

SCHATTENWURFPROGNOSE

für eine Windenergieanlage

am Standort

Bad Rothenfelde-Landwehrbach | Niedersachsen

Datum: 18.09.2025

Berichtsnummer: 25-1-3083-000-SWe

Auftraggeber

Prowind GmbH
Albert-Einstein-Straße 7
49076 Osnabrück

Auftragnehmer

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
34131 Kassel
Tel +49 561 288573-0



Die vorliegende Schattenwurfprognose für den Standort Bad Rothenfelde-Landwehrbach (Niedersachsen) wurde der Ramboll Deutschland GmbH von der Prowind GmbH in Auftrag gegeben. Die Ramboll Deutschland GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 [1] u. a. für die Erstellung von Schattenwurfprognosen akkreditiert. Die firmenintern verwendeten Berechnungsverfahren gemäß den zuvor genannten Anforderungen sind in der Ramboll-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schatten“ festgelegt und dokumentiert.

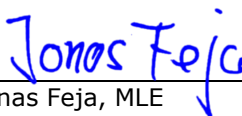
Die Ergebnisse basieren auf Berechnungen nach den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [2] sowie den vom Auftraggeber und dem WEA-Hersteller gestellten Standort- und Anlagendaten. Die Berechnungen wurden mit dem Softwareprogramm windPRO (Modul SHADOW) von EMD International A/S [3] durchgeführt.

Das Urheberrecht und geistige Eigentum dieses Gutachtens liegt bei der Ramboll Deutschland GmbH. Inhaltliche Veränderungen bedürfen einer Zustimmung. Die Nutzungsrechte dieses Gutachtens, insbesondere die elektronische Weitergabe, Veröffentlichung und Vervielfältigung liegen beim Auftraggeber und bedürfen dessen Zustimmung.

Nr.	Datum	Bearbeiter	Beschreibung
000	18.09.2025	B. Weinrich	Planung von einer WEA des Typs Vensys 175

Kassel, 18.09.2025


 Benjamin Weinrich, M.Sc.
 (Bearbeiter)


 Jonas Feja, MLE
 (Prüfer)

INHALT

1	Zusammenfassung.....	4
2	Standort- und WEA-Daten	5
2.1	Aufgabenstellung.....	5
2.2	Immissionsorte	6
2.3	Immissionsrichtwerte	16
2.4	Windenergieanlagen	16
3	Schattenwurfberechnungen	18
3.1	Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer	18
3.2	Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer	18
3.3	Darstellung der Berechnungsergebnisse	19
4	Bewertung der Ergebnisse	22
4.1	Beurteilung der Berechnungsergebnisse	22
4.2	Hinweise zur Abschaltautomatik	22
4.3	Genauigkeit der Prognose	23
5	Quellenverzeichnis.....	24
6	Anhang	25

1 ZUSAMMENFASSUNG

Am Windparkstandort Bad Rothenfelde-Landwehrbach wurden für 41 Immissionsorte (IO) die Beschattungsdauern durch eine neu geplante WEA des Typs Vensys 175 mit 160 m Nabenhöhe sowie einer Vorbelastungs-WEA entsprechend den WKA-Schattenwurfhinweisen [2] berechnet. Den Berechnungen wurde ein Worst-Case-Szenario zugrunde gelegt. Die Immissionsrichtwerte betragen dabei maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag.

Diese Werte werden ohne schattenwurfbegrenzende Maßnahmen an 33 Immissionsorten überschritten (siehe Kapitel 3). Die WKA-Schattenwurfhinweise sehen für diesen Fall vor, dass der Schattenwurf der WEA, die eine erstmalige oder weitere Überschreitung verursachen, mittels einer Abschaltautomatik entsprechend den Richtwerten begrenzt wird. Im vorliegenden Fall betrifft dies die WEA R1.

Von einer schädlichen Umwelteinwirkung bzw. einer erheblichen Belästigung i. S. d. BImSchG ist bei entsprechenden Abschaltungen demnach nicht auszugehen.

Die Grundlagen für die Berechnung sowie die detaillierten Berechnungsergebnisse sind den folgenden Kapiteln zu entnehmen.

2 STANDORT- UND WEA-DATEN

2.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Bad Rothenfelde-Landwehrbach eine WEA des Typs Vensys 175 mit 160 m Nabenhöhe zu errichten (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Kenndaten der geplanten WEA

Bez.	Hersteller / Typ	Nabenhöhe (m)	Koordinaten (UTM 32 ETRS89)	
			Ost	Nord
R1	Vensys 175	160	441.676	5.770.663

In der Nähe des geplanten Standorts existiert bereits eine weitere WEA. Diese wird als Vorbelastungen untersucht und wird im folgenden Text als „Vorbelastung“ oder „VB“ bezeichnet (siehe 2.4).

Es sollen die Immissionen durch periodischen Schattenwurf der Windenergieanlagen nach den Grundlagen der WKA-Schattenwurfhinweise [2] an der umliegenden Bebauung berechnet werden.

Grundlage der Berechnung sind die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Daten der geplanten WEA (Typ, Nabenhöhe, Koordinaten) sowie die bei der Standortbesichtigung am 18.08.2025 erhobenen Daten über relevante Immissionsorte und deren Umgebung. Das Höhenrelief wurde dem DGM5 Niedersachsen entnommen. Die Berechnung wurde mit der Software windPRO, Modul SHADOW [3] durchgeführt. Grundlagen zur Berechnung finden sich im Anhang.

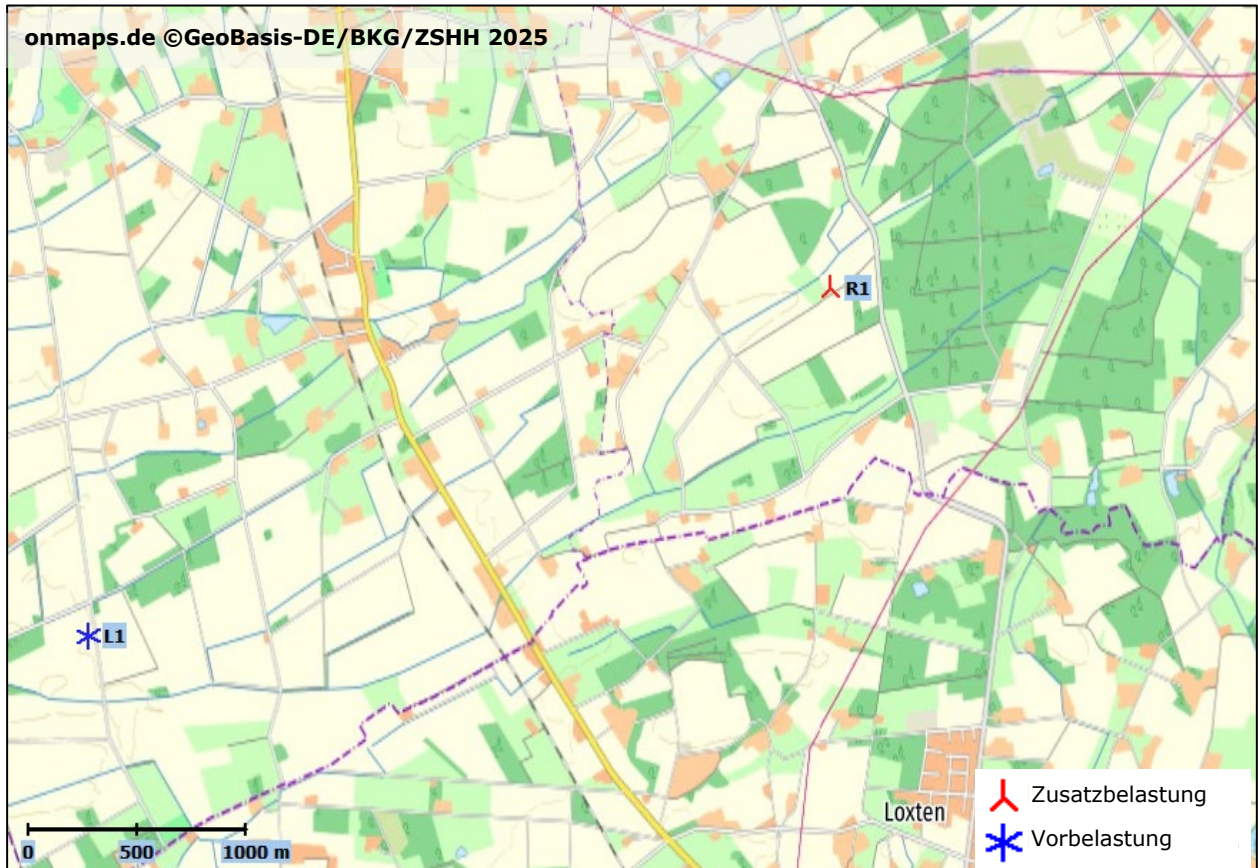


Abbildung 1: Übersichtskarte

2.2 Immissionsorte

Die *Maßgeblichen Immissionsorte* sind nach den WKA-Schattenwurfhinweisen schutzwürdige Räume sowie bebaubare Freiflächen. Sie werden nach den folgenden Bedingungen ausgewählt:

- Es muss geometrisch möglich sein, dass die Orte von den neu geplanten WEA im Jahresverlauf beschattet werden,
- Die Orte liegen innerhalb des Beschattungsbereichs der neu geplanten WEA nach dem 20%-Kriterium [4].

Die Grenzen des Beschattungsbereichs nach dem 20 %-Kriterium der WKA-Schattenwurfhinweise der geplanten WEA (Zusatzbelastung, „ZB“) sind auf der Karte in Abbildung 2 als rote Linie dargestellt.

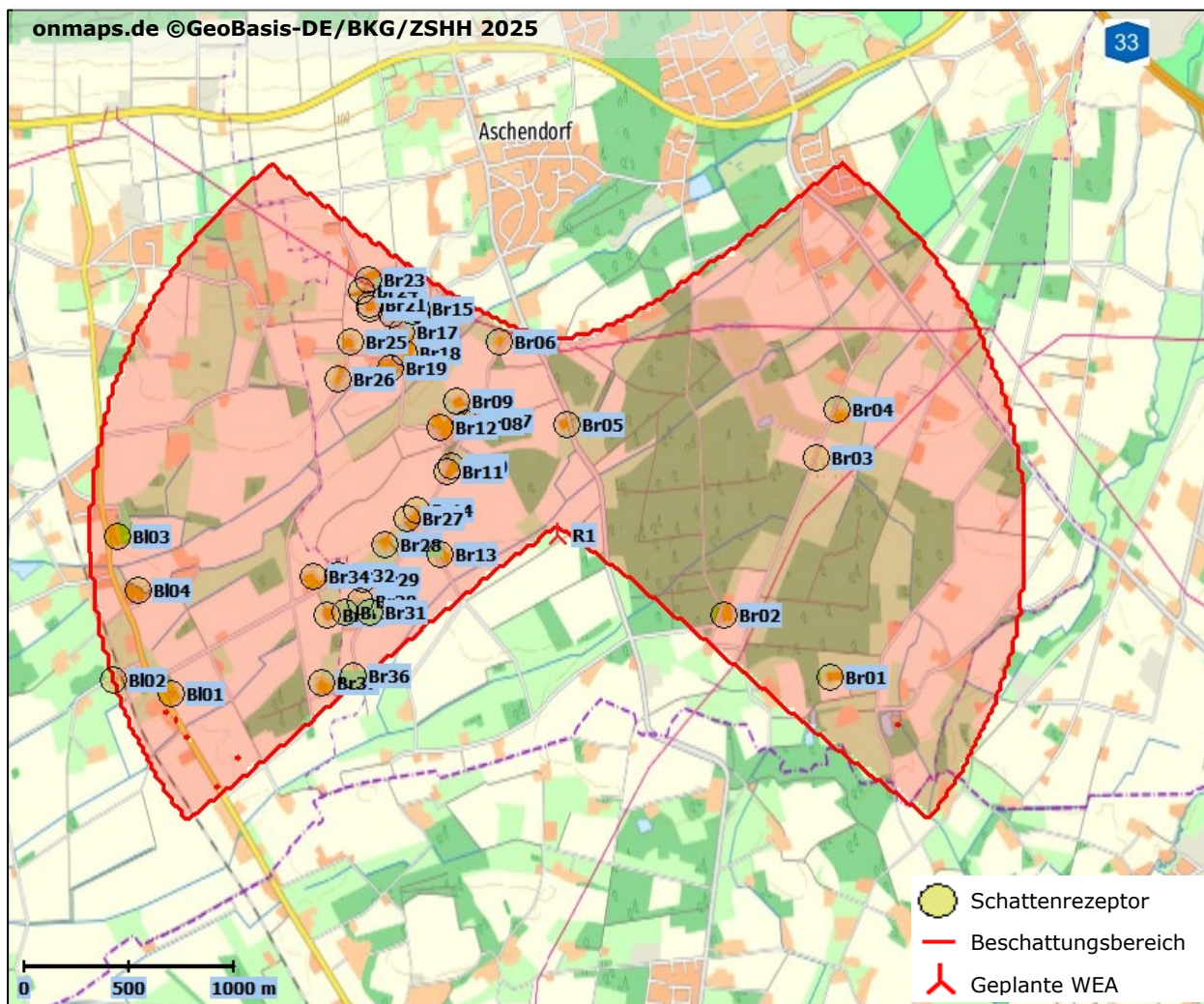


Abbildung 2: Beschattungsbereich der Zusatzbelastung

Nach diesen Kriterien wurden 41 Gebäude im schattenkritischen Bereich als relevante Immissionsorte ausgewählt (siehe Abschnitt 3.1). Bei der Standortbesichtigung am 18.08.2025 wurden diese Immissionsorte begutachtet und dokumentiert.

Die Immissionsorte werden entsprechend den WKA-Schattenwurfhinweisen im Modell als punktförmige Schatten-Rezeptoren (0,1 m x 0,1 m, horizontale Ausrichtung, 2 m ü. Gr.) nachgebildet, welche Schatten aus allen Richtungen empfangen (Gewächshaus-Modus). Die Lage der Rezeptoren ist in den folgenden Abbildungen eingezeichnet.



