87**	**170**	140	83	ja	ja
SR-011	**41**	**48**	18	7	ja	ja
SR-012	**47**	**72**	42	25	ja	ja
SR-013	**42**	**65**	35	23	ja	ja
SR-014	**40**	**63**	33	23	ja	ja
SR-015	**37**	**57**	27	20	ja	ja
SR-016	**33**	**33**	3	–	nein	nein
SR-017	**33**	**33**	3	–	nein	nein
SR-018	**35**	**40**	10	5	ja	ja
SR-019	**32**	**32**	2	–	nein	nein
SR-020	**36**	**52**	22	16	ja	ja
SR-021	**36**	**54**	24	18	ja	ja
SR-022	**32**	**32**	2	–	nein	nein
SR-023	**36**	**54**	24	18	ja	ja
SR-024	**37**	**55**	25	18	ja	ja
SR-025	**34**	**34**	4	–	nein	nein

Tabelle 6.2: Fortsetzung: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den täglichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer VB [min/d]	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer GB [min/d]	Überschrei-tung Richtwert 30 min/d durch GB [min/d]	Erhöhung der VB durch die ZB [min/d]	R	E
SR-026	**34**	**34**	4	–	nein	nein
SR-027	**32**	**32**	2	–	nein	nein
SR-028	**33**	**33**	3	–	nein	nein
SR-029	**35**	**50**	20	15	ja	ja
SR-030	**35**	**52**	22	17	ja	ja
SR-031	**35**	**52**	22	17	ja	ja
SR-032	**32**	**32**	2	–	nein	nein
SR-033	**33**	**36**	6	3	ja	ja
SR-034	**32**	**32**	2	–	nein	nein
SR-035	**31**	**31**	1	–	nein	nein
SR-036	30	30	–	–	nein	nein
SR-037	**32**	**32**	2	–	nein	nein
SR-038	**34**	**51**	21	17	ja	ja
SR-039	30	30	–	–	nein	nein
SR-040	**34**	**50**	20	16	ja	ja
SR-041	**33**	**38**	8	5	ja	ja
SR-042	**31**	**31**	1	–	nein	nein
SR-043	**32**	**32**	2	–	nein	nein
SR-044	**33**	**49**	19	16	ja	ja
SR-045	**31**	**31**	1	–	nein	nein
SR-046	**32**	**32**	2	–	nein	nein
SR-047	**35**	**51**	21	16	ja	ja
SR-048	**31**	**31**	1	–	nein	nein
SR-049	**34**	**50**	20	16	ja	ja
SR-050	**32**	**40**	10	8	ja	ja

Tabelle 6.2: Fortsetzung: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den täglichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer VB [min/d]	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer GB [min/d]	Überschrei-tung Richtwert 30 min/d durch GB [min/d]	Erhöhung der VB durch die ZB [min/d]	R	E
SR-051	**34**	**50**	20	16	ja	ja
SR-052	**33**	**49**	19	16	ja	ja
SR-053	**33**	**48**	18	15	ja	ja
SR-054	**32**	**47**	17	15	ja	ja
SR-055	30	30	–	–	nein	nein
SR-056	**31**	**34**	4	3	ja	ja
SR-057	**33**	**48**	18	15	ja	ja
SR-058	30	30	–	–	nein	nein
SR-059	**33**	**48**	18	15	ja	ja
SR-060	30	30	–	–	nein	nein
SR-061	**31**	**40**	10	9	ja	ja
SR-062	**32**	**47**	17	15	ja	ja
SR-063	**32**	**47**	17	15	ja	ja
SR-064	**31**	**36**	6	5	ja	ja
SR-065	30	30	–	–	nein	nein
SR-066	**32**	**47**	17	15	ja	ja
SR-067	29	29	–	–	nein	nein
SR-068	29	29	–	–	nein	nein
SR-069	30	**42**	12	12	ja	ja
SR-070	30	30	–	–	nein	nein
SR-071	29	29	–	–	nein	nein
SR-072	30	**41**	11	11	ja	ja
SR-073	30	30	–	–	nein	nein
SR-074	29	29	–	–	nein	nein
SR-075	**32**	**45**	15	13	ja	ja

Tabelle 6.2: Fortsetzung: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den täglichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer VB [min/d]	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer GB [min/d]	Überschrei-tung Richtwert 30 min/d durch GB [min/d]	Erhöhung der VB durch die ZB [min/d]	R	E
SR-076	29	29	–	–	nein	nein
SR-077	30	**42**	12	12	ja	ja
SR-078	**31**	**44**	14	13	ja	ja
SR-079	29	29	–	–	nein	nein
SR-080	28	28	–	–	nein	nein
SR-081	**32**	**44**	14	12	ja	ja
SR-082	**31**	**43**	13	12	ja	ja
SR-083	29	29	–	–	nein	nein
SR-084	28	28	–	–	nein	nein
SR-085	29	29	–	–	nein	nein
SR-086	28	28	–	–	nein	nein
SR-087	**31**	**43**	13	12	ja	ja
SR-088	29	**43**	13	14	ja	ja
SR-089	30	**42**	12	12	ja	ja
SR-090	29	29	–	–	nein	nein
SR-091	29	29	–	–	nein	nein
SR-092	**31**	**42**	12	11	ja	ja
SR-093	30	**42**	12	12	ja	ja
SR-094	**31**	**41**	11	10	ja	ja
SR-095	28	28	–	–	nein	nein
SR-096	28	28	–	–	nein	nein
SR-097	29	29	–	–	nein	nein
SR-098	29	29	–	–	nein	nein
SR-099	29	**42**	12	13	ja	ja
SR-100	30	**41**	11	11	ja	ja

Tabelle 6.2: Fortsetzung: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den täglichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer VB [min/d]	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer GB [min/d]	Überschrei-tung Richtwert 30 min/d durch GB [min/d]	Erhöhung der VB durch die ZB [min/d]	R	E
SR-101	29	**41**	11	12	ja	ja
SR-102	30	**40**	10	10	ja	ja
SR-103	27	27	–	–	nein	nein
SR-104	30	**40**	10	10	ja	ja
SR-105	28	28	–	–	nein	nein
SR-106	27	27	–	–	nein	nein
SR-107	28	28	–	–	nein	nein
SR-108	29	**40**	10	11	ja	ja
SR-109	27	27	–	–	nein	nein
SR-110	**60**	**60**	30	–	nein	nein
SR-111	28	28	–	–	nein	nein
SR-112	29	**39**	9	10	ja	ja
SR-113	28	28	–	–	nein	nein
SR-114	30	**39**	9	9	ja	ja
SR-115	29	**39**	9	10	ja	ja
SR-116	27	27	–	–	nein	nein
SR-117	27	27	–	–	nein	nein
SR-118	28	28	–	–	nein	nein
SR-119	27	27	–	–	nein	nein
SR-120	28	28	–	–	nein	nein
SR-121	29	**38**	8	9	ja	ja
SR-122	28	28	–	–	nein	nein
SR-123	28	28	–	–	nein	nein
SR-124	29	**37**	7	8	ja	ja
SR-125	27	27	–	–	nein	nein

Tabelle 6.2: Fortsetzung: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den täglichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer VB [min/d]	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer GB [min/d]	Überschrei-tung Richtwert 30 min/d durch GB [min/d]	Erhöhung der VB durch die ZB [min/d]	R	E
SR-126	27	27	–	–	nein	nein
SR-127	**100**	**113**	83	13	ja	ja
SR-128	28	28	–	–	nein	nein
SR-129	28	28	–	–	nein	nein
SR-130	28	**36**	6	8	ja	ja
SR-131	29	**36**	6	7	ja	ja
SR-132	28	28	–	–	nein	nein
SR-133	27	27	–	–	nein	nein
SR-134	27	27	–	–	nein	nein
SR-135	27	27	–	–	nein	nein
SR-136	27	27	–	–	nein	nein
SR-137	28	28	–	–	nein	nein
SR-138	28	28	–	–	nein	nein
SR-139	28	**35**	5	7	ja	ja
SR-140	27	27	–	–	nein	nein
SR-141	27	27	–	–	nein	nein
SR-142	26	26	–	–	nein	nein
SR-143	27	27	–	–	nein	nein
SR-144	27	27	–	–	nein	nein
SR-145	27	27	–	–	nein	nein
SR-146	27	27	–	–	nein	nein
SR-147	26	26	–	–	nein	nein
SR-148	27	27	–	–	nein	nein
SR-149	27	27	–	–	nein	nein
SR-150	26	26	–	–	nein	nein

Tabelle 6.2: Fortsetzung: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den täglichen Richtwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer VB [min/d]	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer GB [min/d]	Überschrei-tung Richtwert 30 min/d durch GB [min/d]	Erhöhung der VB durch die ZB [min/d]	R	E
SR-151	26	26	–	–	nein	nein
SR-152	26	26	–	–	nein	nein
SR-153	26	26	–	–	nein	nein
SR-154	27	27	–	–	nein	nein
SR-155	26	26	–	–	nein	nein
SR-156	26	26	–	–	nein	nein
SR-157	26	26	–	–	nein	nein
SR-158	25	25	–	–	nein	nein
SR-159	**90**	**122**	92	32	ja	ja
SR-160	26	26	–	–	nein	nein

Der tägliche Richtwert der Gesamtbelastung wird an insgesamt 90 der 160 untersuchten Schattenrezeptoren überschritten. Eine Erhöhung an bereits durch die Vorbelastung überschrittenen Schattenrezeptoren ist für einen der untersuchten Rezeptoren festzustellen. In den Berechnungen wird eine maximale Erhöhung von 127 Minuten für SR-009 festgestellt. Details liefert die letzte Spalte der Tabelle 6.2.

7 Interaktive Karte



Die interaktive Karte dient der Darstellung aller bedeutenden Ergebnisse des Berichtes. Sowohl alle relevanten Windenergieanlagen der Vor- und Zusatzbelastung als auch die untersuchten Schattenrezeptoren sind in der Karte berücksichtigt.
Durch die intuitive Bedienung und der Möglichkeit des individuellen Zooms lässt sich die Lage im Detail analysieren. Durch einen Klick auf die Windenergieanlagen öffnet sich ein Fenster mit den technischen Daten der Anlage. Gleiches gilt für einen Klick auf die untersuchten Schattenrezeptoren. Hier werden die relevanten Ergebnisse für den Standort beschrieben und die Schattensituation individuell begutachtet. Das Menü oben auf der rechten Seite dient zur Auswahl verschiedener weiterer Ansichten. Einzelne Windenergieanlagen lassen sich aus- oder einblenden.
Über die Auswahl können die Beschattungsbereiche dargestellt werden. Hiermit lassen sich die Bereiche analysieren bei denen eine Überschreitung der gesetzlich festgelegten Richtwerte der Tages- bzw. Jahreswerte auftritt. Es wird zwischen der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung unterschieden.
Das Öffnen der interaktiven Karten funktioniert nur im Adobe Acrobat Reader.

8 Standortbilder

Die Immissionsorte wurden den offiziellen Satellitenbildern entnommen und sind nachfolgend dargestellt.



Abbildung 8.1: Satellitenansicht SR-001 (Almerfeld 7; 59929 Brilon)

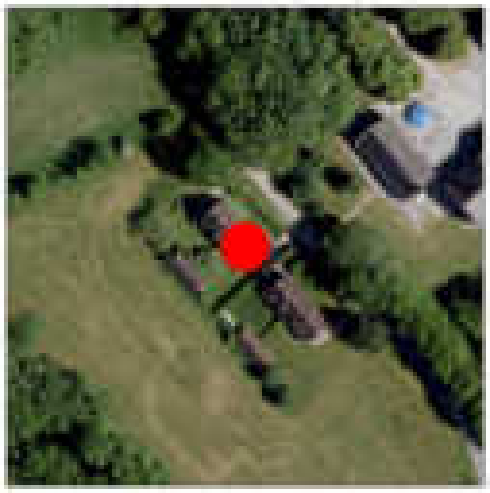


Abbildung 8.2: Satellitenansicht SR-002 (Almerfeld 5; 59929 Brilon)



Abbildung 8.3: Satellitenansicht SR-003 (Almerfeld 3; 59929 Brilon)



Abbildung 8.4: Satellitenansicht SR-004 (Almerfeld 1; 59929 Brilon)



Abbildung 8.5: Satellitenansicht SR-005 (Almerfeld 2; 59929 Brilon)



Abbildung 8.6: Satellitenansicht SR-006 (Loh 1; 59929 Brilon)



Abbildung 8.7: Satellitenansicht SR-007 (Loh 2; 59929 Brilon)



Abbildung 8.8: Satellitenansicht SR-008 (Loh 3; 59929 Brilon)



Abbildung 8.9: Satellitenansicht SR-009 (Loh 9; 59929 Brilon)

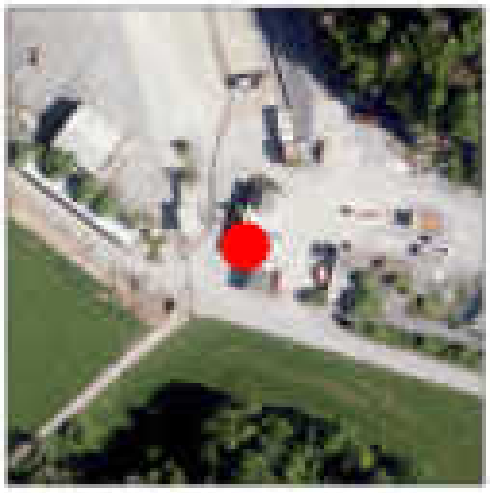


Abbildung 8.10: Satellitenansicht SR-010 (Am Steinbruch 7; 33181 Bad Wünnenberg)

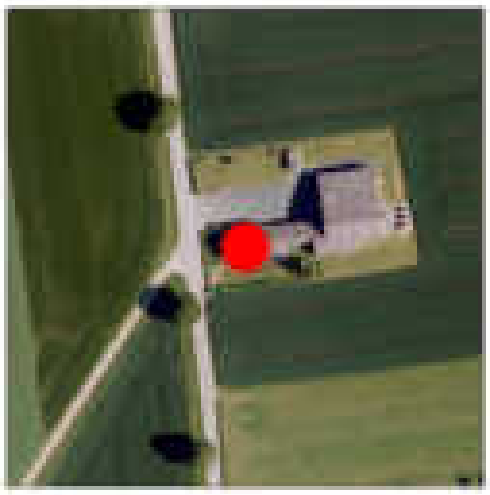


Abbildung 8.11: Satellitenansicht SR-011 (Im Heck 5; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.12: Satellitenansicht SR-012 (Am Steinbruch 1; 33181 Bad Wünnenberg)

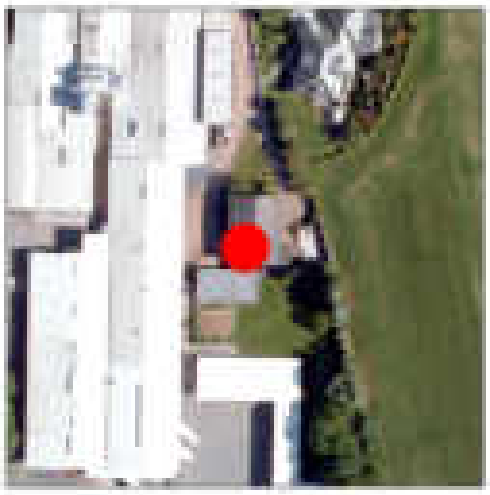


Abbildung 8.13: Satellitenansicht SR-013 (Im Heck 7; 33181 Bad Wünnenberg)