Abbildung 3: Lage der Immissionsorte BI01 und BI02

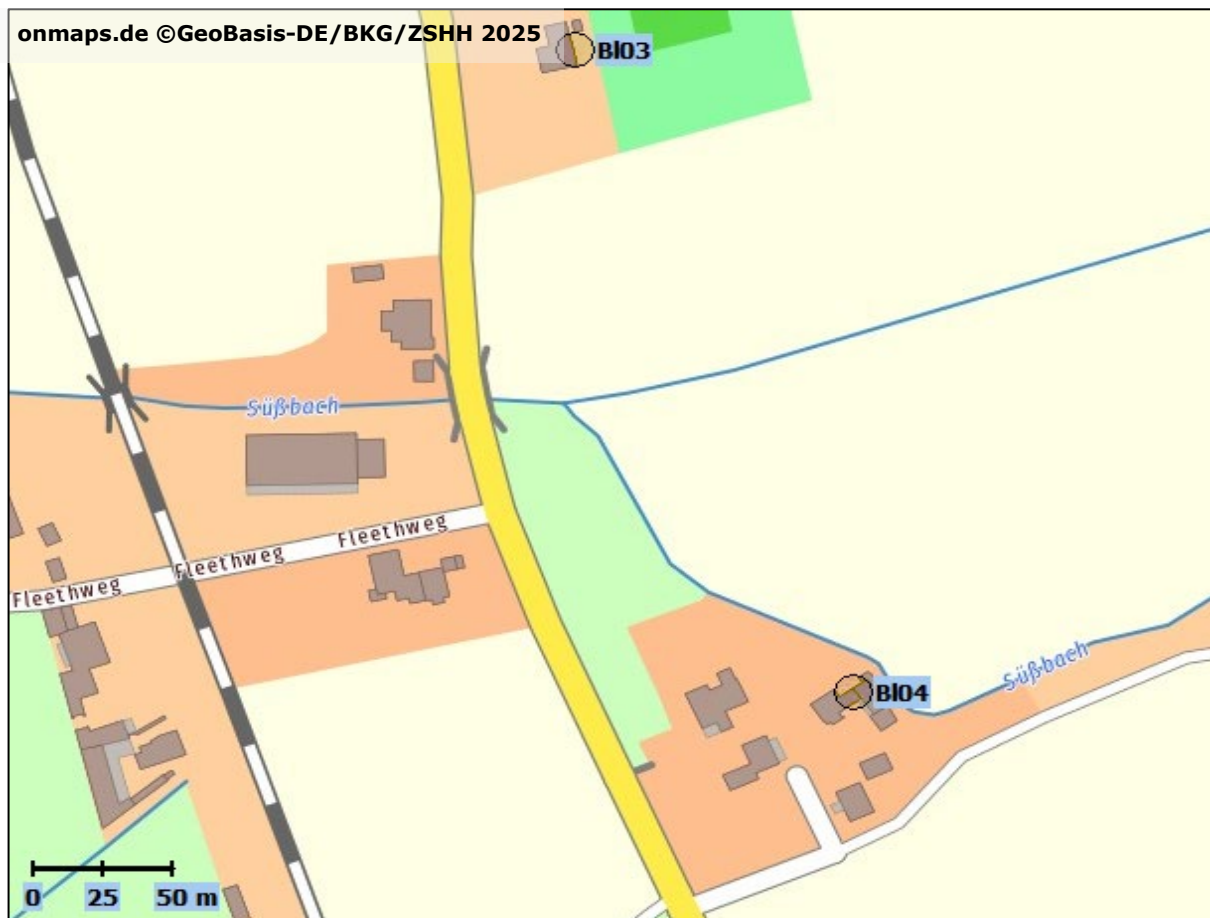


Abbildung 4: Lage der Immissionsorte BI03 und BI04

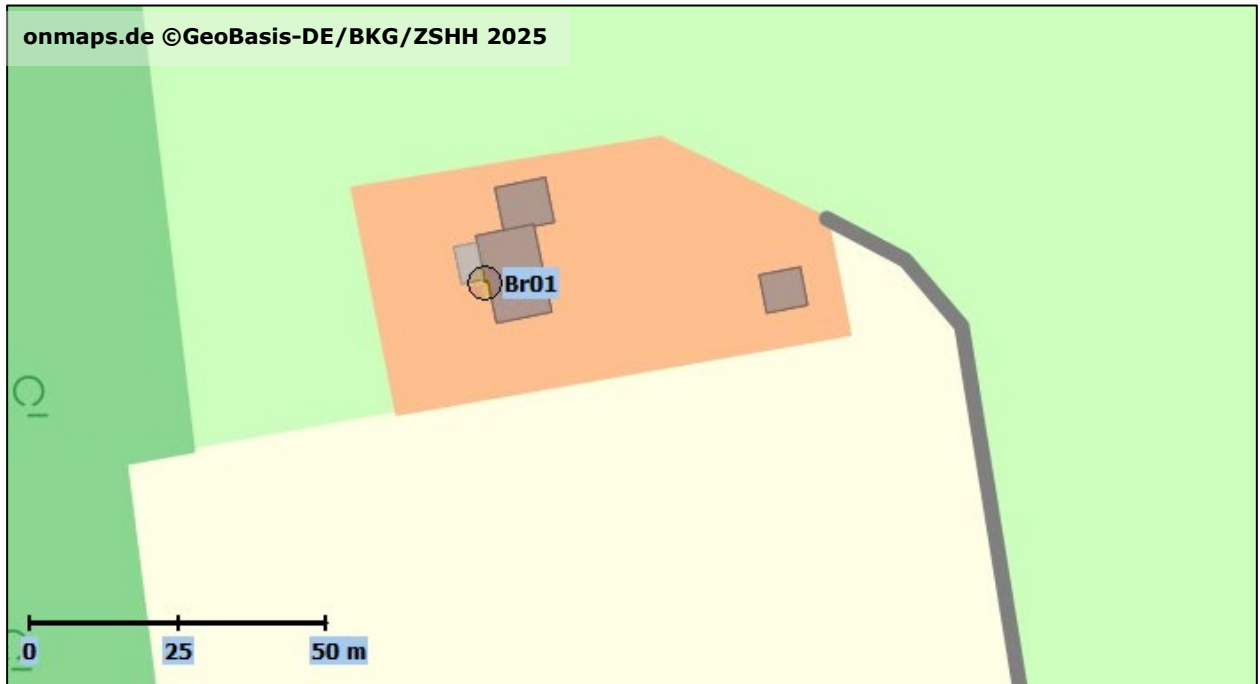


Abbildung 5: Lage des Immissionsortes Br01

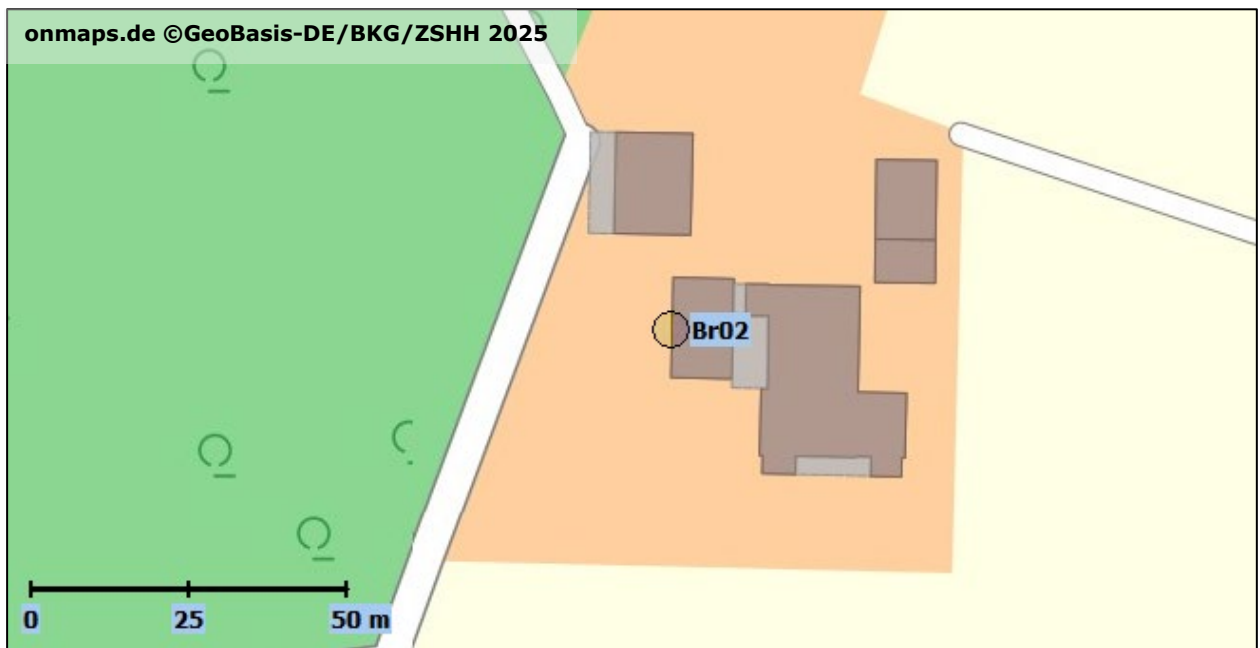


Abbildung 6: Lage des Immissionsortes Br02



Abbildung 7: Lage des Immissionsortes Br03



Abbildung 8: Lage der Immissionsortes Br04

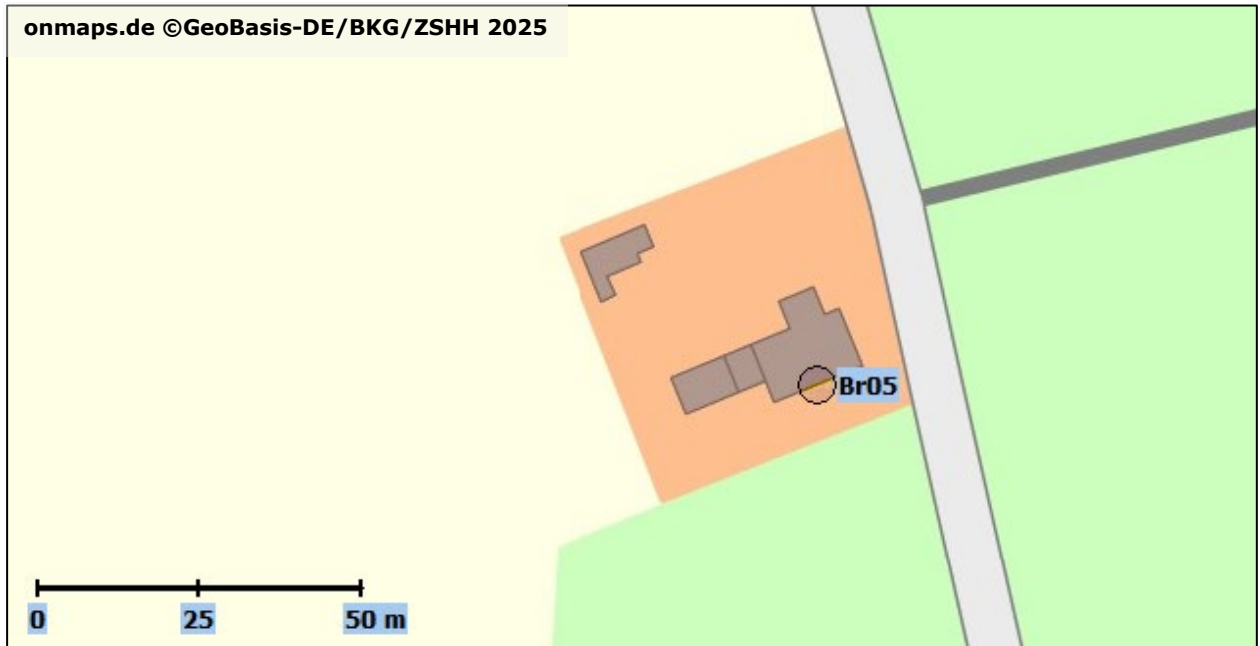


Abbildung 9: Lage des Immissionsortes Br05



Abbildung 10: Lage des Immissionsortes Br06

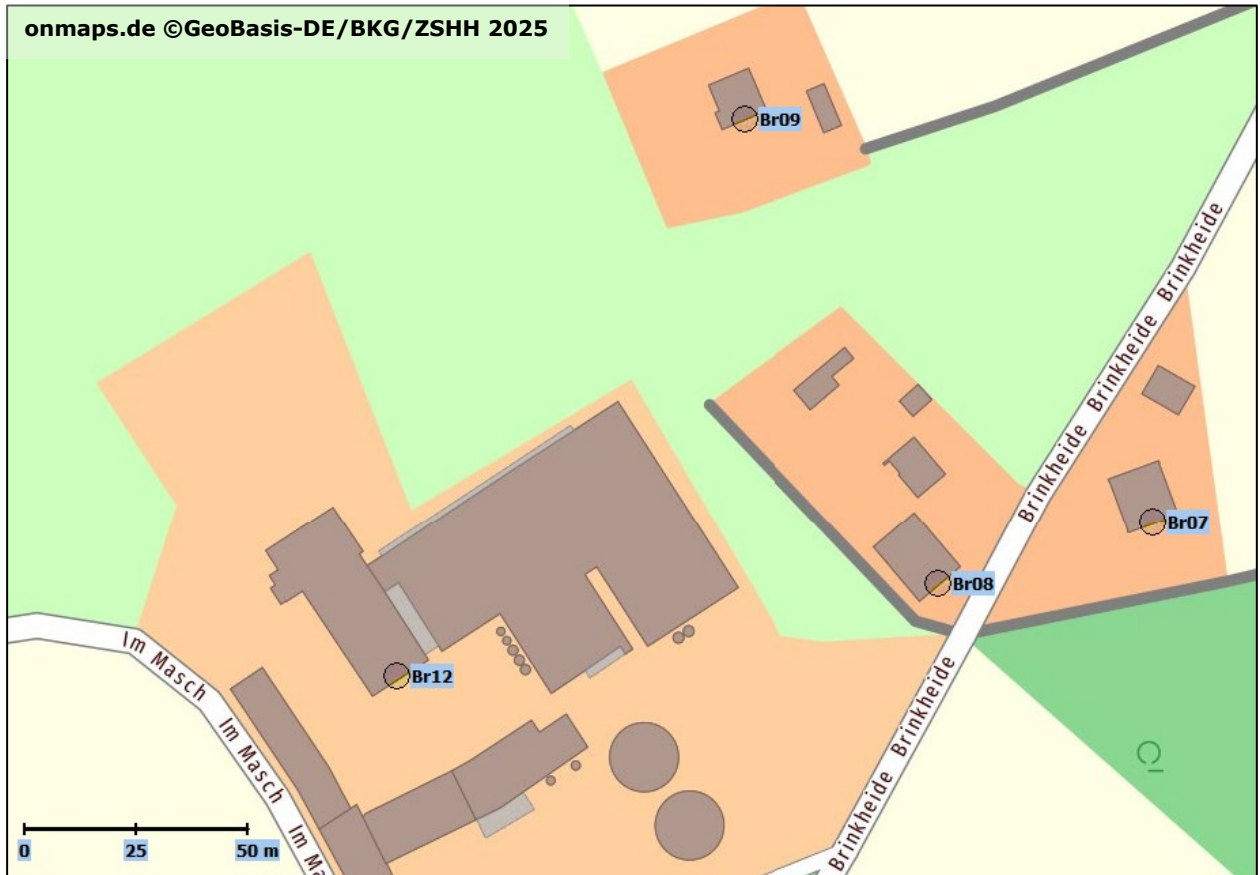


Abbildung 11: Lage der Immissionsorte Br07 - Br09 und Br12

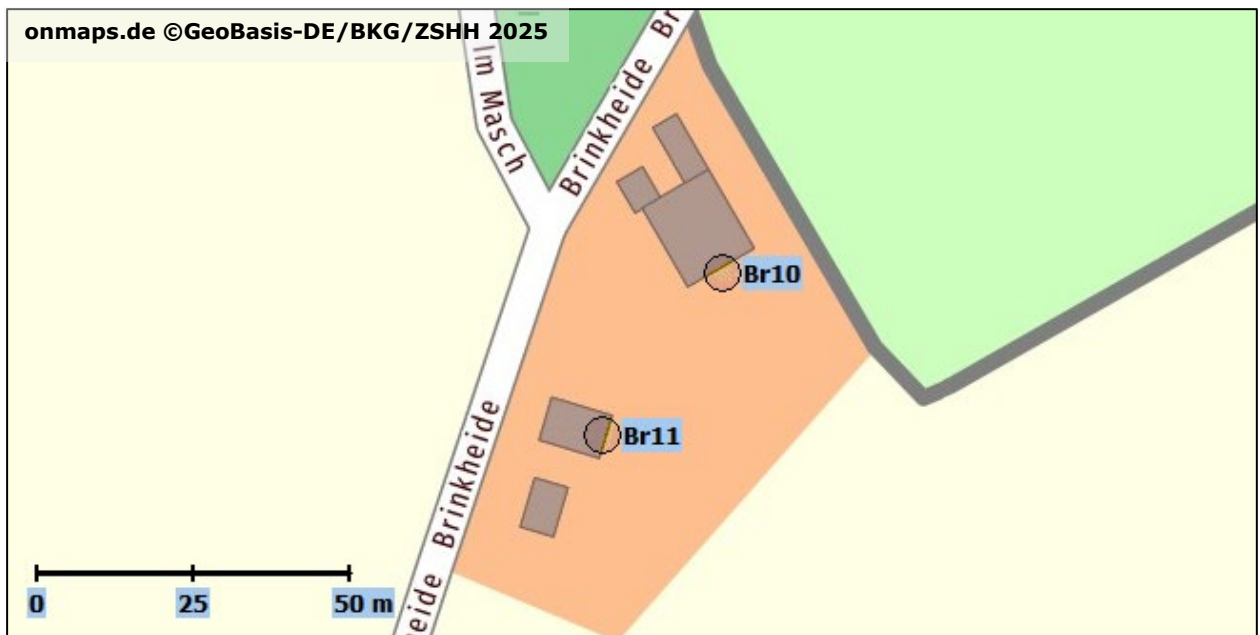


Abbildung 12: Lage der Immissionsorte Br10 und Br11

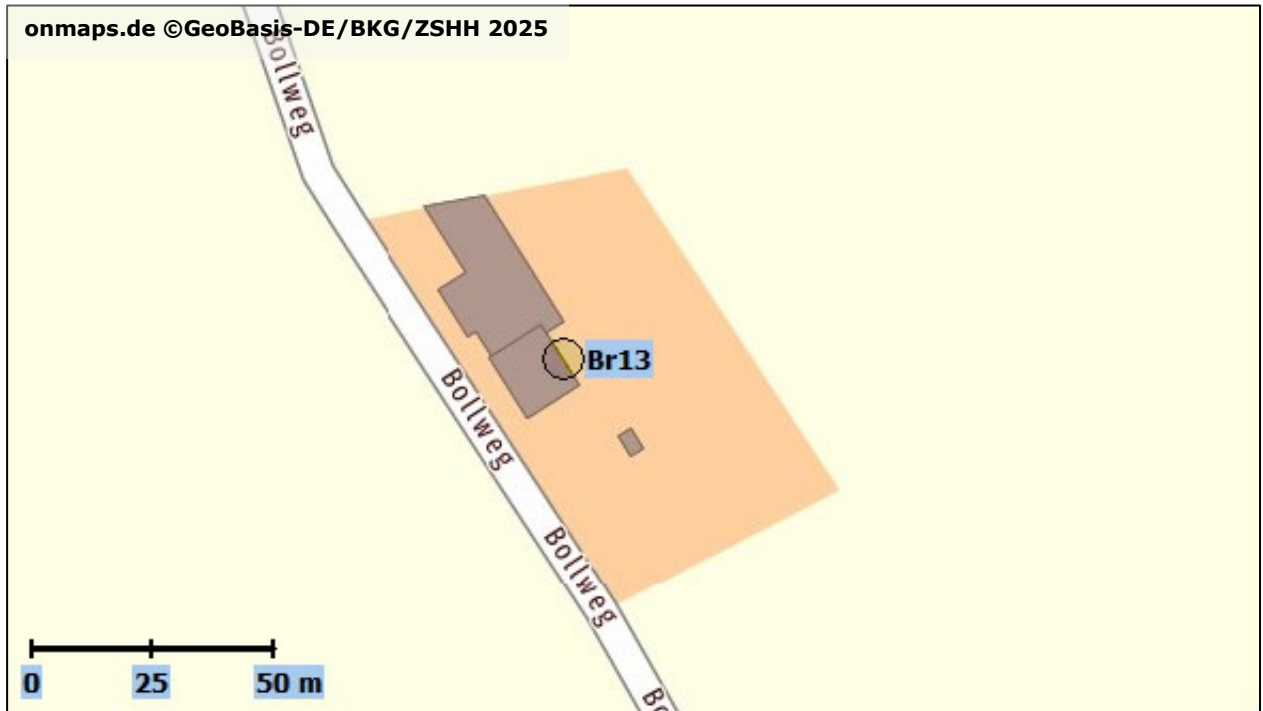


Abbildung 13: Lage der Immissionsorte Br13

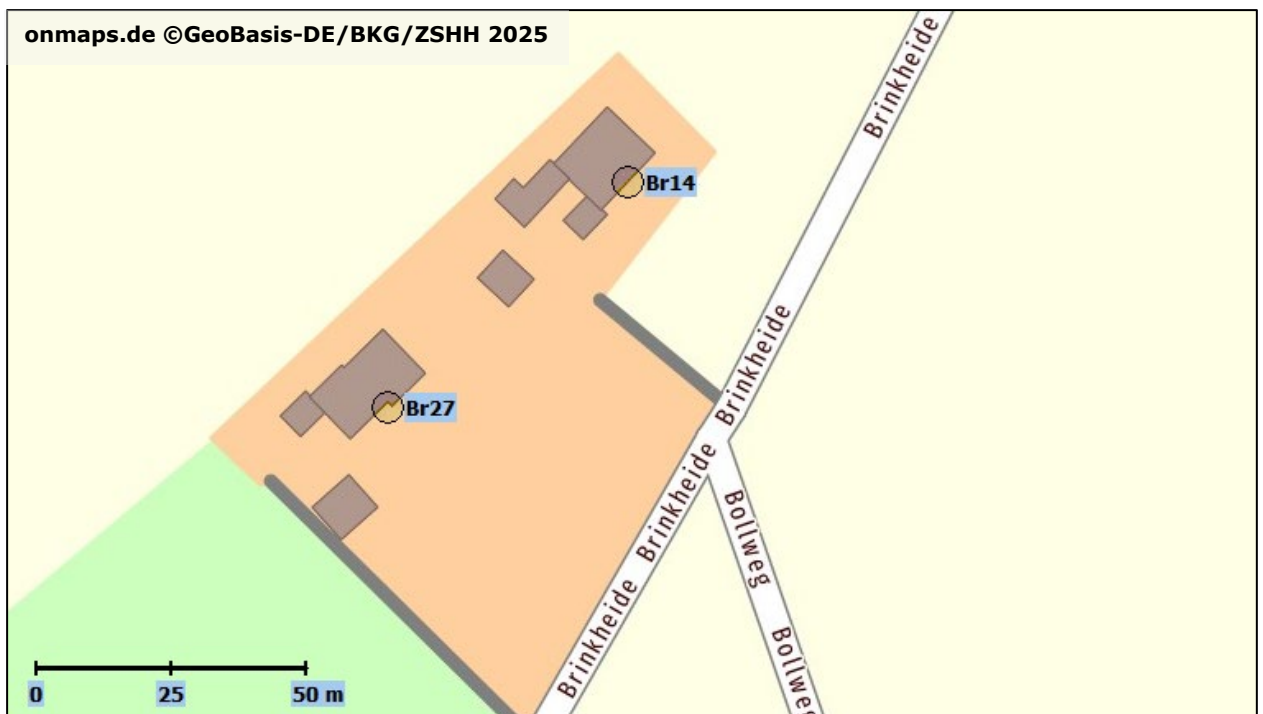


Abbildung 14: Lage der Immissionsorte Br14 und Br27

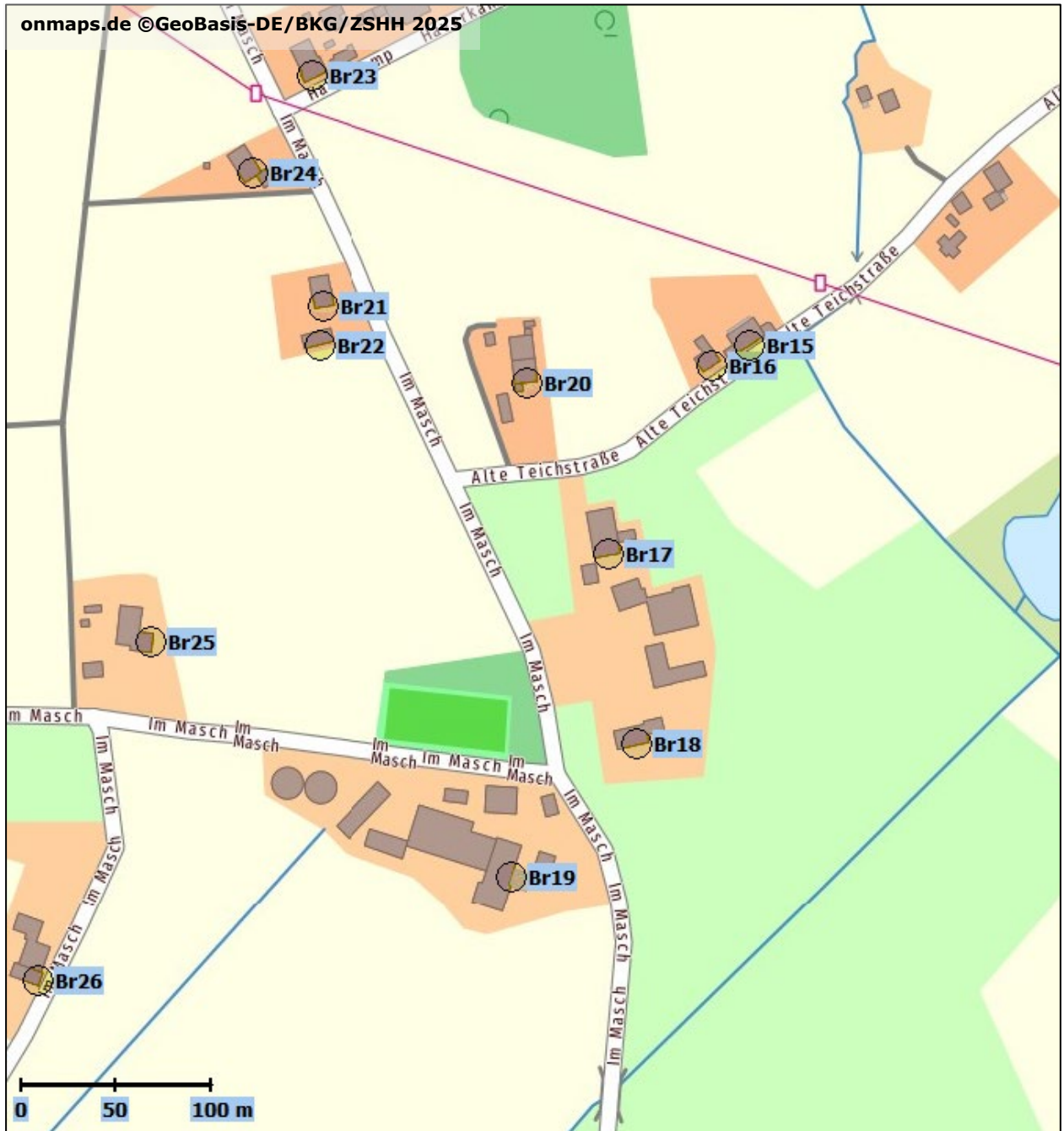


Abbildung 15: Lage der Immissionsorte Br15 - Br26

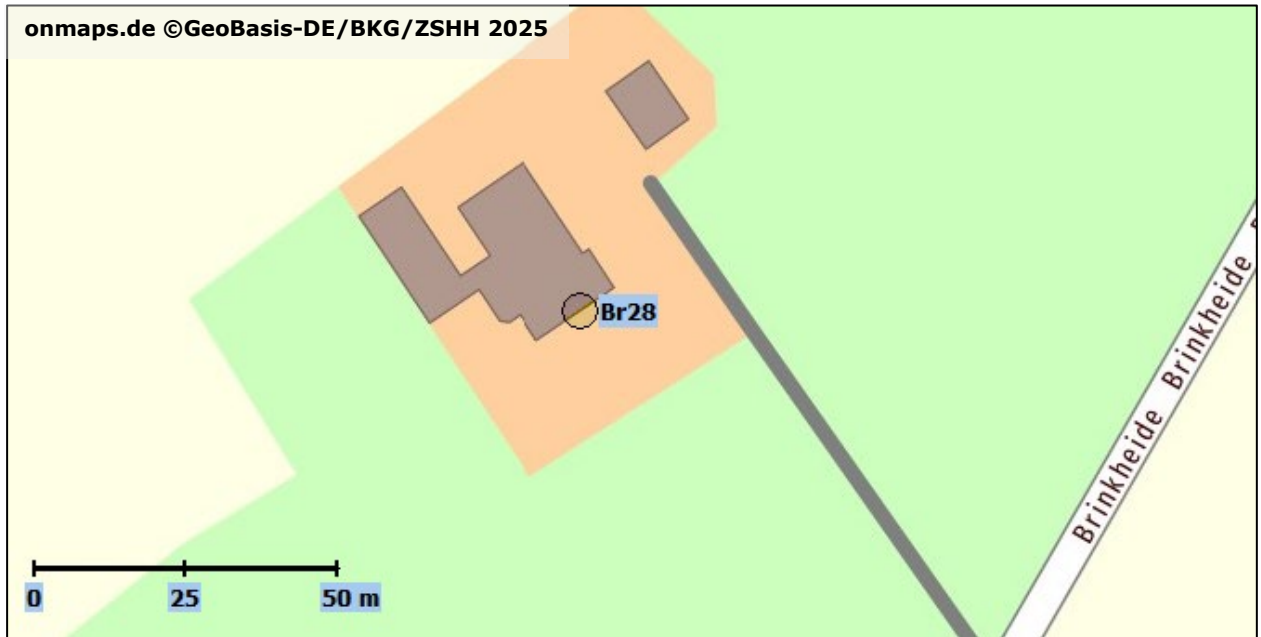


Abbildung 16: Lage des Immissionsortes Br28

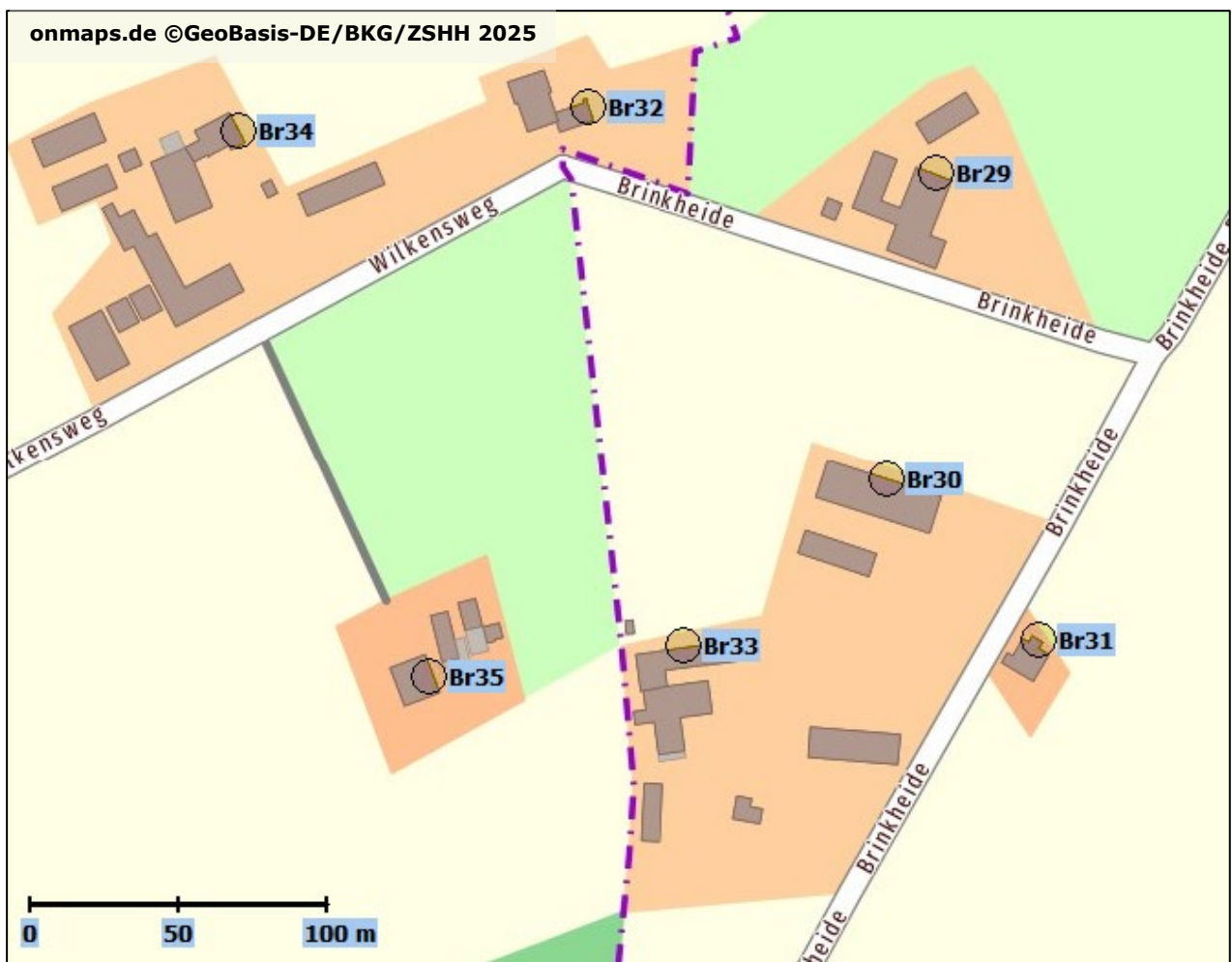


Abbildung 17: Lage der Immissionsorte Br29 – Br35



Abbildung 18: Lage der Immissionsorte Br36 und Br37

2.3 Immissionsrichtwerte

Für die Beurteilung der Erheblichkeit der Belästigung durch Schattenwurf [5] [6] wurden in den WKA-Schattenwurfhinweisen folgende Immissionsrichtwerte festgelegt:

Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (Worst-Case-Betrachtung):

- maximal 30 Stunden Beschattung pro Jahr,
- maximal 30 Minuten Beschattung pro Tag.

Reale jährliche Beschattungsdauer:

- maximal 8 Stunden Beschattung pro Jahr,
- maximal 30 Minuten Beschattung pro Tag.

Überschreiten die Beschattungsdauern die Richtwerte an den Immissionsorten, müssen die Anlagen mit einer Schattenabschaltautomatik ausgestattet werden, die die Beschattungsdauer entsprechend den Richtwerten begrenzt. Die in Kapitel 4 dargestellten Beurteilungen und Empfehlungen basieren auf den Richtwerten für astronomisch maximal mögliche Beschattungszeiten.

2.4 Windenergieanlagen

Der Antragsteller plant am Standort Bad Rothenfelde-Landwehrbach die Errichtung von einer WEA. Die untersuchten Immissionsorte befinden sich im Beschattungsbereich von einer weiteren WEA (siehe Berechnung *Vorbelastung*). Diese wird im weiteren Verlauf als relevante Vorbelastung berücksichtigt. 13 weitere WEA führen aufgrund der Lage und/oder Entfernung zu keinem Schattenwurf an den untersuchten Immissionsorten), weshalb diese für die Berechnung der Gesamtbelastung ausgeschlossen werden.

Die wesentlichen Kenndaten der neu geplanten WEA sowie der relevanten Vorbelastung sind Tabelle 2 zu entnehmen. Der Beschattungsbereich wurde nach dem 20 %-Kriterium [7] aus den Rotorblattdaten und der Nabhöhe ermittelt.

Tabelle 2: Kenndaten Zusatzbelastung (fett) und relevante Vorbelastungs-WEA