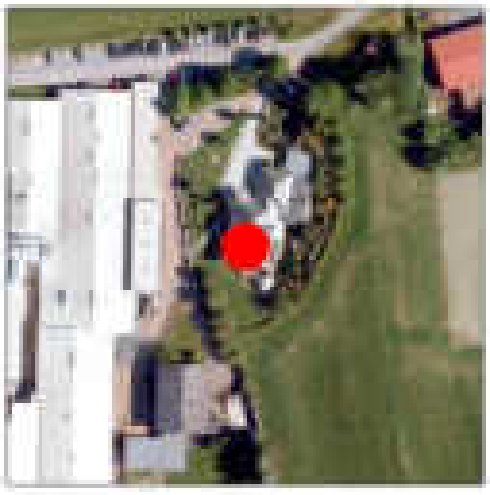


Abbildung 8.14: Satellitenansicht SR-014 (Am Hessenbusch 17; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.15: Satellitenansicht SR-015 (Am Hessenbusch 18; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.16: Satellitenansicht SR-016 (Zur Schwelge 6a; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.17: Satellitenansicht SR-017 (Zur Schwelge 6; 33181 Bad Wünnenberg)

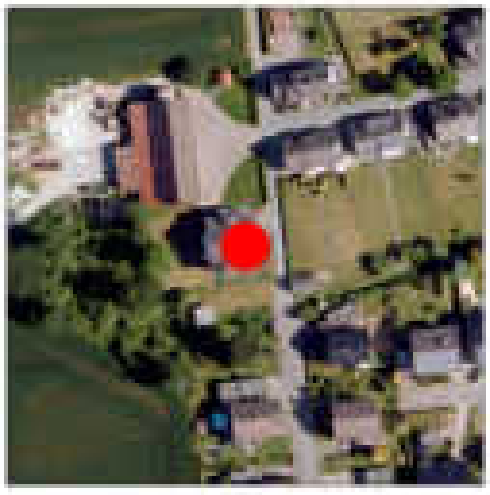


Abbildung 8.18: Satellitenansicht SR-018 (Zur Schwelge 14; 33181 Bad Wünnenberg)

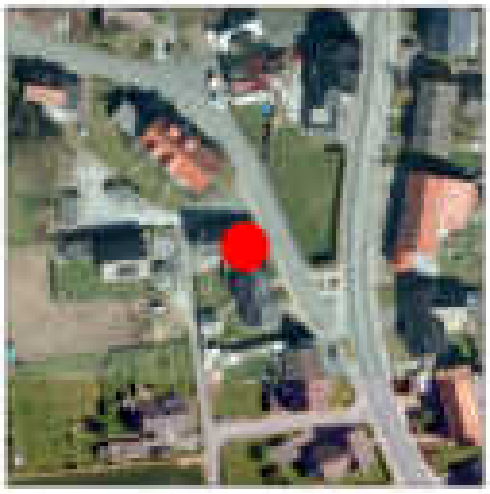


Abbildung 8.19: Satellitenansicht SR-019 (Christophorusstraße 3; 33181 Bad Wünnenberg)

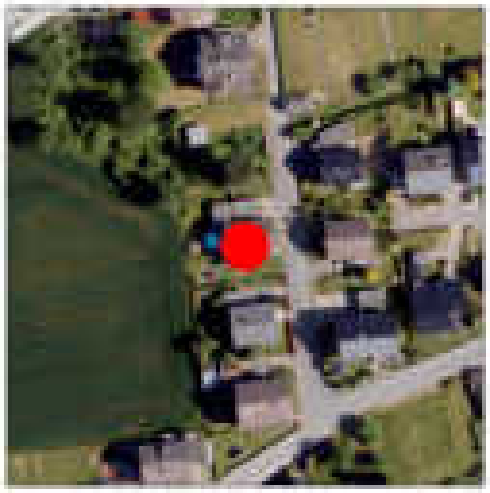


Abbildung 8.20: Satellitenansicht SR-020 (Zur Schwelge 16; 33181 Bad Wünnenberg)

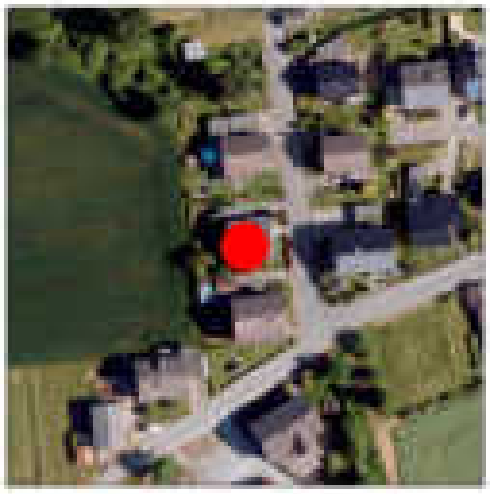


Abbildung 8.21: Satellitenansicht SR-021 (Zur Schwelge 18; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.22: Satellitenansicht SR-022 (Christophorusstraße 3a; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.23: Satellitenansicht SR-023 (Zur Schwelge 20; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.24: Satellitenansicht SR-024 (Am Hessenbusch 11; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.25: Satellitenansicht SR-025 (Zur Schwelge 2a; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.26: Satellitenansicht SR-026 (Zur Schwelge 7; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.27: Satellitenansicht SR-027 (Christophorusstraße 1; 33181 Bad Wünnenberg)

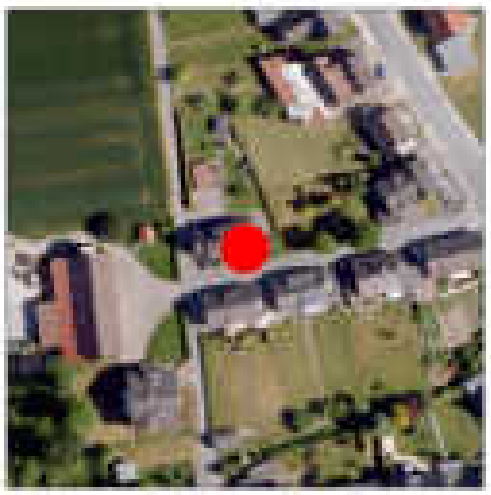


Abbildung 8.28: Satellitenansicht SR-028 (Zur Schwelge 2; 33181 Bad Wünnenberg)

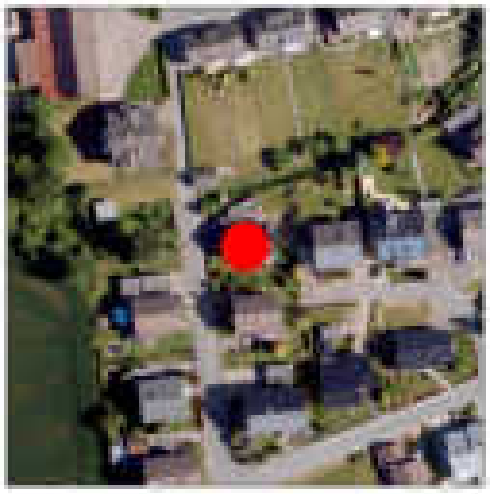


Abbildung 8.29: Satellitenansicht SR-029 (Zur Schwelge 9; 33181 Bad Wünnenberg)