Bez.	Typ	<i>NH</i> (m)	<i>RD</i> (m)	max. <i>BT</i> (m)	min. <i>BT</i> (m)	Ø <i>BT</i> (m)	<i>BB</i> (m)
R1	175	160,0	175,0	4,79	1,75	3,27	2.222
L1	N175/6.X	179,0	175,0	4,30	1,34	2,82	1.913

NH: Nabhöhe, *RD*: Rotordurchmesser, *BT*: Blatttiefe, *BB*: Beschattungsbereich

3 SCHATTENWURFBERECHNUNGEN

3.1 Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer

Für die geplante und als Vorbelastung berücksichtigte WEA wurde die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer an den relevanten Immissionsorten berechnet. Hierbei handelt es sich um eine Worst-Case-Betrachtung, d. h. ohne Berücksichtigung von Bewölkung und Stillstandszeiten sowie unter Annahme eines immer zum Sonnenazimut ausgerichteten Rotors (maximale Schattenfläche). Die Berechnungen werden ohne Berücksichtigung der Sichtverschattung durch Bebauung und Bewuchs durchgeführt.

Es wurden folgende Berechnungen durchgeführt:

- Vorbelastung (VB) durch bestehende WEA
- Zusatzbelastung (ZB) durch die neu geplante WEA
- Gesamtbelastung (GB) durch alle relevanten WEA
- Vorbelastung irrelevant

Die Ergebnisse der Berechnungen können Kapitel 3.3 entnommen werden. Die fett hervorgehobenen Werte überschreiten die Immissionsrichtwerte nach den WKA-Schattenwurfhinweisen [2]. Die Beschattungszeiten im Tages- und Jahresverlauf können den grafischen Kalendern in Anhang entnommen werden.

3.2 Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer

Die jährlich im Mittel auftretende, meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer ist für die Genehmigung eines Vorhabens zunächst nicht relevant, sie kann jedoch den Behördenvertretern, Anlagenplanern und Betroffenen einen Eindruck über die tatsächliche, durchschnittlich zu erwartende Belastung geben. Zudem enthält sie Hinweise auf mögliche Abschalthäufigkeiten, da i. d. R. die Begrenzung auf die reale Beschattungsdauer von acht Stunden pro Jahr steuerungstechnisch umgesetzt wird (siehe Freund [8]). Sie berücksichtigt statistische Daten zu

- Sonnenscheinwahrscheinlichkeit (mittlere tägliche Sonnenscheinstunden) je Monat, nach Angaben der Sonnenschein-Datenbank für die Station Bielefeld-Deppendorf,
- Betriebswahrscheinlichkeit der WEA je Richtungssektor sowie Rotorschattenstellung, ermittelt aus der sektoralen Windstatistik der DWD-Station Osnabrück, der Anlaufgeschwindigkeit der WEA und der jeweiligen Lage der Rezeptoren.

Aus den Daten werden zeit- und ortsabhängig differenzierte Wahrscheinlichkeiten des Schattenwurfs berechnet und diese über das Jahr summiert. Da die Berechnung stark von der Qualität der meteorologischen Eingangsdaten abhängt und lokale Gegebenheiten davon abweichen können, sind die Berechnungsergebnisse mit Unsicherheiten von etwa 5-15 % behaftet und haben abschätzenden Charakter.

3.3 Darstellung der Berechnungsergebnisse

In den folgenden Tabellen werden die Berechnungsergebnisse für die Beschattungsdauern ohne schattenwurfbegrenzende Maßnahmen für jeden der 41 untersuchten Immissionsorte dargestellt.