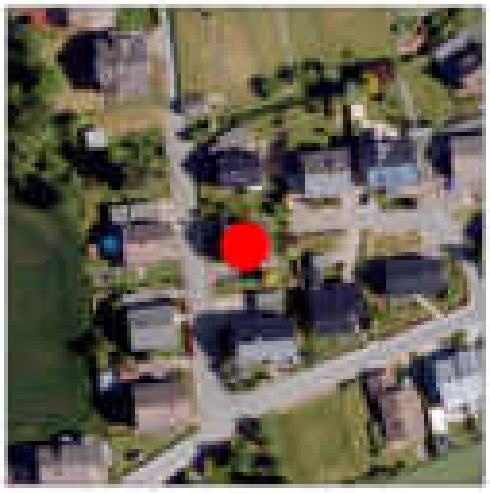


Abbildung 8.30: Satellitenansicht SR-030 (Zur Schwelge 11; 33181 Bad Wünnenberg)

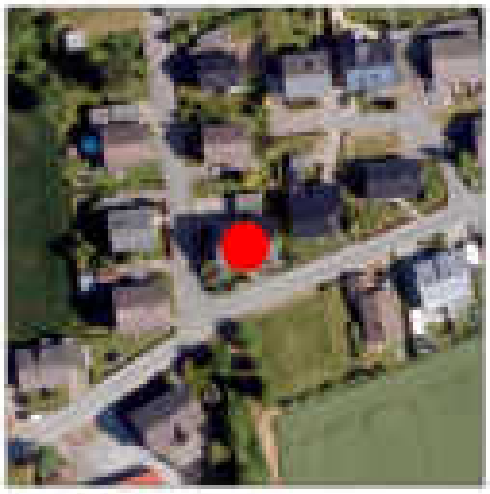


Abbildung 8.31: Satellitenansicht SR-031 (Am Hessenbusch 16; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.32: Satellitenansicht SR-032 (Zum Sauerland 18; 33181 Bad Wünnenberg)

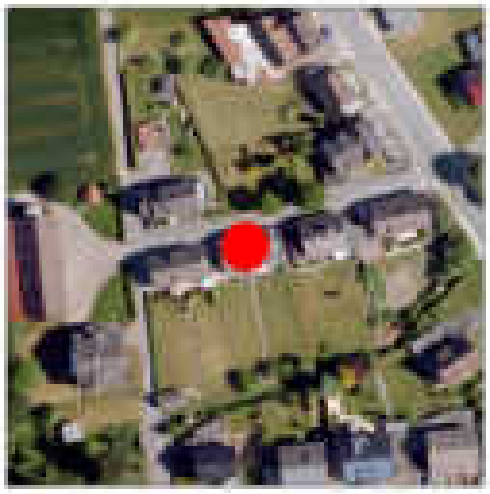


Abbildung 8.33: Satellitenansicht SR-033 (Zur Schwelge 5; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.34: Satellitenansicht SR-034 (Zum Sauerland 20; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.35: Satellitenansicht SR-035 (Zum Sauerland 19; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.36: Satellitenansicht SR-036 (Zum Sauerland 17; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.37: Satellitenansicht SR-037 (Zum Sauerland 22; 33181 Bad Wünnenberg)

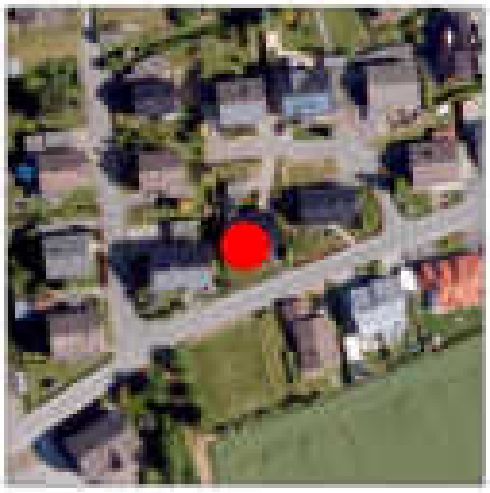


Abbildung 8.38: Satellitenansicht SR-038 (Am Hessenbusch 14; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.39: Satellitenansicht SR-039 (Zum Sauerland 15; 33181 Bad Wünnenberg)

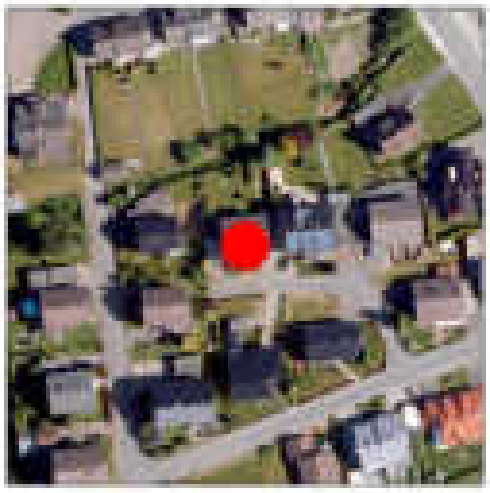


Abbildung 8.40: Satellitenansicht SR-040 (Am Hessenbusch 10; 33181 Bad Wünnenberg)

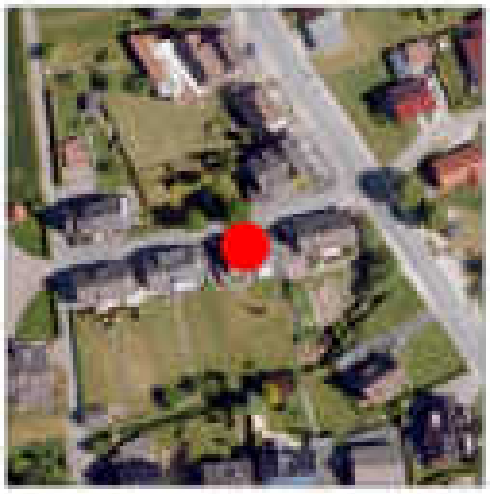


Abbildung 8.41: Satellitenansicht SR-041 (Zur Schwelge 3; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.42: Satellitenansicht SR-042 (Zum Sauerland 21; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.43: Satellitenansicht SR-043 (Zum Sauerland 24; 33181 Bad Wünnenberg)

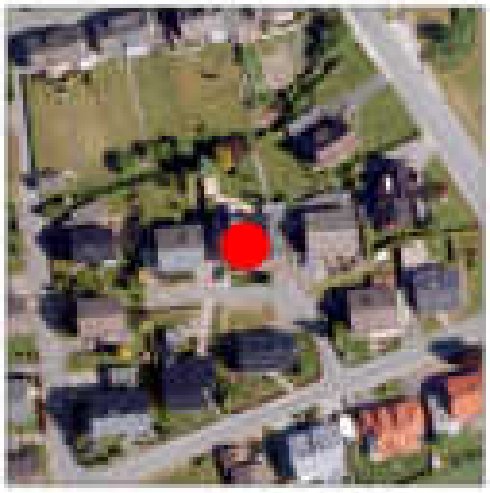


Abbildung 8.44: Satellitenansicht SR-044 (Am Hessenbusch 8; 33181 Bad Wünnenberg)

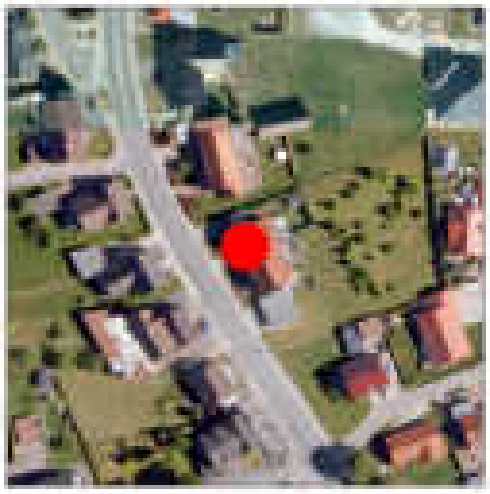


Abbildung 8.45: Satellitenansicht SR-045 (Zum Sauerland 23a; 33181 Bad Wünnenberg)

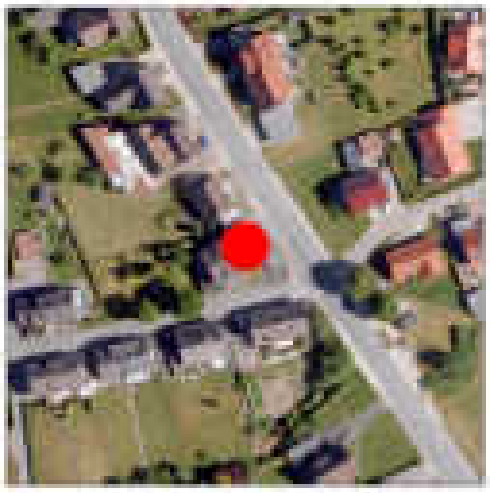


Abbildung 8.46: Satellitenansicht SR-046 (Zum Sauerland 26; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.47: Satellitenansicht SR-047 (Am Hessenbusch 7; 33181 Bad Wünnenberg)

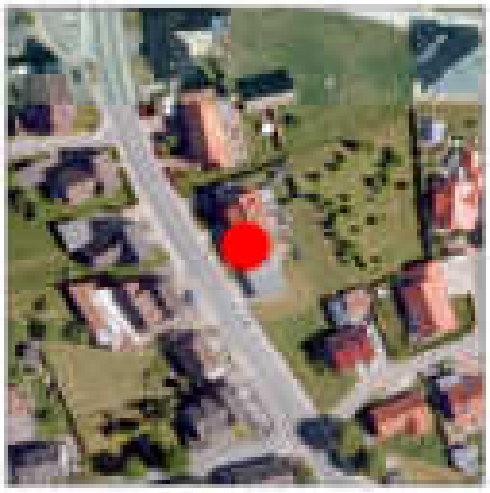


Abbildung 8.48: Satellitenansicht SR-048 (Zum Sauerland 23; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.49: Satellitenansicht SR-049 (Am Hessenbusch 12; 33181 Bad Wünnenberg)

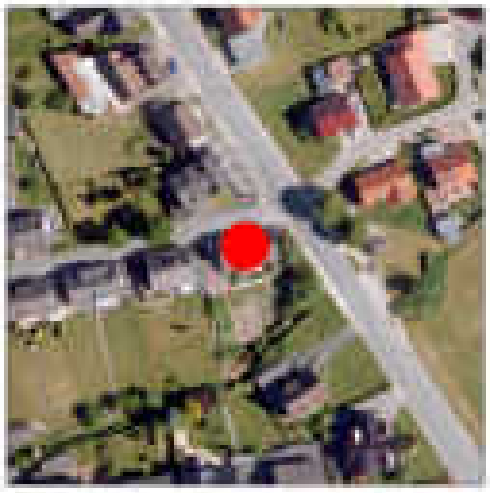


Abbildung 8.50: Satellitenansicht SR-050 (Zur Schwelge 1; 33181 Bad Wünnenberg)

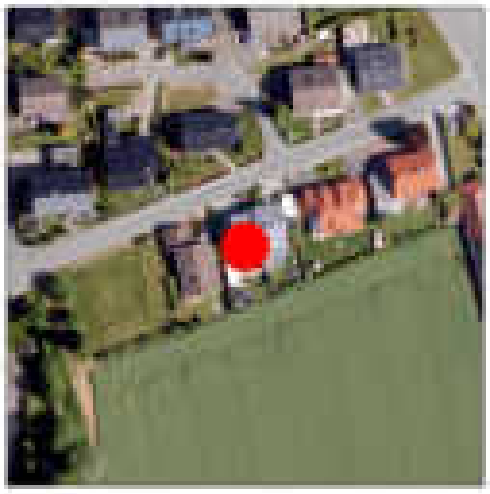


Abbildung 8.51: Satellitenansicht SR-051 (Am Hessenbusch 5a; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.52: Satellitenansicht SR-052 (Am Hessenbusch 5; 33181 Bad Wünnenberg)

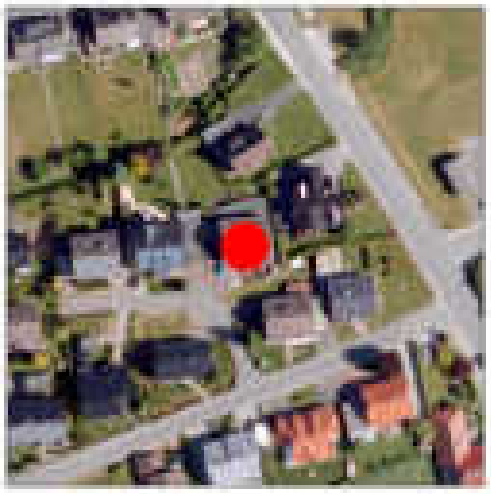


Abbildung 8.53: Satellitenansicht SR-053 (Am Hessenbusch 6; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.54: Satellitenansicht SR-054 (Zum Sauerland 28; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.55: Satellitenansicht SR-055 (Alte Ziegelei 27; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.56: Satellitenansicht SR-056 (Am Springsgraben 1; 33181 Bad Wünnenberg)

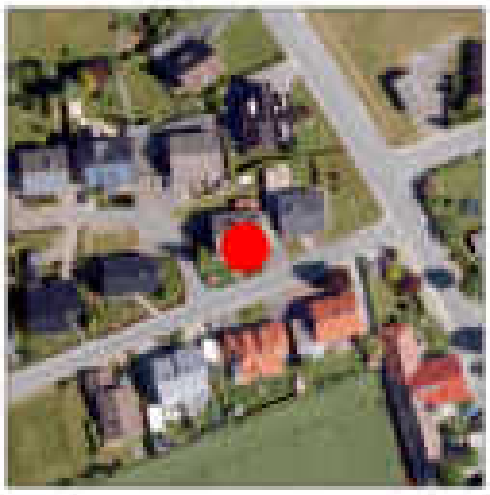


Abbildung 8.57: Satellitenansicht SR-057 (Am Hessenbusch 4; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.58: Satellitenansicht SR-058 (Alte Ziegelei 23; 33181 Bad Wünnenberg)

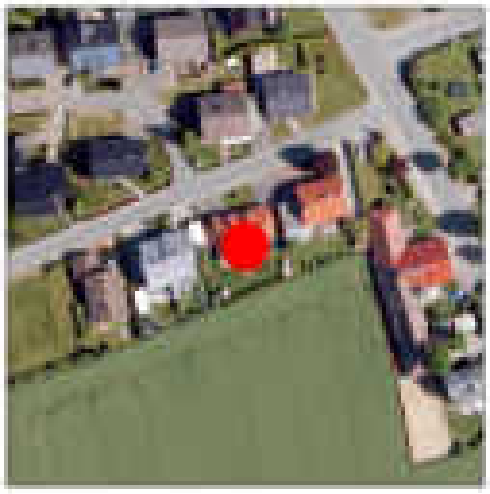


Abbildung 8.59: Satellitenansicht SR-059 (Am Hessenbusch 3; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.60: Satellitenansicht SR-060 (Alte Ziegelei 22; 33181 Bad Wünnenberg)