Tabelle 3: Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauern

Bez.	Adresse	Beschattungsdauer: Astronomisch maximal möglich					
		(Std./Jahr)			(Std./Tag)		
		VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
BI01	Bad Laer, Vermolder Str. 33A	9:28	9:26	18:54	0:23	0:21	0:23
BI02	Bad Laer, Brook 1	13:52	0:00	13:52	0:26	0:00	0:26
BI03	Bad Laer, Vermolder Str. 23	0:00	5:16	5:16	0:00	0:19	0:19
BI04	Bad Laer, Vermolder Str. 27	0:00	6:17	6:17	0:00	0:20	0:20
Br01	Bad Rothenfelde, Stockheimer Weg 66	0:00	33:45	33:45	0:00	0:30	0:30
Br02	Bad Rothenfelde, Am Niedersundern 15	0:00	58:20	58:20	0:00	0:49	0:49
Br03	Bad Rothenfelde, Sundernweg 27	0:00	15:55	15:55	0:00	0:31	0:31
Br04	Bad Rothenfelde, Sundernweg 21	0:00	12:50	12:50	0:00	0:28	0:28
Br05	Bad Rothenfelde, Vermolder Str. 74	0:00	127:59	127:59	0:00	1:19	1:19
Br06	Bad Rothenfelde, Brinkheide 8	0:00	16:08	16:08	0:00	0:32	0:32
Br07	Bad Rothenfelde, Brinkheide 23	0:00	101:41	101:41	0:00	1:02	1:02
Br08	Bad Rothenfelde, Brinkheide 24	0:00	91:21	91:21	0:00	1:00	1:00
Br09	Bad Rothenfelde, Brinkheide 20	0:00	79:37	79:37	0:00	0:53	0:53
Br10	Bad Rothenfelde, Brinkheide 35	0:00	71:01	71:01	0:00	1:04	1:04
Br11	Bad Rothenfelde, Brinkheide 37	0:00	69:00	69:00	0:00	1:04	1:04
Br12	Bad Rothenfelde, Im Masch 69	0:00	57:51	57:51	0:00	0:54	0:54
Br13	Bad Rothenfelde, Bollweg 5	0:00	134:36	134:36	0:00	1:11	1:11
Br14	Bad Rothenfelde, Brinkheide 42	0:00	55:40	55:40	0:00	0:57	0:57
Br15	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 32	0:00	21:51	21:51	0:00	0:32	0:32
Br16	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 34	0:00	24:28	24:28	0:00	0:33	0:33
Br17	Bad Rothenfelde, Im Masch 41	0:00	38:19	38:19	0:00	0:36	0:36
Br18	Bad Rothenfelde, Im Masch 43	0:00	47:02	47:02	0:00	0:38	0:38
Br19	Bad Rothenfelde, Im Masch 70	0:00	37:59	37:59	0:00	0:38	0:38
Br20	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 40	0:00	30:34	30:34	0:00	0:33	0:33
Br21	Bad Rothenfelde, Im Masch 30	0:00	30:10	30:10	0:00	0:31	0:31
Br22	Bad Rothenfelde, Im Masch 32	0:00	31:38	31:38	0:00	0:31	0:31
Br23	Bad Rothenfelde, Haverkamp 38	0:00	19:11	19:11	0:00	0:28	0:28
Br24	Bad Rothenfelde, Im Masch 26	0:00	25:16	25:16	0:00	0:30	0:30
Br25	Bad Rothenfelde, Im Masch 48	0:00	26:30	26:30	0:00	0:32	0:32
Br26	Bad Rothenfelde, Im Masch 60	0:00	20:46	20:46	0:00	0:32	0:32
Br27	Bad Rothenfelde, Brinkheide 44	0:00	51:18	51:18	0:00	0:54	0:54
Br28	Bad Rothenfelde, Brinkheide 54	0:00	43:08	43:08	0:00	0:49	0:49

Bez.	Adresse	Beschattungsdauer: Astronomisch maximal möglich					
		(Std./Jahr)			(Std./Tag)		
		VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
Br29	Bad Rothenfelde, Brinkheide 64	0:00	40:20	40:20	0:00	0:43	0:43
Br30	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80B	0:00	50:31	50:31	0:00	0:42	0:42
Br31	Bad Rothenfelde, Brinkheide 77	0:00	62:14	62:14	0:00	0:44	0:44
Br32	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 7	0:00	28:53	28:53	0:00	0:39	0:39
Br33	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80	0:00	46:19	46:19	0:00	0:39	0:39
Br34	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 5	0:00	22:32	22:32	0:00	0:35	0:35
Br35	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 6	0:00	33:05	33:05	0:00	0:36	0:36
Br36	Bad Rothenfelde, Brinkheide 94	0:00	9:29	9:29	0:00	0:23	0:23
Br37	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 4a	0:00	23:03	23:03	0:00	0:31	0:31

Tabelle 4: Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauern pro Jahr

Bez.	Adresse	Beschattungsdauer: Meteorologisch wahrscheinlich (Std./Jahr)		
		VB	ZB	GB
BI01	Bad Laer, Vermolder Str. 33A	1:53	2:51	4:44
BI02	Bad Laer, Brook 1	2:18	0:00	2:18
BI03	Bad Laer, Vermolder Str. 23	0:00	1:20	1:20
BI04	Bad Laer, Vermolder Str. 27	0:00	1:48	1:48
Br01	Bad Rothenfelde, Stockheimer Weg 66	0:00	8:29	8:29
Br02	Bad Rothenfelde, Am Niedersundern 15	0:00	14:47	14:47
Br03	Bad Rothenfelde, Sundernweg 27	0:00	3:37	3:37
Br04	Bad Rothenfelde, Sundernweg 21	0:00	2:38	2:38
Br05	Bad Rothenfelde, Vermolder Str. 74	0:00	13:38	13:38
Br06	Bad Rothenfelde, Brinkheide 8	0:00	1:18	1:18
Br07	Bad Rothenfelde, Brinkheide 23	0:00	10:48	10:48
Br08	Bad Rothenfelde, Brinkheide 24	0:00	10:09	10:09
Br09	Bad Rothenfelde, Brinkheide 20	0:00	8:00	8:00
Br10	Bad Rothenfelde, Brinkheide 35	0:00	12:42	12:42
Br11	Bad Rothenfelde, Brinkheide 37	0:00	12:58	12:58
Br12	Bad Rothenfelde, Im Masch 69	0:00	7:28	7:28
Br13	Bad Rothenfelde, Bollweg 5	0:00	39:36	39:36
Br14	Bad Rothenfelde, Brinkheide 42	0:00	13:47	13:47
Br15	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 32	0:00	1:54	1:54
Br16	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 34	0:00	2:09	2:09
Br17	Bad Rothenfelde, Im Masch 41	0:00	3:31	3:31
Br18	Bad Rothenfelde, Im Masch 43	0:00	4:26	4:26

Bez.	Adresse	Beschattungsdauer: Meteorologisch wahrscheinlich (Std./Jahr)		
		VB	ZB	GB
Br19	Bad Rothenfelde, Im Masch 70	0:00	3:53	3:53
Br20	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 40	0:00	2:45	2:45
Br21	Bad Rothenfelde, Im Masch 30	0:00	2:44	2:44
Br22	Bad Rothenfelde, Im Masch 32	0:00	2:53	2:53
Br23	Bad Rothenfelde, Haverkamp 38	0:00	1:40	1:40
Br24	Bad Rothenfelde, Im Masch 26	0:00	2:15	2:15
Br25	Bad Rothenfelde, Im Masch 48	0:00	2:44	2:44
Br26	Bad Rothenfelde, Im Masch 60	0:00	2:53	2:53
Br27	Bad Rothenfelde, Brinkheide 44	0:00	13:24	13:24
Br28	Bad Rothenfelde, Brinkheide 54	0:00	12:28	12:28
Br29	Bad Rothenfelde, Brinkheide 64	0:00	12:00	12:00
Br30	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80B	0:00	15:02	15:02
Br31	Bad Rothenfelde, Brinkheide 77	0:00	18:28	18:28
Br32	Bad Rothenfelde, Wilkenweg 7	0:00	8:35	8:35
Br33	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80	0:00	13:48	13:48
Br34	Bad Rothenfelde, Wilkenweg 5	0:00	6:40	6:40
Br35	Bad Rothenfelde, Wilkenweg 6	0:00	9:54	9:54
Br36	Bad Rothenfelde, Brinkheide 94	0:00	2:45	2:45
Br37	Bad Rothenfelde, Wilkenweg 4a	0:00	6:45	6:45

4 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

4.1 Beurteilung der Berechnungsergebnisse

Am Windparkstandort Bad Rothenfelde-Landwehrbach wurden für 41 Immissionsorte die Beschattungsdauern durch eine neu geplante WEA sowie einer Vorbelastungs-WEA entsprechend den WKA-Schattenwurfhinweisen [2] berechnet. Die Immissionsrichtwerte der Beschattungsdauern betragen maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag.

IO BI01- BI04, Br04, Br23, Br24 und Br36: An diesen Immissionsorten werden alle Richtwerte eingehalten.

An allen Immissionsorten werden die Richtwerte durch die Vorbelastung eingehalten.

IO Br01 - Br03, Br05 - Br22, Br25 - Br35 und Br37: An diesen Immissionsorten werden die Tages- und/oder Jahreskontingente (Richtwerte) ohne schattenwurfbegrenzende Maßnahmen durch den Einfluss der Zusatzbelastung überschritten.

Aufgrund der berechneten Überschreitungen empfehlen wir eine zeitgesteuerte Abschaltung durch geeignete steuerungstechnische Maßnahmen an den neu geplanten WEA R1 zu implementieren.

4.2 Hinweise zur Abschaltautomatik

Über die Programmierung einer Abschaltautomatik werden die Windenergieanlagen zu den Uhrzeiten abgeschaltet, zu denen ein durch sie hervorgerufener Schattenwurf an einem Immissionspunkt zu einer (weiteren) Überschreitung der o.g. Immissionsrichtwerte führt.

Abschaltautomatiken sind so zu programmieren, dass alle betroffenen Bereiche (Fenster, Balkone usw.) an allen relevanten Immissionspunkten im schattenkritischen Bereich berücksichtigt werden. In der Regel geschieht dies über die Erfassung betroffener Fassaden. Aus den hier (für punktförmige Rezeptoren) angegebenen Zeiten kann *nicht* direkt abgeleitet werden, wie viele Minuten die betreffende WEA tatsächlich abgeschaltet werden muss. Betroffene Gebäudebereiche mit nur seltener oder kurzzeitiger räumlicher Nutzung (z. B. Abstellräume, Toiletten o. ä.) sind in der Regel nicht zu berücksichtigen. Schlafräume, Wohnräume oder Küchen dagegen sind im Allgemeinen zu den fraglichen Tageszeiten wesentliche Aufenthaltsorte der Bewohner.

Das erlaubte Kontingent der tatsächlich auftretenden Beschattungszeit (unter Berücksichtigung von Bewölkungsereignissen mit diffusem oder keinem Schattenwurf) pro Immissionsort beträgt 8 Std. / Jahr, welches über einen zusätzlichen Bestrahlungsstärkesensor erfasst und berücksichtigt werden kann, jedoch in diesem Gutachten nicht bewertet wird. Der Sensor bewirkt einen Weiterbetrieb der Anlagen bei Umgebungshelligkeiten, in denen kein Schattenwurf auftritt (z. Bsp. bei $I < 120 \text{ W/m}^2$). Darüber hinaus können sichtverschattende Objekte wie dauerhafter Bewuchs, Nebengebäude usw. einen Schattenwurf

verhindern, wodurch auf eine Abschaltung für das jeweilige Gebäude verzichtet werden kann. Dies kann am einfachsten nach Errichtung der Anlage mit entsprechenden Fotos dokumentiert und berücksichtigt werden.

4.3 Genauigkeit der Prognose

Den Berechnungen nach den Vorgaben der WKA-Schattenwurfhinweise wird ein Worst-Case-Szenario zugrunde gelegt. In diesem Sinne wird die astronomisch maximal mögliche Beschattung zur Beurteilung herangezogen sowie keine lichtundurchlässigen Hindernisse, die den periodischen Schattenwurf von WEA begrenzen, berücksichtigt. Als Basis für die Bestimmung der Position der Immissionsorte dient Kartenmaterial, das auf den Gebäudeumringen des amtlichen Liegenschaftskataster Deutschland (ALKIS) basiert [9]. Das zugrunde gelegte Höhenmodell basiert auf dem DGM5 Niedersachsen. Damit ist eine Grundgenauigkeit der in eine Prognose eingehenden geometrischen Parameter von mindestens ± 5 m gewährleistet. Die Schattenwurfzeiten werden mit einer Genauigkeit von 1 min pro Tag ausgewiesen. Insgesamt wird damit der geforderten Grundgenauigkeit der in eine Prognose eingehenden geometrischen Parameter (vgl. WKA-Schattenwurfhinweise) entsprochen. Basierend auf der Grundgenauigkeit der Eingangsdaten kann die Unsicherheit bei der Berechnung der Beschattungszeiten mit durchschnittlich ± 1 % angegeben werden [10].

Die detaillierten, auf Grundlage der in Kapitel 2 beschriebenen Daten erzielten Ergebnisse für den Standort Bad Rothenfelde-Landwehrbach sind in Kapitel 3 wiedergegeben. Änderungen an den Positionen der Anlagen, dem Anlagentyp, den in den Herstellerangaben des Anlagentyps genannten Anlagenspezifikationen oder sonstigen relevanten Einflussfaktoren für die Schattenberechnung erfordern ein neues Gutachten, geringfügige Änderungen der NH oder der Koordinaten von <1 m erfordern i. d. R keine Neubewertung.

5 QUELLENVERZEICHNIS

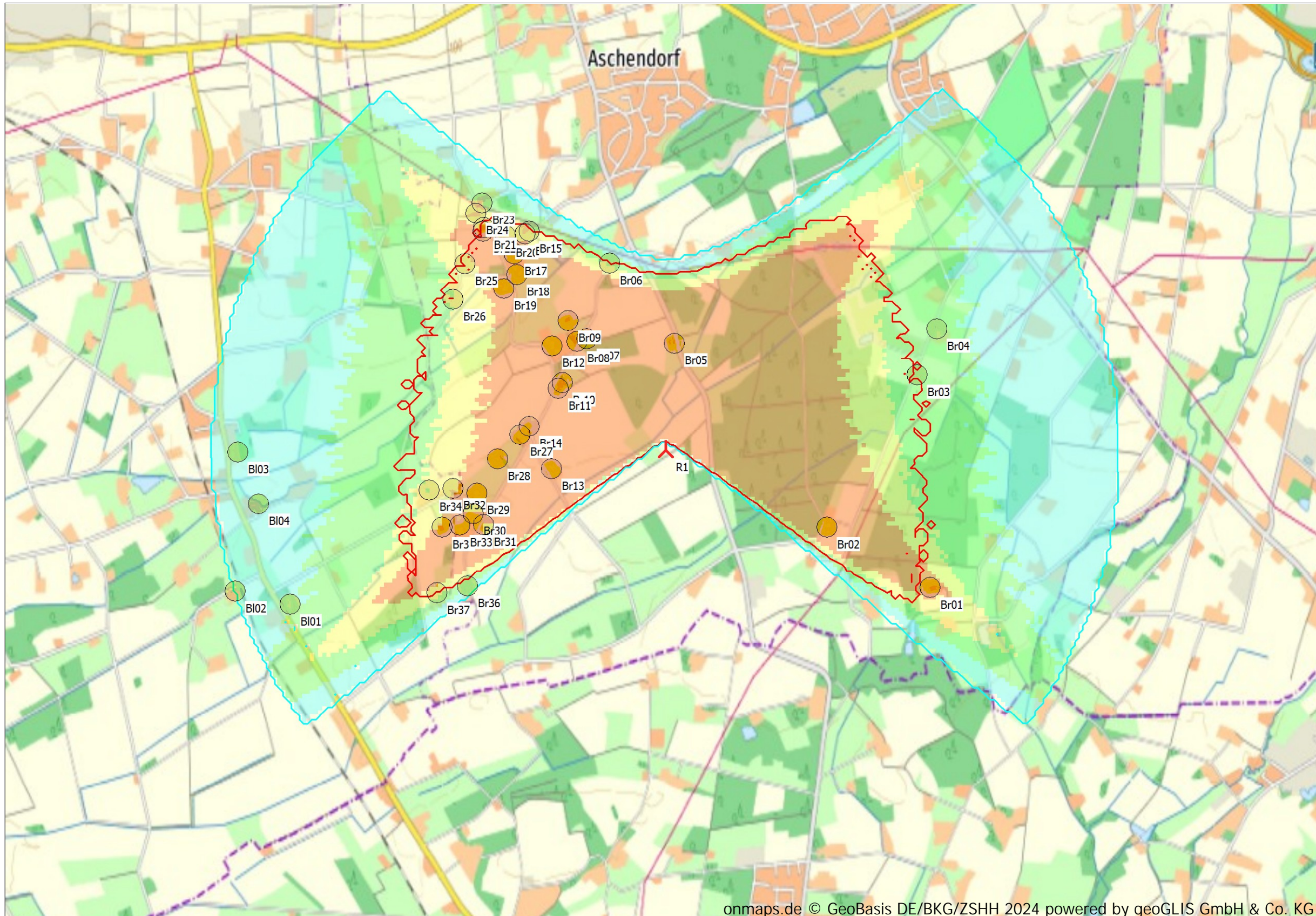
- [1] Norm, „DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien,“ 2018.
- [2] LAI, Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurfhinweise), Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), 23.01.2020.
- [3] EMD, Software windPRO, Modul SHADOW, 9220 Aalborg (DK): EMD International A/S, jeweils aktuellste Version.
- [4] SUA, Ergebnisprotokoll des 3. Fachgesprächs vom 19.11.1999 über Umwelteinwirkungen von Windenergieanlagen, Schleswig: Staatliches Umweltamt Schleswig, 1999.
- [5] J.Pohl, F.Faul,R.Mausfeld, Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Feldstudie, Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 31.07.1999.
- [6] J.Pohl, F.Faul, R.Mausfeld, Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Laborpilotstudie, Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität, 15.05.2000.
- [7] H. D. Freund, Die Reichweite des Schattenwurfs von Windkraftanlagen, Umweltforschungsbank UFORDAT, Juni 1999.
- [8] H. D. Freund, Effektive Einwirkzeit T_w des Schattenwurfs bei $T_{max} = 30$ h/Jahr, Kiel: Institut für Physik und Allgemeine Elektrotechnik, Fachhochschule Kiel, 24.01.2001.
- [9] geoGLIS_oHG, *onmaps GEOBasis-DE / BKG / NRW*, aktuelle Version.
- [10] Ramboll, Interne Analyse zur Sensitivität der Berechnungsergebnisse bezüglich der Genauigkeit der Positionsdaten, 2021-11.