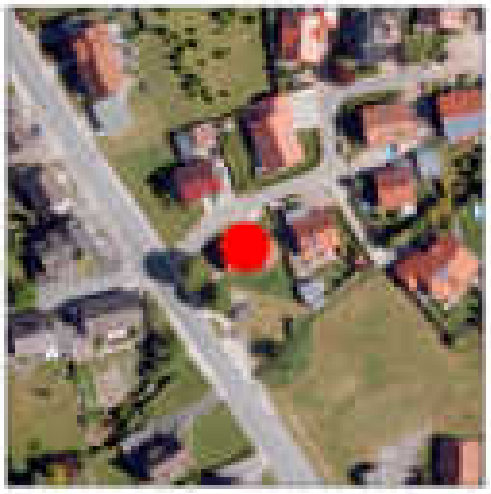


Abbildung 8.61: Satellitenansicht SR-061 (Am Springsgraben 2; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.62: Satellitenansicht SR-062 (Zum Sauerland 30; 33181 Bad Wünnenberg)

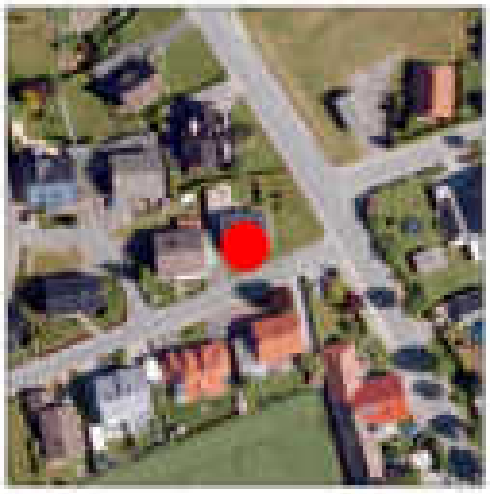


Abbildung 8.63: Satellitenansicht SR-063 (Am Hessenbusch 2; 33181 Bad Wünnenberg)

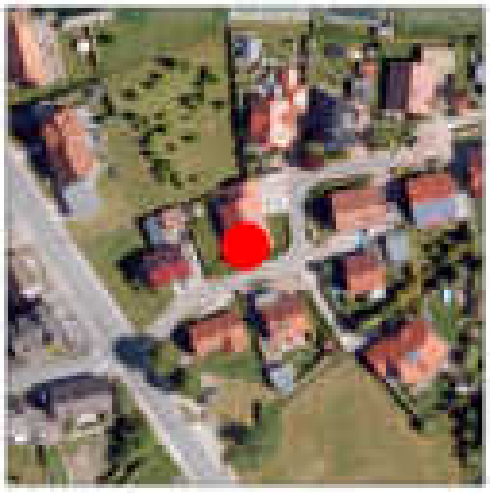


Abbildung 8.64: Satellitenansicht SR-064 (Am Springsgraben 3; 33181 Bad Wünnenberg)

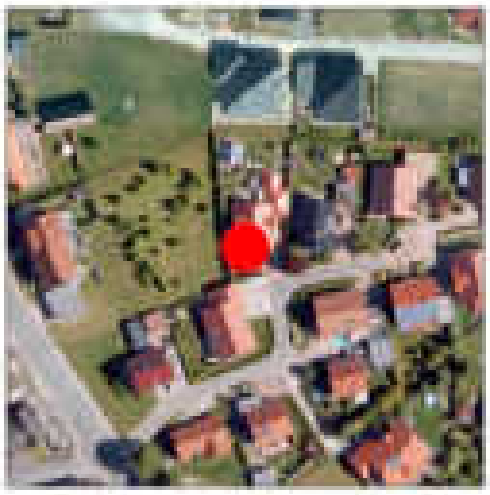


Abbildung 8.65: Satellitenansicht SR-065 (Am Springsgraben 5; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.66: Satellitenansicht SR-066 (Am Hessenbusch 1; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.67: Satellitenansicht SR-067 (Alte Ziegelei 20; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.68: Satellitenansicht SR-068 (Alte Ziegelei 21; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.69: Satellitenansicht SR-069 (Am Springsgraben 4; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.70: Satellitenansicht SR-070 (Am Springsgraben 7; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.71: Satellitenansicht SR-071 (Alte Ziegelei 19; 33181 Bad Wünnenberg)

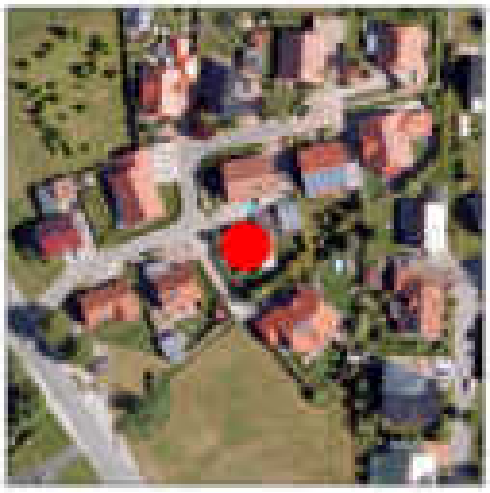


Abbildung 8.72: Satellitenansicht SR-072 (Am Springsgraben 10; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.73: Satellitenansicht SR-073 (Am Springsgraben 12; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.74: Satellitenansicht SR-074 (Alte Ziegelei 18; 33181 Bad Wünnenberg)

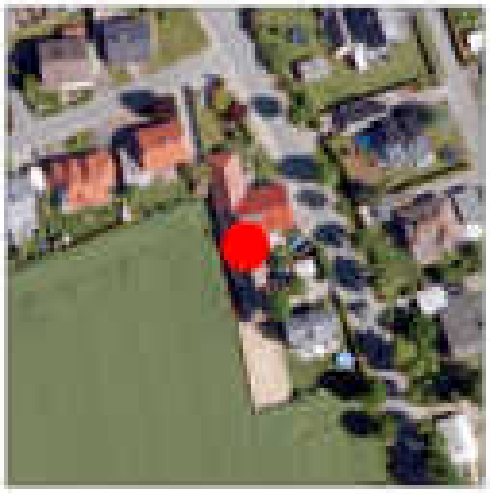


Abbildung 8.75: Satellitenansicht SR-075 (Zum Sauerland 32; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.76: Satellitenansicht SR-076 (Am Springsgraben 9; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.77: Satellitenansicht SR-077 (Am Springsgraben 8; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.78: Satellitenansicht SR-078 (Zur Glashütte 1; 33181 Bad Wünnenberg)

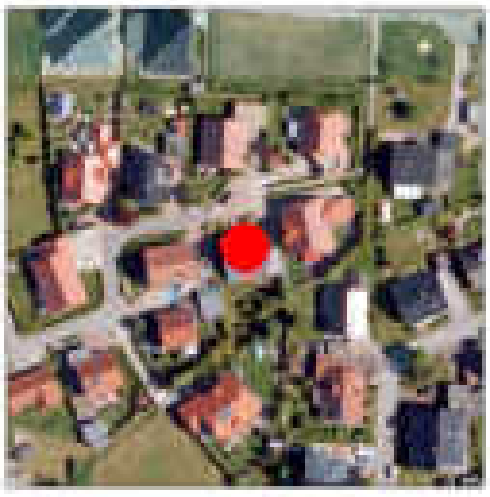


Abbildung 8.79: Satellitenansicht SR-079 (Am Springsgraben 14; 33181 Bad Wünnenberg)

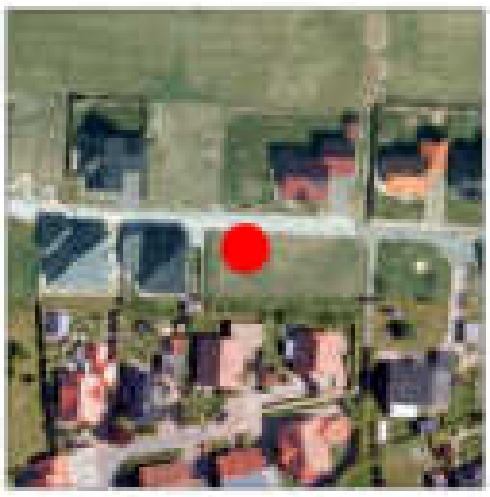


Abbildung 8.80: Satellitenansicht SR-080 (Alte Ziegelei 17; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.81: Satellitenansicht SR-081 (Zum Sauerland 34; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.82: Satellitenansicht SR-082 (Zur Glashütte 2; 33181 Bad Wünnenberg)

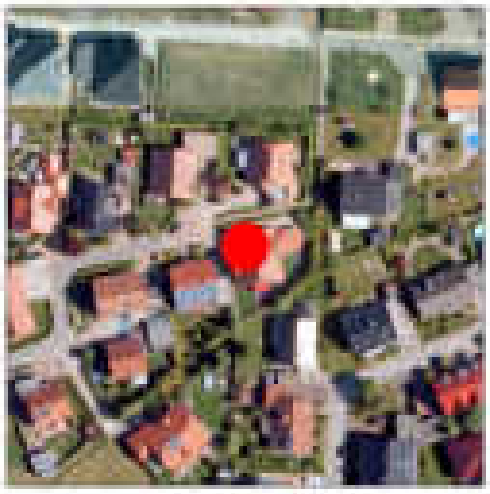


Abbildung 8.83: Satellitenansicht SR-083 (Am Springsgraben 16; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.84: Satellitenansicht SR-084 (Alte Ziegelei 14; 33181 Bad Wünnenberg)

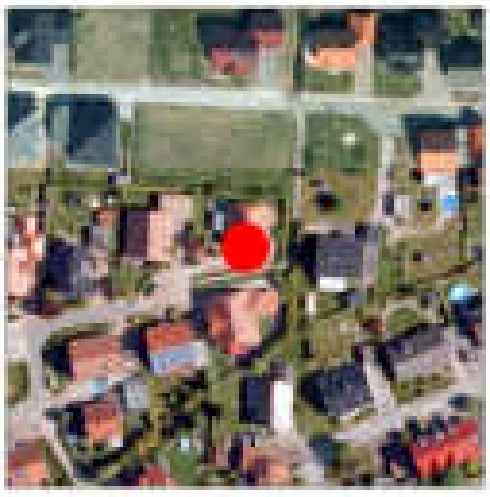


Abbildung 8.85: Satellitenansicht SR-085 (Am Springsgraben 11; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.86: Satellitenansicht SR-086 (Alte Ziegelei 15; 33181 Bad Wünnenberg)

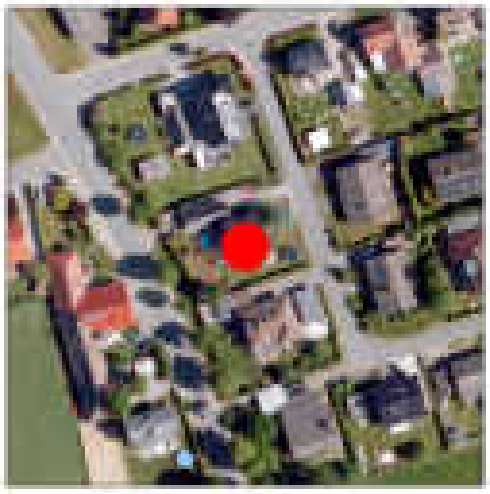


Abbildung 8.87: Satellitenansicht SR-087 (Feldrain 2; 33181 Bad Wünnenberg)

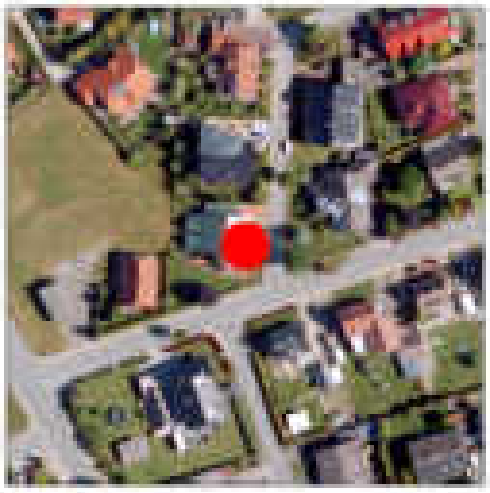


Abbildung 8.88: Satellitenansicht SR-088 (Wiesengrund 1; 33181 Bad Wünnenberg)

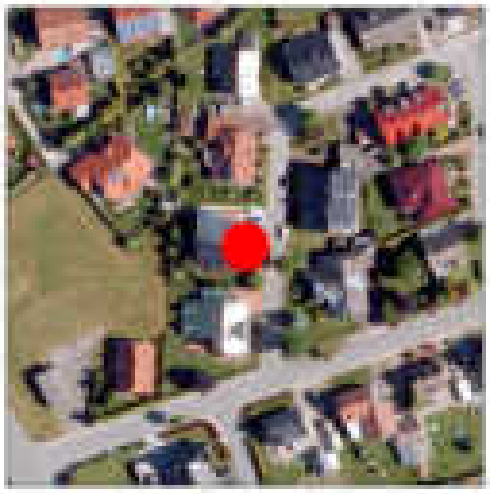


Abbildung 8.89: Satellitenansicht SR-089 (Wiesengrund 3; 33181 Bad Wünnenberg)

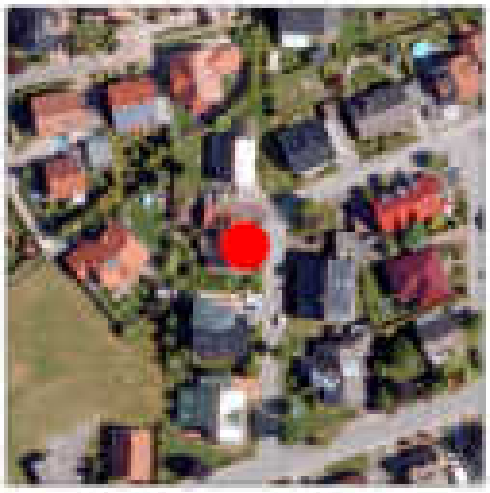


Abbildung 8.90: Satellitenansicht SR-090 (Wiesengrund 5; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.91: Satellitenansicht SR-091 (Wiesengrund 7; 33181 Bad Wünnenberg)

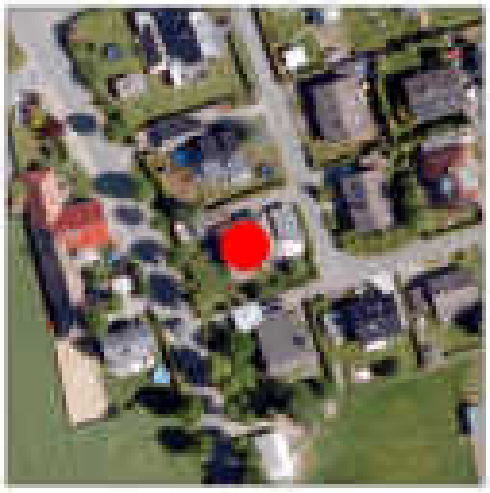


Abbildung 8.92: Satellitenansicht SR-092 (Feldrain 4; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.93: Satellitenansicht SR-093 (Zur Glashütte 4; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.94: Satellitenansicht SR-094 (Feldrain 6; 33181 Bad Wünnenberg)