6 ANHANG

- Beschattungskarten für den Windparkstandort Bad Rothenfelde-Landwehrbach
 - Zusatzbelastung
 - Gesamtbelastung
- Berechnungsergebnisse der Beschattungsdauern an den Immissionsorten
 - Vor- und Zusatzbelastung:
 - Hauptergebnis
 - Gesamtbelastung:
 - Hauptergebnis
 - grafische Kalender
 - Beschattungsbereich der irrelevanten Vorbelastung und der Zusatzbelastung
 - Übersichtskarte
- Akkreditierung
- Theoretische Grundlagen

Projekt:
25-1-3083
 Prowind GmbH
 Albert-Einstein-Str. 7
 49076 Osnabrück

Beschreibung:
 Windpark Bad Laer, Landkreises
 Osnabrück, Niedersachsen



Max. Minuten an einem Tag, Astron. max. mögl.

— 0
 — 30

Stunden/Jahr, Astron. max. mögl.

1 - <10
 10 - <20
 20 - <30
 30 - <=645

SHADOW - Karte
 Berechnung:
 Zusatzbelastung

onmaps.de © GeoBasis DE/BKG/ZSHH 2024 powered by geoGLIS GmbH & Co. KG



Karte: Onmaps, Maßstab 1:20.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 441.691 Nord: 5.770.651

Neue WEA

Schattenrezeptor

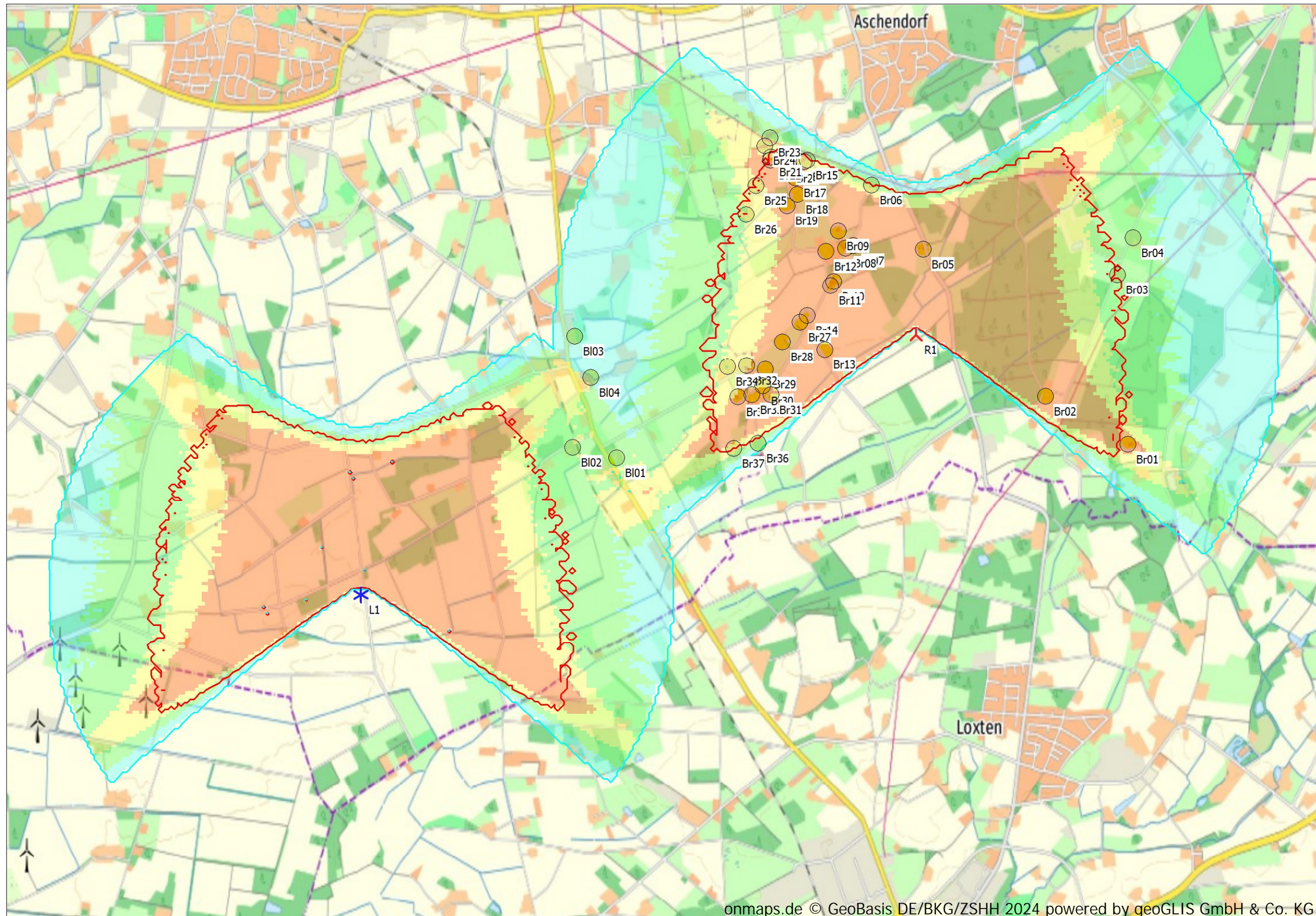
Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: DGM5_ND.wpo (1)
 Zeitschritt: 3 Minuten, Schrittweite: 7 Tag(e), Kartenauflösung: 20 m, Sichtbarkeit Auflösung: 10 m, Augenhöhe: 1,5 m

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

-
 Benjamin Weinrich
 Berechnet:
 16.09.2025 10:50/4.1.273
RAMBOLL

Projekt:
25-1-3083
 Prowind GmbH
 Albert-Einstein-Str. 7
 49076 Osnabrück

Beschreibung:
 Windpark Bad Laer, Landkreises
 Osnabrück, Niedersachsen



Max. Minuten an einem Tag, Astron.max.mögl.	
—	0
—	30
Stunden/Jahr, Astron.max.mögl.	
■	1 - <10
■	10 - <20
■	20 - <30
■	30 - <=645

SHADOW - Karte
 Berechnung:
 Gesamtbelastung

Lizenziertes Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

Berechnet:
 Benjamin Weinrich
 16.09.2025 11:00/4.1.273



▲ Neue WEA

★ Existierende WEA

● Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: DGM5_ND.wpo (1)
 Zeitschritt: 3 Minuten, Schrittweite: 7 Tag(e), Kartenaufösung: 20 m, Sichtbarkeit Auflösung: 10 m, Augenhöhe: 1,5 m

0 250 500 750 1000m

onmaps.de © GeoBasis DE/BKG/ZSHH 2024 powered by geoGLIS GmbH & Co. KG

25-1-3083-000-SWe Schattenwurfprognose Bad Rothenfelde-Landwehrbach

Projekt:
25-1-3083
 Prowind GmbH
 Albert-Einstein-Str. 7
 49076 Osnabrück

Beschreibung:
 Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel
 -
 Benjamin Weinrich
 Berechnet:
 16.09.2025 10:39/4.1.273



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung
 Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
 Siehe WEA-Tabelle

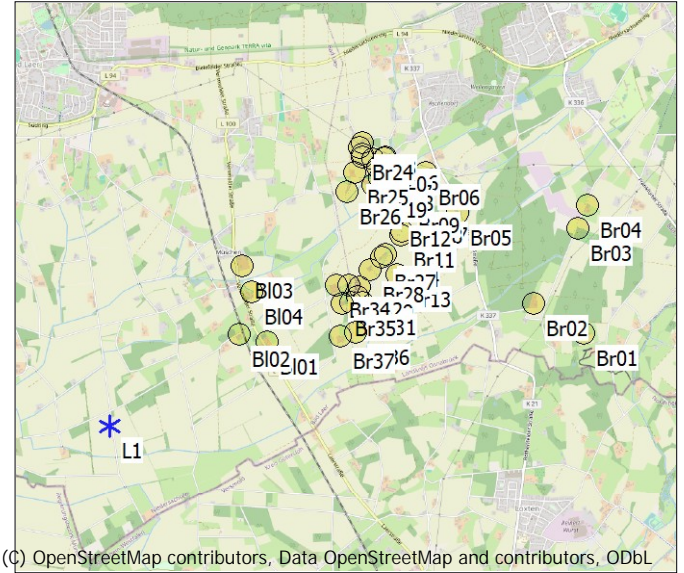
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
 Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
 Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) []
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
 1,52 2,54 3,90 5,87 6,74 6,90 6,87 6,39 4,93 3,39 1,77 1,23

Betriebsdauer je Sektor
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
 307 259 498 820 731 474 487 952 1.410 1.184 774 492 8.388

Monatliche Aggregation der met. wahrsch. Reduzierung
 Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der
 Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf
 den folgenden Annahmen:
 DHM: Höhenlinien: DGM5_ND.wpo (1)
 Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-WGS84 Zone: 32



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Maßstab 1:75.000

* Existierende WEA * Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	NH	Schattendaten	
					Ak-tuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
L1	438.237	5.769.109	70,0	NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !O! N...	Ja	NORDEX	N175/6.X-6.800	6.800	175,0	179,0	1.913	10,9

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
BI01	Bad Laer, Versmolder Str. 33A	439.821	5.769.930	75,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
BI02	Bad Laer, Brook 1	439.551	5.769.997	75,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
BI03	Bad Laer, Versmolder Str. 23	439.573	5.770.678	75,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
BI04	Bad Laer, Versmolder Str. 27	439.670	5.770.422	75,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br01	Bad Rothenfelde, Stockheimer Weg 66	442.972	5.769.974	81,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br02	Bad Rothenfelde, Am Niedersundern 15	442.466	5.770.275	82,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br03	Bad Rothenfelde, Sundernweg 27	442.919	5.771.016	87,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br04	Bad Rothenfelde, Sundernweg 21	443.019	5.771.241	89,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br05	Bad Rothenfelde, Versmolder Str. 74	441.725	5.771.187	82,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br06	Bad Rothenfelde, Brinkheide 8	441.412	5.771.585	82,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br07	Bad Rothenfelde, Brinkheide 23	441.295	5.771.214	81,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br08	Bad Rothenfelde, Brinkheide 24	441.246	5.771.201	81,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br09	Bad Rothenfelde, Brinkheide 20	441.204	5.771.305	81,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br10	Bad Rothenfelde, Brinkheide 35	441.172	5.770.998	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br11	Bad Rothenfelde, Brinkheide 37	441.153	5.770.972	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br12	Bad Rothenfelde, Im Masch 69	441.125	5.771.182	80,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br13	Bad Rothenfelde, Bollweg 5	441.113	5.770.577	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br14	Bad Rothenfelde, Brinkheide 42	441.006	5.770.788	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br15	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 32	441.018	5.771.743	83,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br16	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 34	440.998	5.771.732	83,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br17	Bad Rothenfelde, Im Masch 41	440.942	5.771.634	82,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br18	Bad Rothenfelde, Im Masch 43	440.956	5.771.534	81,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br19	Bad Rothenfelde, Im Masch 70	440.889	5.771.465	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br20	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 40	440.901	5.771.724	83,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br21	Bad Rothenfelde, Im Masch 30	440.794	5.771.766	84,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br22	Bad Rothenfelde, Im Masch 32	440.792	5.771.745	84,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br23	Bad Rothenfelde, Haverkamp 38	440.789	5.771.887	86,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

25-1-3083-000-SWe Schattenwurfprognose Bad Rothenfelde-Landwehrbach

Projekt:

25-1-3083
Prowind GmbH
Albert-Einstein-Str. 7
49076 Osnabrück

Beschreibung:

Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel



Benjamin Weinrich

Berechnet:

16.09.2025 10:39/4.1.273

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]		
Br24	Bad Rothenfelde, Im Masch 26	440.757	5.771.836	85,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br25	Bad Rothenfelde, Im Masch 48	440.701	5.771.590	81,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br26	Bad Rothenfelde, Im Masch 60	440.639	5.771.414	80,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br27	Bad Rothenfelde, Brinkheide 44	440.961	5.770.747	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br28	Bad Rothenfelde, Brinkheide 54	440.850	5.770.629	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br29	Bad Rothenfelde, Brinkheide 64	440.746	5.770.462	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br30	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80B	440.728	5.770.360	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br31	Bad Rothenfelde, Brinkheide 77	440.778	5.770.305	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br32	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 7	440.629	5.770.486	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br33	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80	440.659	5.770.305	79,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br34	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 5	440.511	5.770.479	79,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br35	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 6	440.573	5.770.296	78,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br36	Bad Rothenfelde, Brinkheide 94	440.695	5.770.007	77,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br37	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 4a	440.544	5.769.976	76,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
BI01	Bad Laer, Versmolder Str. 33A	9:28	33	0:23	1:53
BI02	Bad Laer, Brook 1	13:52	40	0:26	2:18
BI03	Bad Laer, Versmolder Str. 23	0:00	0	0:00	0:00
BI04	Bad Laer, Versmolder Str. 27	0:00	0	0:00	0:00
Br01	Bad Rothenfelde, Stockheimer Weg 66	0:00	0	0:00	0:00
Br02	Bad Rothenfelde, Am Niedersundern 15	0:00	0	0:00	0:00
Br03	Bad Rothenfelde, Sundernweg 27	0:00	0	0:00	0:00
Br04	Bad Rothenfelde, Sundernweg 21	0:00	0	0:00	0:00
Br05	Bad Rothenfelde, Versmolder Str. 74	0:00	0	0:00	0:00
Br06	Bad Rothenfelde, Brinkheide 8	0:00	0	0:00	0:00
Br07	Bad Rothenfelde, Brinkheide 23	0:00	0	0:00	0:00
Br08	Bad Rothenfelde, Brinkheide 24	0:00	0	0:00	0:00
Br09	Bad Rothenfelde, Brinkheide 20	0:00	0	0:00	0:00
Br10	Bad Rothenfelde, Brinkheide 35	0:00	0	0:00	0:00
Br11	Bad Rothenfelde, Brinkheide 37	0:00	0	0:00	0:00
Br12	Bad Rothenfelde, Im Masch 69	0:00	0	0:00	0:00
Br13	Bad Rothenfelde, Bollweg 5	0:00	0	0:00	0:00
Br14	Bad Rothenfelde, Brinkheide 42	0:00	0	0:00	0:00
Br15	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 32	0:00	0	0:00	0:00
Br16	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 34	0:00	0	0:00	0:00
Br17	Bad Rothenfelde, Im Masch 41	0:00	0	0:00	0:00
Br18	Bad Rothenfelde, Im Masch 43	0:00	0	0:00	0:00
Br19	Bad Rothenfelde, Im Masch 70	0:00	0	0:00	0:00
Br20	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 40	0:00	0	0:00	0:00
Br21	Bad Rothenfelde, Im Masch 30	0:00	0	0:00	0:00
Br22	Bad Rothenfelde, Im Masch 32	0:00	0	0:00	0:00
Br23	Bad Rothenfelde, Haverkamp 38	0:00	0	0:00	0:00
Br24	Bad Rothenfelde, Im Masch 26	0:00	0	0:00	0:00
Br25	Bad Rothenfelde, Im Masch 48	0:00	0	0:00	0:00
Br26	Bad Rothenfelde, Im Masch 60	0:00	0	0:00	0:00
Br27	Bad Rothenfelde, Brinkheide 44	0:00	0	0:00	0:00
Br28	Bad Rothenfelde, Brinkheide 54	0:00	0	0:00	0:00
Br29	Bad Rothenfelde, Brinkheide 64	0:00	0	0:00	0:00
Br30	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80B	0:00	0	0:00	0:00
Br31	Bad Rothenfelde, Brinkheide 77	0:00	0	0:00	0:00
Br32	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 7	0:00	0	0:00	0:00
Br33	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80	0:00	0	0:00	0:00
Br34	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 5	0:00	0	0:00	0:00
Br35	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 6	0:00	0	0:00	0:00
Br36	Bad Rothenfelde, Brinkheide 94	0:00	0	0:00	0:00
Br37	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 4a	0:00	0	0:00	0:00



Projekt:

25-1-3083
Prowind GmbH
Albert-Einstein-Str. 7
49076 Osnabrück

Beschreibung:

Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel



-
Benjamin Weinrich

Berechnet:

16.09.2025 10:39/4.1.273

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
L1	NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !O! NH: 179,0 m (Ges:266,5 m) (111)	23:20	4:11

Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

25-1-3083-000-SWe Schattenwurfprognose Bad Rothenfelde-Landwehrbach

Projekt:
 25-1-3083
 Prowind GmbH
 Albert-Einstein-Str. 7
 49076 Osnabrück

Beschreibung:
 Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel
 -
 Benjamin Weinrich
 Berechnet:
 16.09.2025 10:50/4.1.273



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung
 Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
 Siehe WEA-Tabelle

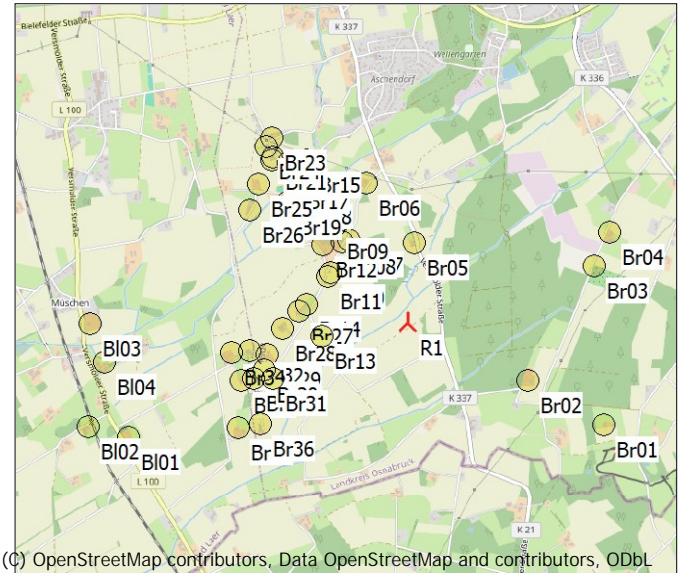
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
 Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
 Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) []
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
 1,52 2,54 3,90 5,87 6,74 6,90 6,87 6,39 4,93 3,39 1,77 1,23

Betriebsdauer je Sektor
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
 307 259 498 820 731 474 487 952 1.410 1.184 774 492 8.388

Monatliche Aggregation der met. wahrsch. Reduzierung
 Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der
 Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf
 den folgenden Annahmen:
 DHM: Höhenlinien: DGM5_ND.wpo (1)
 Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-WGS84 Zone: 32