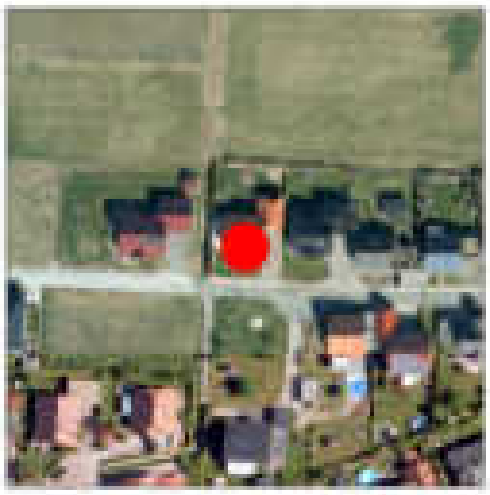


Abbildung 8.95: Satellitenansicht SR-095 (Alte Ziegelei 12; 33181 Bad Wünnenberg)

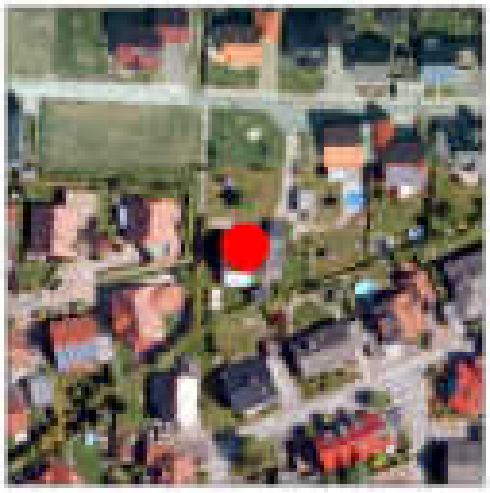


Abbildung 8.96: Satellitenansicht SR-096 (Alte Ziegelei 11; 33181 Bad Wünnenberg)

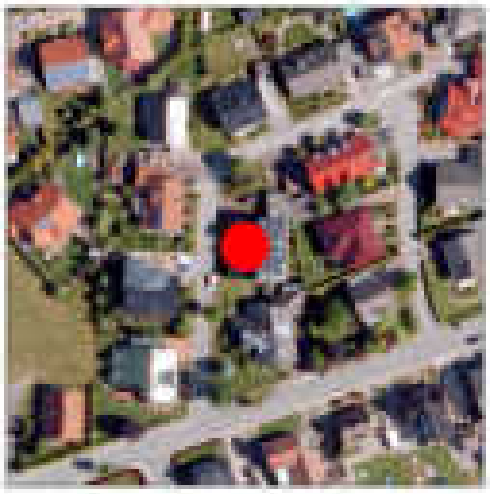


Abbildung 8.97: Satellitenansicht SR-097 (Wiesengrund 4; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.98: Satellitenansicht SR-098 (Wiesengrund 9; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.99: Satellitenansicht SR-099 (Wiesengrund 2; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.100: Satellitenansicht SR-100 (Feldrain 1; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.101: Satellitenansicht SR-101 (Zur Glashütte 6; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.102: Satellitenansicht SR-102 (Feldrain 3; 33181 Bad Wünnenberg)

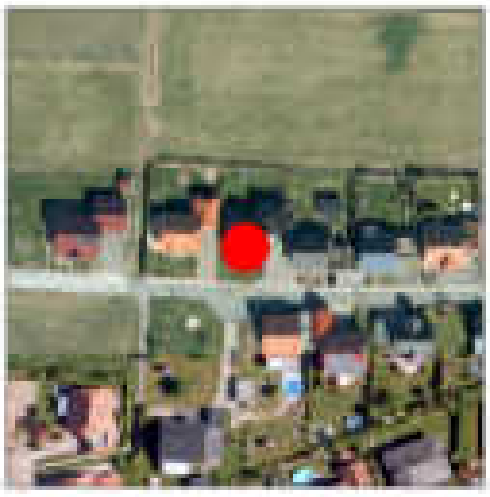


Abbildung 8.103: Satellitenansicht SR-103 (Alte Ziegelei 10; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.104: Satellitenansicht SR-104 (Feldrain 8; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.105: Satellitenansicht SR-105 (Wiesengrund 11; 33181 Bad Wünnenberg)

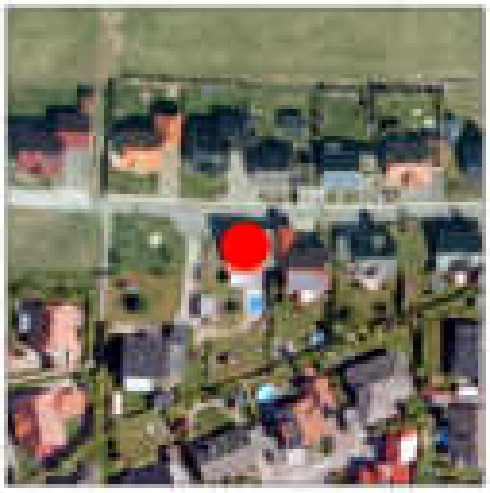


Abbildung 8.106: Satellitenansicht SR-106 (Alte Ziegelei 7; 33181 Bad Wünnenberg)

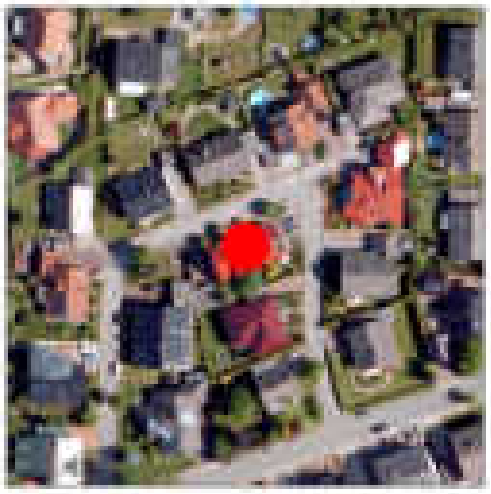


Abbildung 8.107: Satellitenansicht SR-107 (Wiesengrund 6; 33181 Bad Wünnenberg)



Abbildung 8.108: Satellitenansicht SR-108 (Zur Glashütte 8; 33181 Bad Wünnenberg)

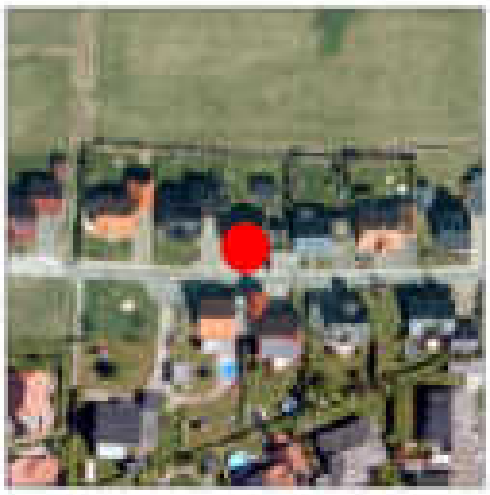


Abbildung 8.109: Satellitenansicht SR-109 (Alte Ziegelei 8; 33181 Bad Wünnenberg)

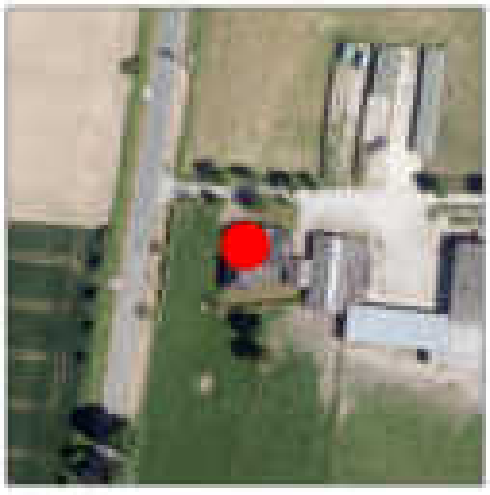


Abbildung 8.110: Satellitenansicht SR-110 (Bleiwäscher Straße 11; 59929 Brilon)