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Maßstab 1:50.000

Neue WEA

Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ	Ak- tu- ell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	NH	Schattendaten Beschatt.- Bereich	U/min
	[m]								[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
R1	441.676	5.770.663	80,0	VENSYS 175 7800 175,0	!O!	NH: 160,0 m (...Ja	VENSYS	175-7.800	7.800	175,0	160,0	2.222	8,7

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
BI01	Bad Laer, Versmolder Str. 33A	439.821	5.769.930	75,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
BI02	Bad Laer, Brook 1	439.551	5.769.997	75,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
BI03	Bad Laer, Versmolder Str. 23	439.573	5.770.678	75,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
BI04	Bad Laer, Versmolder Str. 27	439.670	5.770.422	75,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br01	Bad Rothenfelde, Stockheimer Weg 66	442.972	5.769.974	81,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br02	Bad Rothenfelde, Am Niedersundern 15	442.466	5.770.275	82,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br03	Bad Rothenfelde, Sundernweg 27	442.919	5.771.016	87,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br04	Bad Rothenfelde, Sundernweg 21	443.019	5.771.241	89,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br05	Bad Rothenfelde, Versmolder Str. 74	441.725	5.771.187	82,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br06	Bad Rothenfelde, Brinkheide 8	441.412	5.771.585	82,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br07	Bad Rothenfelde, Brinkheide 23	441.295	5.771.214	81,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br08	Bad Rothenfelde, Brinkheide 24	441.246	5.771.201	81,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br09	Bad Rothenfelde, Brinkheide 20	441.204	5.771.305	81,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br10	Bad Rothenfelde, Brinkheide 35	441.172	5.770.998	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br11	Bad Rothenfelde, Brinkheide 37	441.153	5.770.972	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br12	Bad Rothenfelde, Im Masch 69	441.125	5.771.182	80,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br13	Bad Rothenfelde, Bollweg 5	441.113	5.770.577	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br14	Bad Rothenfelde, Brinkheide 42	441.006	5.770.788	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br15	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 32	441.018	5.771.743	83,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br16	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 34	440.998	5.771.732	83,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br17	Bad Rothenfelde, Im Masch 41	440.942	5.771.634	82,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br18	Bad Rothenfelde, Im Masch 43	440.956	5.771.534	81,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br19	Bad Rothenfelde, Im Masch 70	440.889	5.771.465	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br20	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 40	440.901	5.771.724	83,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br21	Bad Rothenfelde, Im Masch 30	440.794	5.771.766	84,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br22	Bad Rothenfelde, Im Masch 32	440.792	5.771.745	84,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br23	Bad Rothenfelde, Haverkamp 38	440.789	5.771.887	86,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

25-1-3083-000-SWe Schattenwurfprognose Bad Rothenfelde-Landwehrbach

Projekt:
25-1-3083
 Prowind GmbH
 Albert-Einstein-Str. 7
 49076 Osnabrück

Beschreibung:
 Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel
 -
 Benjamin Weinrich
 Berechnet:
 16.09.2025 10:50/4.1.273



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
Br24	Bad Rothenfelde, Im Masch 26	440.757	5.771.836	85,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br25	Bad Rothenfelde, Im Masch 48	440.701	5.771.590	81,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br26	Bad Rothenfelde, Im Masch 60	440.639	5.771.414	80,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br27	Bad Rothenfelde, Brinkheide 44	440.961	5.770.747	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br28	Bad Rothenfelde, Brinkheide 54	440.850	5.770.629	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br29	Bad Rothenfelde, Brinkheide 64	440.746	5.770.462	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br30	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80B	440.728	5.770.360	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br31	Bad Rothenfelde, Brinkheide 77	440.778	5.770.305	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br32	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 7	440.629	5.770.486	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br33	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80	440.659	5.770.305	79,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br34	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 5	440.511	5.770.479	79,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br35	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 6	440.573	5.770.296	78,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br36	Bad Rothenfelde, Brinkheide 94	440.695	5.770.007	77,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br37	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 4a	440.544	5.769.976	76,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
BI01	Bad Laer, Versmolder Str. 33A	9:26	37	0:21	2:51
BI02	Bad Laer, Brook 1	0:00	0	0:00	0:00
BI03	Bad Laer, Versmolder Str. 23	5:16	24	0:19	1:20
BI04	Bad Laer, Versmolder Str. 27	6:17	26	0:20	1:48
Br01	Bad Rothenfelde, Stockheimer Weg 66	33:45	82	0:30	8:29
Br02	Bad Rothenfelde, Am Niedersundern 15	58:20	83	0:49	14:47
Br03	Bad Rothenfelde, Sundernweg 27	15:55	40	0:31	3:37
Br04	Bad Rothenfelde, Sundernweg 21	12:50	37	0:28	2:38
Br05	Bad Rothenfelde, Versmolder Str. 74	127:59	109	1:19	13:38
Br06	Bad Rothenfelde, Brinkheide 8	16:08	38	0:32	1:18
Br07	Bad Rothenfelde, Brinkheide 23	101:41	121	1:02	10:48
Br08	Bad Rothenfelde, Brinkheide 24	91:21	127	1:00	10:09
Br09	Bad Rothenfelde, Brinkheide 20	79:37	108	0:53	8:00
Br10	Bad Rothenfelde, Brinkheide 35	71:01	85	1:04	12:42
Br11	Bad Rothenfelde, Brinkheide 37	69:00	83	1:04	12:58
Br12	Bad Rothenfelde, Im Masch 69	57:51	84	0:54	7:28
Br13	Bad Rothenfelde, Bollweg 5	134:36	136	1:11	39:36
Br14	Bad Rothenfelde, Brinkheide 42	55:40	75	0:57	13:47
Br15	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 32	21:51	50	0:32	1:54
Br16	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 34	24:28	54	0:33	2:09
Br17	Bad Rothenfelde, Im Masch 41	38:19	74	0:36	3:31
Br18	Bad Rothenfelde, Im Masch 43	47:02	88	0:38	4:26
Br19	Bad Rothenfelde, Im Masch 70	37:59	82	0:38	3:53
Br20	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 40	30:34	64	0:33	2:45
Br21	Bad Rothenfelde, Im Masch 30	30:10	66	0:31	2:44
Br22	Bad Rothenfelde, Im Masch 32	31:38	70	0:31	2:53
Br23	Bad Rothenfelde, Haverkamp 38	19:11	50	0:28	1:40
Br24	Bad Rothenfelde, Im Masch 26	25:16	60	0:30	2:15
Br25	Bad Rothenfelde, Im Masch 48	26:30	68	0:32	2:44
Br26	Bad Rothenfelde, Im Masch 60	20:46	49	0:32	2:53
Br27	Bad Rothenfelde, Brinkheide 44	51:18	72	0:54	13:24
Br28	Bad Rothenfelde, Brinkheide 54	43:08	69	0:49	12:28
Br29	Bad Rothenfelde, Brinkheide 64	40:20	72	0:43	12:00
Br30	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80B	50:31	100	0:42	15:02
Br31	Bad Rothenfelde, Brinkheide 77	62:14	97	0:44	18:28
Br32	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 7	28:53	57	0:39	8:35
Br33	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80	46:19	103	0:39	13:48
Br34	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 5	22:32	50	0:35	6:40
Br35	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 6	33:05	72	0:36	9:54
Br36	Bad Rothenfelde, Brinkheide 94	9:29	31	0:23	2:45
Br37	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 4a	23:03	54	0:31	6:45



Projekt:

25-1-3083
Prowind GmbH
Albert-Einstein-Str. 7
49076 Osnabrück

Beschreibung:

Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel



-
Benjamin Weinrich

Berechnet:

16.09.2025 10:50/4.1.273

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
R1	VENSYS 175 7800 175.0 !O! NH: 160,0 m (Ges:247,5 m) (14)	853:01	172:40

Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

25-1-3083-000-SWe Schattenwurfprognose Bad Rothenfelde-Landwehrbach

Projekt:
25-1-3083
Prowind GmbH
Albert-Einstein-Str. 7
49076 Osnabrück

Beschreibung:
Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Benjamin Weinrich
Berechnet:
16.09.2025 11:00/4.1.273



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung
Annahmen für Schattenwurfberechnung
Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

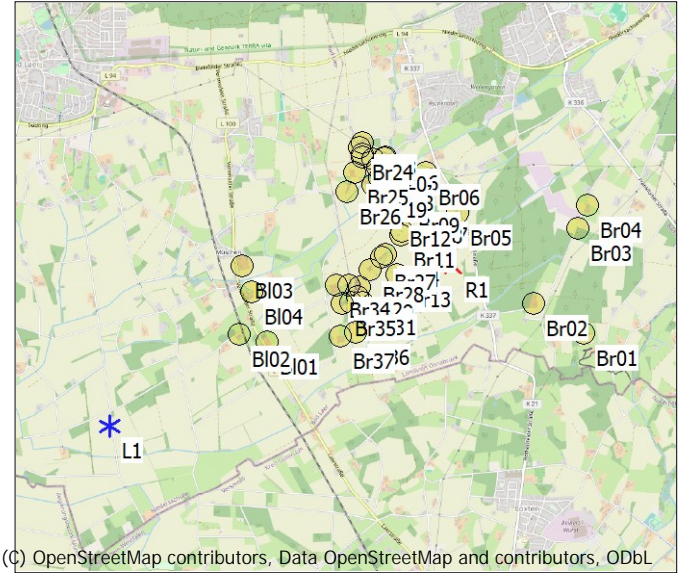
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) []
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,52 2,54 3,90 5,87 6,74 6,90 6,87 6,39 4,93 3,39 1,77 1,23

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
307 259 498 820 731 474 487 952 1.410 1.184 774 492 8.388

Monatliche Aggregation der met. wahrsch. Reduzierung
Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
DHM: Höhenlinien: DGM5_ND.wpo (1)
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Maßstab 1:75.000
 Neue WEA
 Schattenrezeptor
 Existierende WEA

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Schattendaten				
					Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotordurchmesser	NH	Beschatt.-Bereich	U/min
L1	438.237	5.769.109	70,0	NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !O! N...	Ja	NORDEX	N175/6.X-6.800	6.800 [kW]	175,0 [m]	179,0 [m]	1.913 [m]	10,9 [U/min]
R1	441.676	5.770.663	80,0	VENSYS 175 7800 175.0 !O! NH: 160...	Ja	VENSYS	175-7.800	7.800 [kW]	175,0 [m]	160,0 [m]	2.222 [m]	8,7 [U/min]

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
BI01	Bad Laer, Versmolder Str. 33A	439.821	5.769.930	75,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
BI02	Bad Laer, Brook 1	439.551	5.769.997	75,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
BI03	Bad Laer, Versmolder Str. 23	439.573	5.770.678	75,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
BI04	Bad Laer, Versmolder Str. 27	439.670	5.770.422	75,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br01	Bad Rothenfelde, Stockheimer Weg 66	442.972	5.769.974	81,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br02	Bad Rothenfelde, Am Niedersundern 15	442.466	5.770.275	82,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br03	Bad Rothenfelde, Sundernweg 27	442.919	5.771.016	87,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br04	Bad Rothenfelde, Sundernweg 21	443.019	5.771.241	89,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br05	Bad Rothenfelde, Versmolder Str. 74	441.725	5.771.187	82,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br06	Bad Rothenfelde, Brinkeheide 8	441.412	5.771.585	82,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br07	Bad Rothenfelde, Brinkeheide 23	441.295	5.771.214	81,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br08	Bad Rothenfelde, Brinkeheide 24	441.246	5.771.201	81,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br09	Bad Rothenfelde, Brinkeheide 20	441.204	5.771.305	81,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br10	Bad Rothenfelde, Brinkeheide 35	441.172	5.770.998	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br11	Bad Rothenfelde, Brinkeheide 37	441.153	5.770.972	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br12	Bad Rothenfelde, Im Masch 69	441.125	5.771.182	80,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br13	Bad Rothenfelde, Bollweg 5	441.113	5.770.577	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br14	Bad Rothenfelde, Brinkeheide 42	441.006	5.770.788	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br15	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 32	441.018	5.771.743	83,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br16	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 34	440.998	5.771.732	83,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br17	Bad Rothenfelde, Im Masch 41	440.942	5.771.634	82,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br18	Bad Rothenfelde, Im Masch 43	440.956	5.771.534	81,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br19	Bad Rothenfelde, Im Masch 70	440.889	5.771.465	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br20	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 40	440.901	5.771.724	83,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br21	Bad Rothenfelde, Im Masch 30	440.794	5.771.766	84,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br22	Bad Rothenfelde, Im Masch 32	440.792	5.771.745	84,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

25-1-3083-000-SWe Schattenwurfprognose Bad Rothenfelde-Landwehrbach

Projekt:
25-1-3083
 Prowind GmbH
 Albert-Einstein-Str. 7
 49076 Osnabrück

Beschreibung:
 Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel



-
 Benjamin Weinrich
 Berechnet:
 16.09.2025 11:00/4.1.273

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
Br23	Bad Rothenfelde, Haverkamp 38	440.789	5.771.887	86,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br24	Bad Rothenfelde, Im Masch 26	440.757	5.771.836	85,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br25	Bad Rothenfelde, Im Masch 48	440.701	5.771.590	81,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br26	Bad Rothenfelde, Im Masch 60	440.639	5.771.414	80,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br27	Bad Rothenfelde, Brinkheide 44	440.961	5.770.747	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br28	Bad Rothenfelde, Brinkheide 54	440.850	5.770.629	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br29	Bad Rothenfelde, Brinkheide 64	440.746	5.770.462	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br30	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80B	440.728	5.770.360	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br31	Bad Rothenfelde, Brinkheide 77	440.778	5.770.305	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br32	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 7	440.629	5.770.486	80,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br33	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80	440.659	5.770.305	79,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br34	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 5	440.511	5.770.479	79,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br35	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 6	440.573	5.770.296	78,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br36	Bad Rothenfelde, Brinkheide 94	440.695	5.770.007	77,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Br37	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 4a	440.544	5.769.976	76,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]	Stunden/Jahr [h/a]	
BI01	Bad Laer, Versmolder Str. 33A	18:54	70	0:23	4:44	
BI02	Bad Laer, Brook 1	13:52	40	0:26	2:18	
BI03	Bad Laer, Versmolder Str. 23	5:16	24	0:19	1:20	
BI04	Bad Laer, Versmolder Str. 27	6:17	26	0:20	1:48	
Br01	Bad Rothenfelde, Stockheimer Weg 66	33:45	82	0:30	8:29	
Br02	Bad Rothenfelde, Am Niedersundern 15	58:20	83	0:49	14:47	
Br03	Bad Rothenfelde, Sundernweg 27	15:55	40	0:31	3:37	
Br04	Bad Rothenfelde, Sundernweg 21	12:50	37	0:28	2:38	
Br05	Bad Rothenfelde, Versmolder Str. 74	127:59	109	1:19	13:38	
Br06	Bad Rothenfelde, Brinkheide 8	16:08	38	0:32	1:18	
Br07	Bad Rothenfelde, Brinkheide 23	101:41	121	1:02	10:48	
Br08	Bad Rothenfelde, Brinkheide 24	91:21	127	1:00	10:09	
Br09	Bad Rothenfelde, Brinkheide 20	79:37	108	0:53	8:00	
Br10	Bad Rothenfelde, Brinkheide 35	71:01	85	1:04	12:42	
Br11	Bad Rothenfelde, Brinkheide 37	69:00	83	1:04	12:58	
Br12	Bad Rothenfelde, Im Masch 69	57:51	84	0:54	7:28	
Br13	Bad Rothenfelde, Bollweg 5	134:36	136	1:11	39:36	
Br14	Bad Rothenfelde, Brinkheide 42	55:40	75	0:57	13:47	
Br15	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 32	21:51	50	0:32	1:54	
Br16	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 34	24:28	54	0:33	2:09	
Br17	Bad Rothenfelde, Im Masch 41	38:19	74	0:36	3:31	
Br18	Bad Rothenfelde, Im Masch 43	47:02	88	0:38	4:26	
Br19	Bad Rothenfelde, Im Masch 70	37:59	82	0:38	3:53	
Br20	Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 40	30:34	64	0:33	2:45	
Br21	Bad Rothenfelde, Im Masch 30	30:10	66	0:31	2:44	
Br22	Bad Rothenfelde, Im Masch 32	31:38	70	0:31	2:53	
Br23	Bad Rothenfelde, Haverkamp 38	19:11	50	0:28	1:40	
Br24	Bad Rothenfelde, Im Masch 26	25:16	60	0:30	2:15	
Br25	Bad Rothenfelde, Im Masch 48	26:30	68	0:32	2:44	
Br26	Bad Rothenfelde, Im Masch 60	20:46	49	0:32	2:53	
Br27	Bad Rothenfelde, Brinkheide 44	51:18	72	0:54	13:24	
Br28	Bad Rothenfelde, Brinkheide 54	43:08	69	0:49	12:28	
Br29	Bad Rothenfelde, Brinkheide 64	40:20	72	0:43	12:00	
Br30	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80B	50:31	100	0:42	15:02	
Br31	Bad Rothenfelde, Brinkheide 77	62:14	97	0:44	18:28	
Br32	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 7	28:53	57	0:39	8:35	
Br33	Bad Rothenfelde, Brinkheide 80	46:19	103	0:39	13:48	
Br34	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 5	22:32	50	0:35	6:40	
Br35	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 6	33:05	72	0:36	9:54	
Br36	Bad Rothenfelde, Brinkheide 94	9:29	31	0:23	2:45	
Br37	Bad Rothenfelde, Wilkensweg 4a	23:03	54	0:31	6:45	



25-1-3083-000-SWe Schattenwurfprognose Bad Rothenfelde-Landwehrbach

Projekt:

25-1-3083
Prowind GmbH
Albert-Einstein-Str. 7
49076 Osnabrück

Beschreibung:

Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel



-
Benjamin Weinrich

Berechnet:

16.09.2025 11:00/4.1.273

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
L1	NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !O! NH: 179,0 m (Ges:266,5 m) (111)	23:20	4:11
R1	VENSYS 175 7800 175.0 !O! NH: 160,0 m (Ges:247,5 m) (14)	853:01	172:13

Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

25-1-3083-000-SWe Schattenwurfprognose Bad Rothenfelde-Landwehrbach

Projekt:
 25-1-3083
 Prowind GmbH
 Albert-Einstein-Str. 7
 49076 Osnabrück

Beschreibung:
 Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

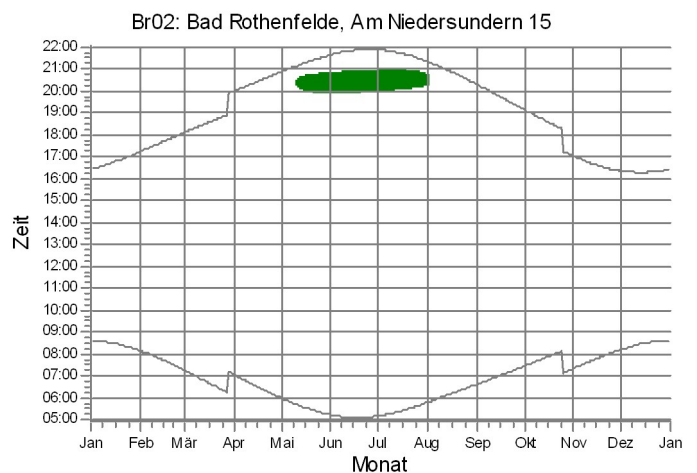
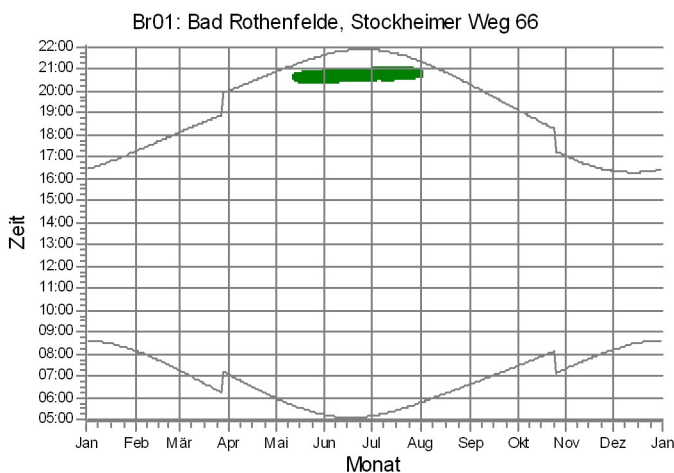
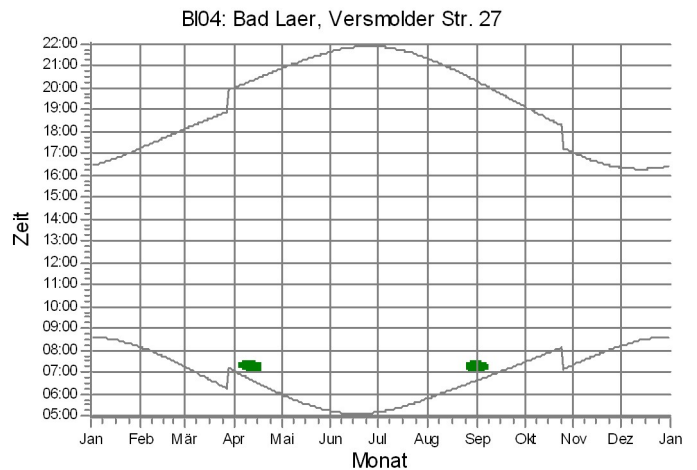
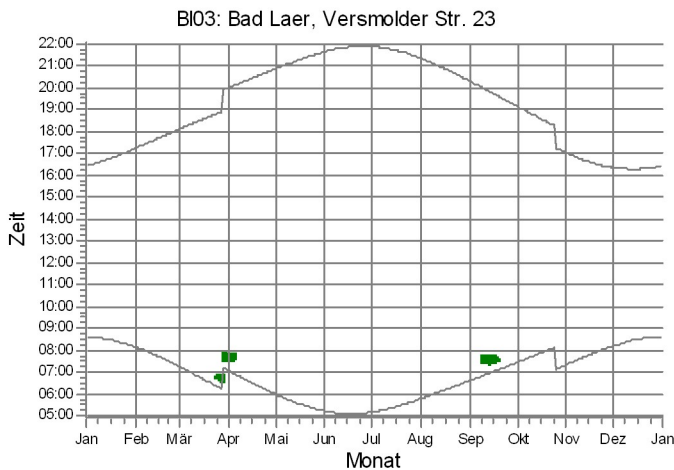
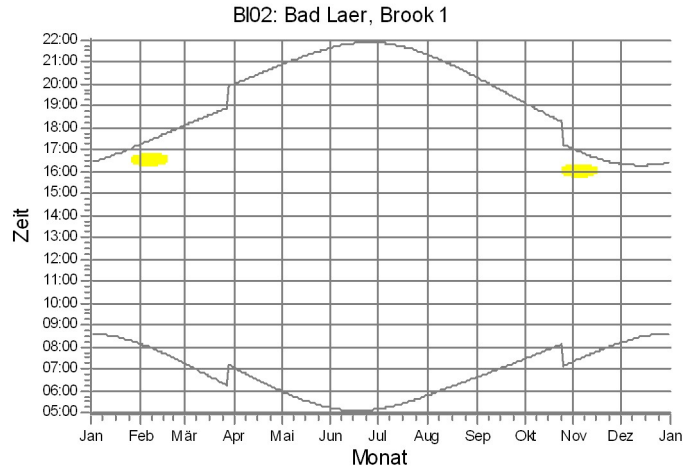
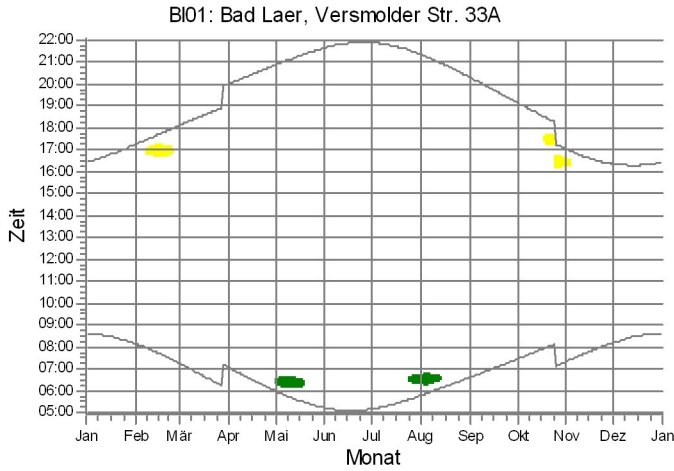
Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel



Benjamin Weinrich
 Berechnet:
 16.09.2025 11:00/4.1.273

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



WEA

- R1: VENSYS 175 7800 175.0 !O! NH: 160,0 m (Ges:247,5 m) (14)
- L1: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !O! NH: 179,0 m (Ges:266,5 m) (111)

25-1-3083-000-SWe Schattenwurfprognose Bad Rothenfelde-Landwehrbach

Projekt:
 25-1-3083
 Prowind GmbH
 Albert-Einstein-Str. 7
 49076 Osnabrück

Beschreibung:
 Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

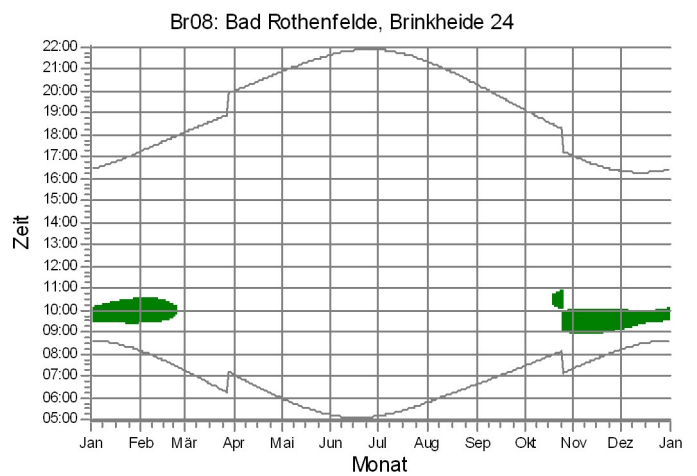
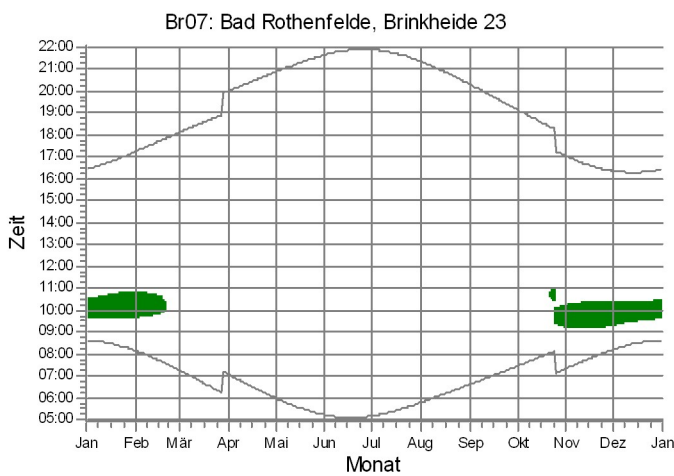
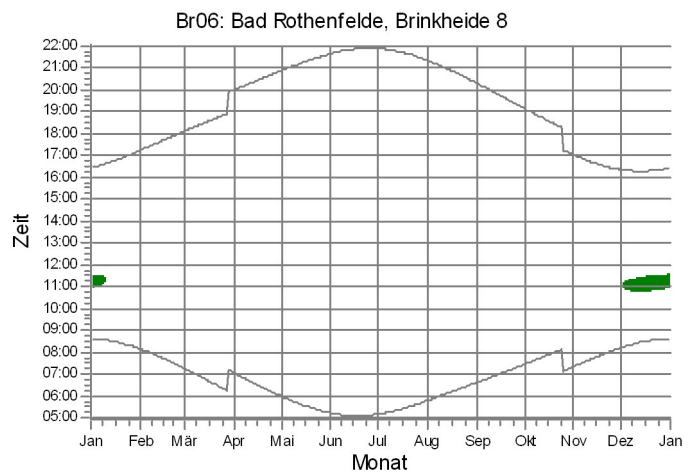
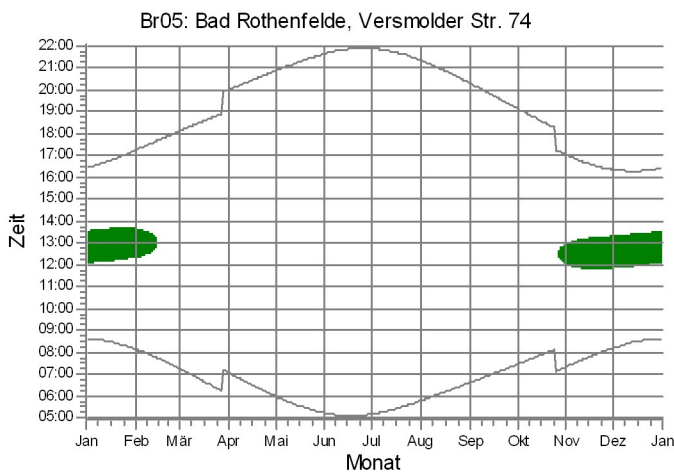
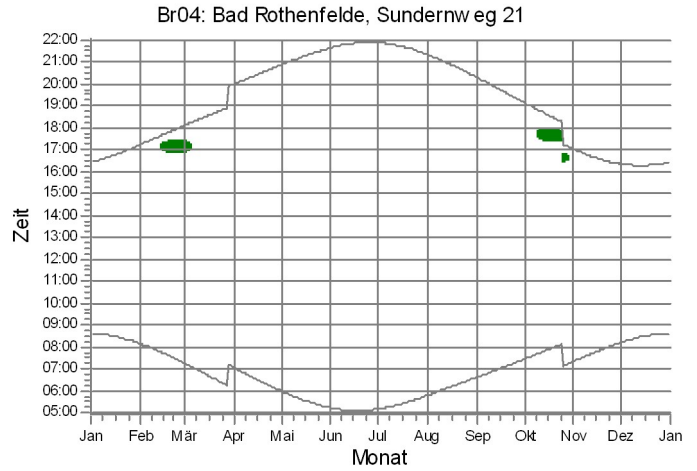
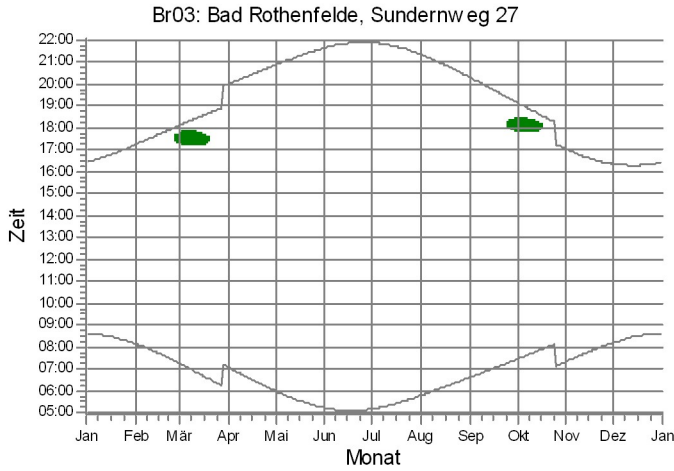
Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel



Benjamin Weinrich
 Berechnet:
 16.09.2025 11:00/4.1.273

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



WEA

R1: VENSYS 175 7800 175.0 !O! NH: 160,0 m (Ges:247,5 m) (14)

25-1-3083-000-SWe Schattenwurfprognose Bad Rothenfelde-Landwehrbach

Projekt:
25-1-3083
 Prowind GmbH
 Albert-Einstein-Str. 7
 49076 Osnabrück

Beschreibung:
 Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

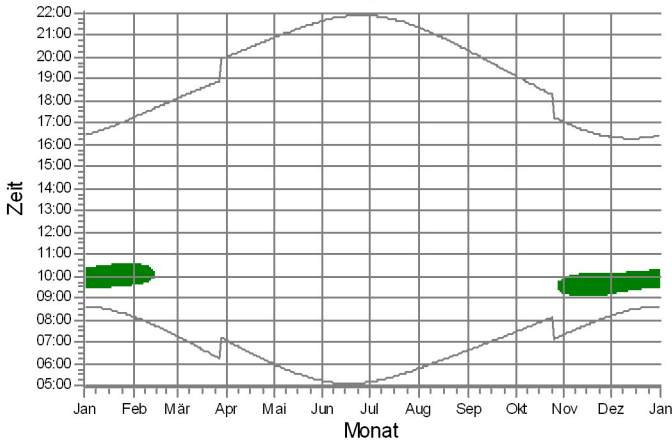


Benjamin Weinrich
 Berechnet:
 16.09.2025 11:00/4.1.273

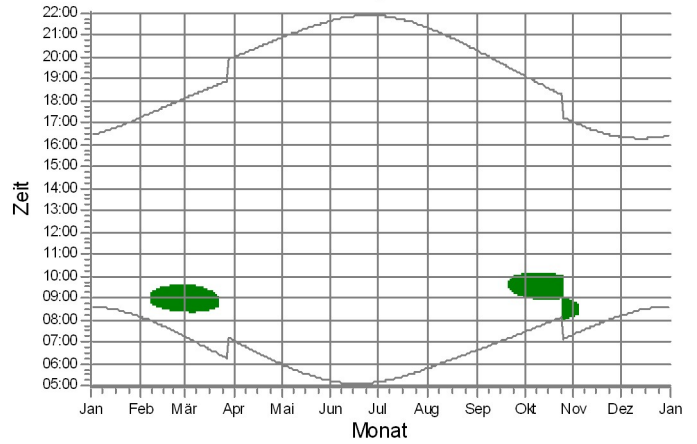
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

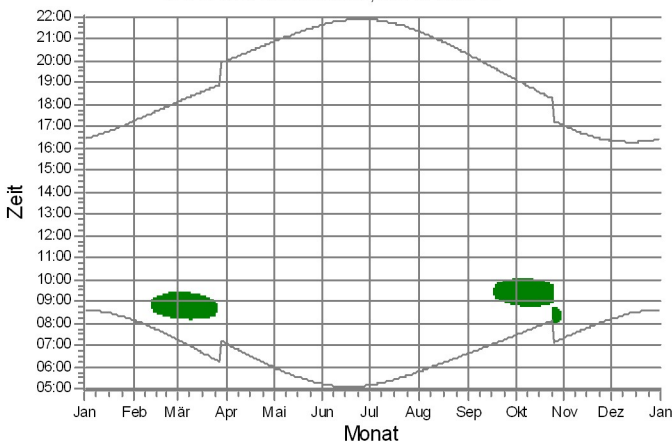
Br09: Bad Rothenfelde, Brinkeide 20



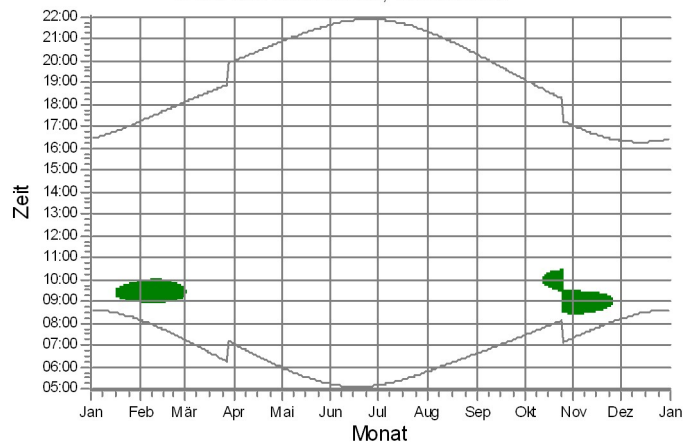
Br10: Bad Rothenfelde, Brinkeide 35



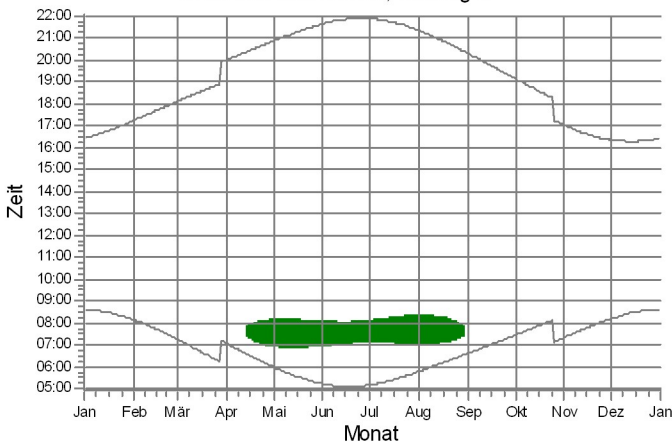
Br11: Bad Rothenfelde, Brinkeide 37



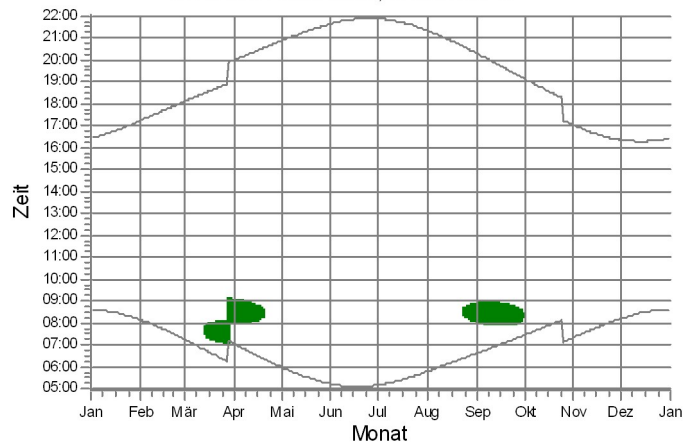
Br12: Bad Rothenfelde, Im Masch 69



Br13: Bad Rothenfelde, Bollweg 5



Br14: Bad Rothenfelde, Brinkeide 42



WEA

R1: VENSYS 175 7800 175.0 !O! NH: 160,0 m (Ges:247,5 m) (14)

25-1-3083-000-SWe Schattenwurfprognose Bad Rothenfelde-Landwehrbach

Projekt:
 25-1-3083
 Prowind GmbH
 Albert-Einstein-Str. 7
 49076 Osnabrück

Beschreibung:
 Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

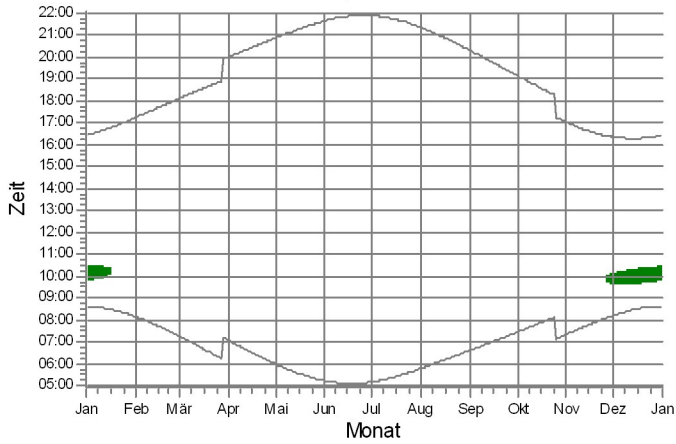


Benjamin Weinrich
 Berechnet:
 16.09.2025 11:00/4.1.273

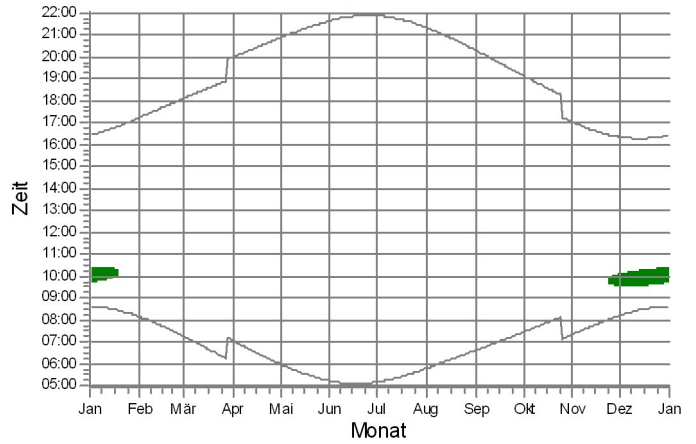
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

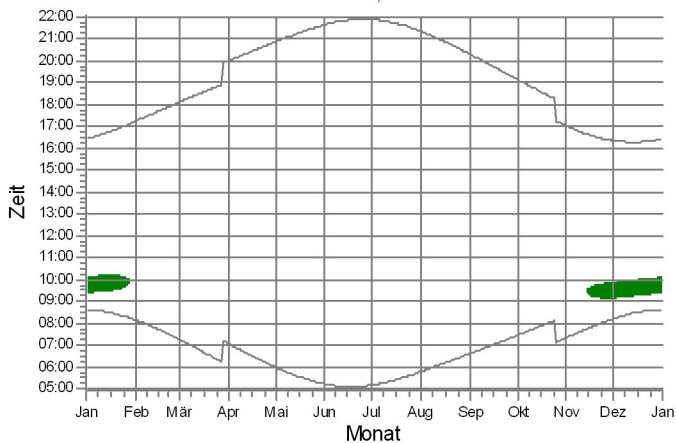
Br15: Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 32



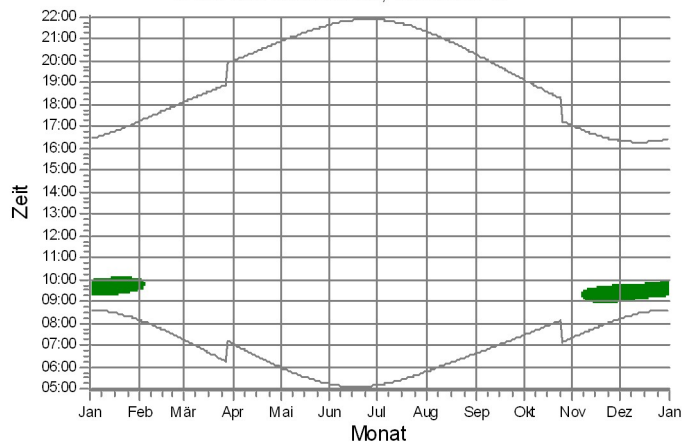
Br16: Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 34



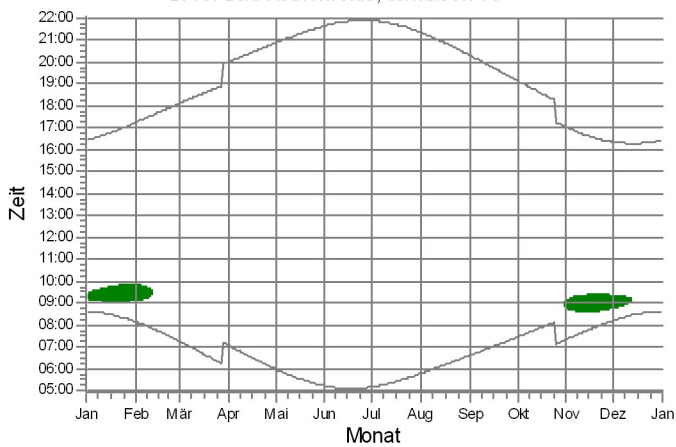
Br17: Bad Rothenfelde, Im Masch 41



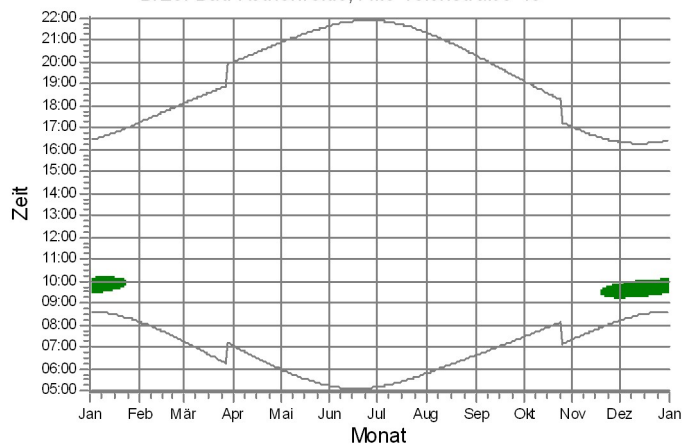
Br18: Bad Rothenfelde, Im Masch 43



Br19: Bad Rothenfelde, Im Masch 70



Br20: Bad Rothenfelde, Alte Teichstraße 40



WEA

R1: VENSYS 175 7800 175.0 !O! NH: 160,0 m (Ges:247,5 m) (14)

25-1-3083-000-SWe Schattenwurfprognose Bad Rothenfelde-Landwehrbach

Projekt:
25-1-3083
 Prowind GmbH
 Albert-Einstein-Str. 7
 49076 Osnabrück

Beschreibung:
 Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

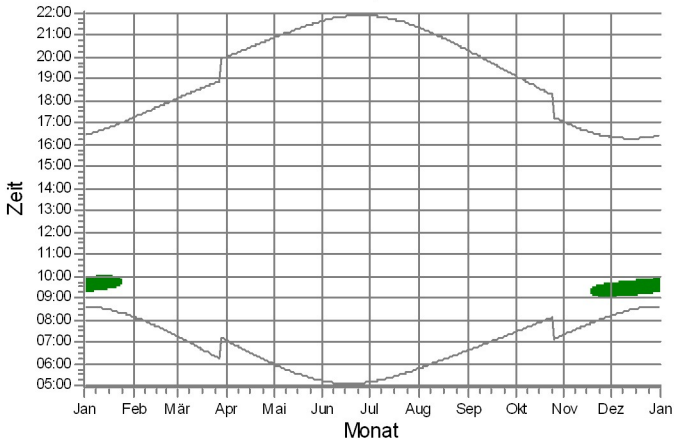


Benjamin Weinrich
 Berechnet:
 16.09.2025 11:00/4.1.273

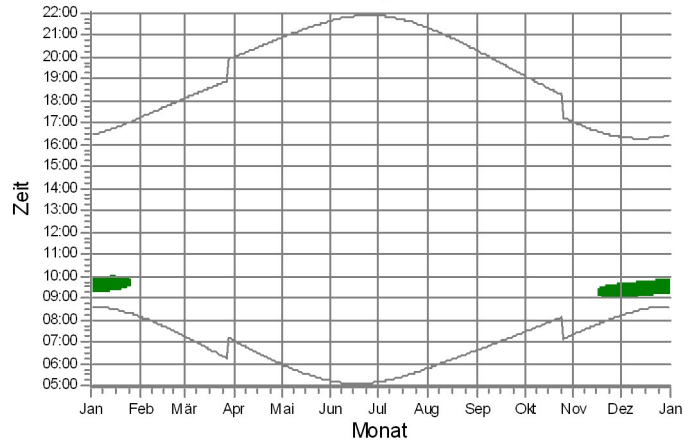
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

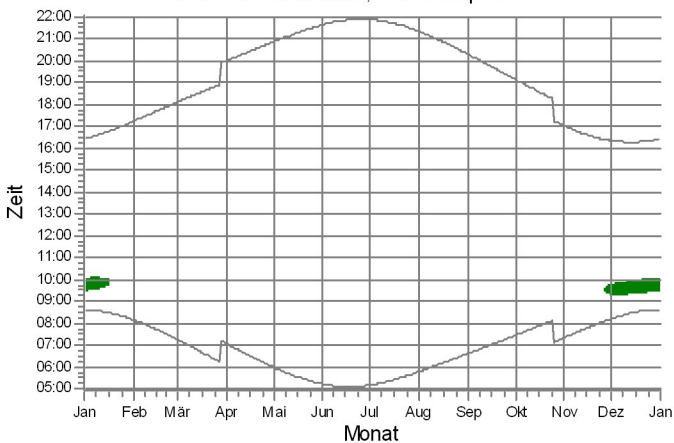
Br21: Bad Rothenfelde, Im Masch 30



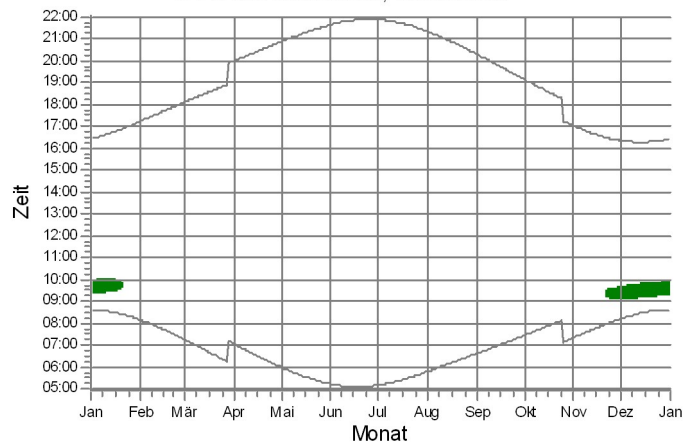
Br22: Bad Rothenfelde, Im Masch 32



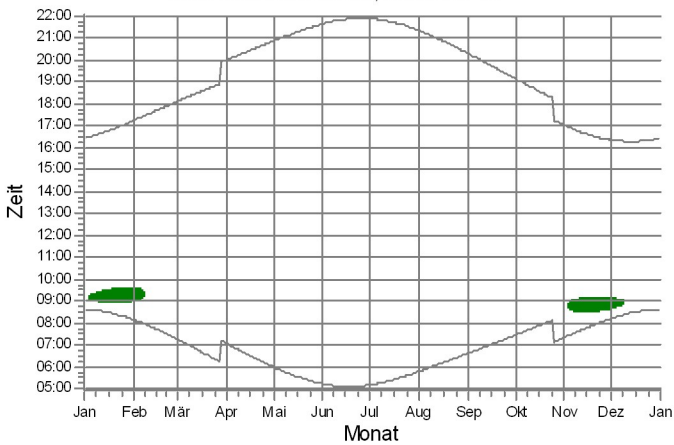
Br23: Bad Rothenfelde, Haverkamp 38



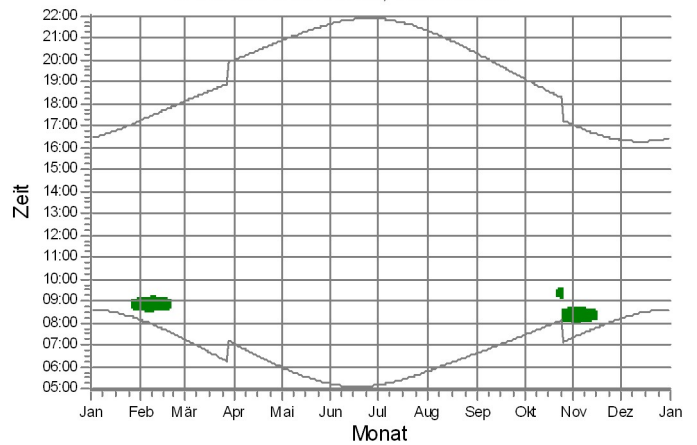
Br24: Bad Rothenfelde, Im Masch 26



Br25: Bad Rothenfelde, Im Masch 48



Br26: Bad Rothenfelde, Im Masch 60



WEA

R1: VENSYS 175 7800 175.0 !O! NH: 160,0 m (Ges:247,5 m) (14)

25-1-3083-000-SWe Schattenwurfprognose Bad Rothenfelde-Landwehrbach

Projekt:
25-1-3083
 Prowind GmbH
 Albert-Einstein-Str. 7
 49076 Osnabrück

Beschreibung:
 Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

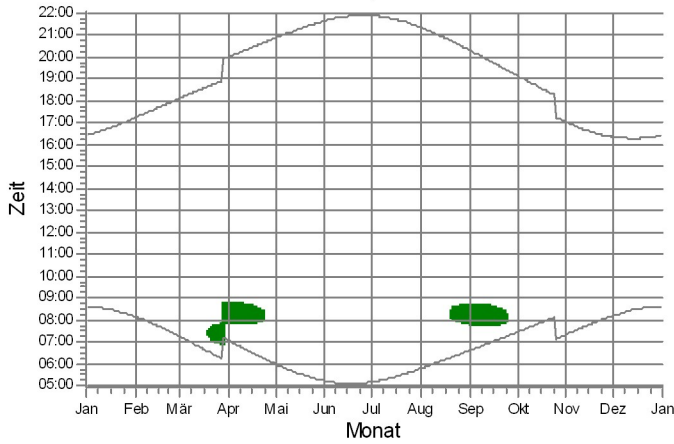


Benjamin Weinrich
 Berechnet:
 16.09.2025 11:00/4.1.273

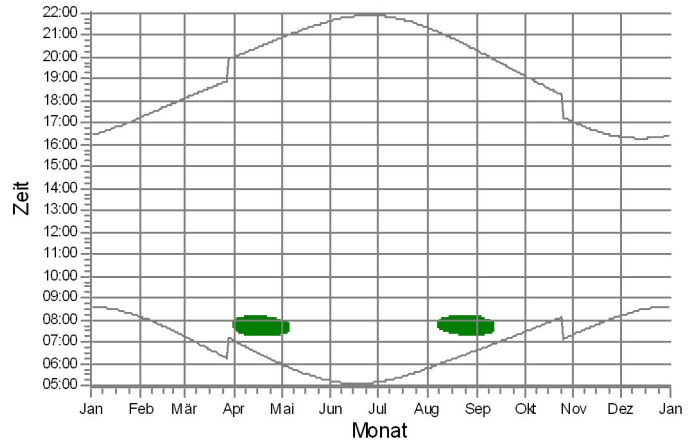
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

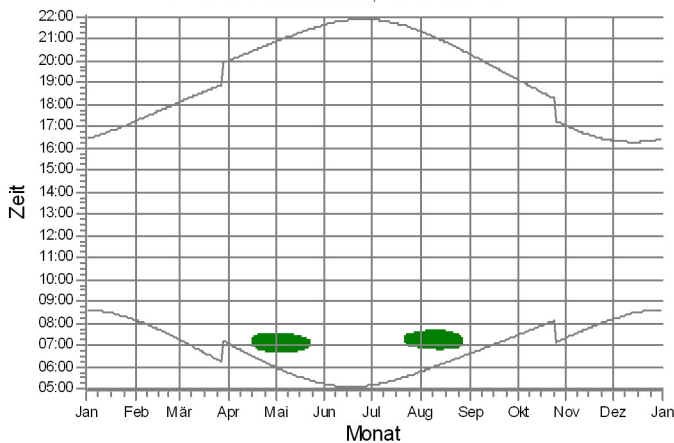
Br27: Bad Rothenfelde, Brinkheide 44



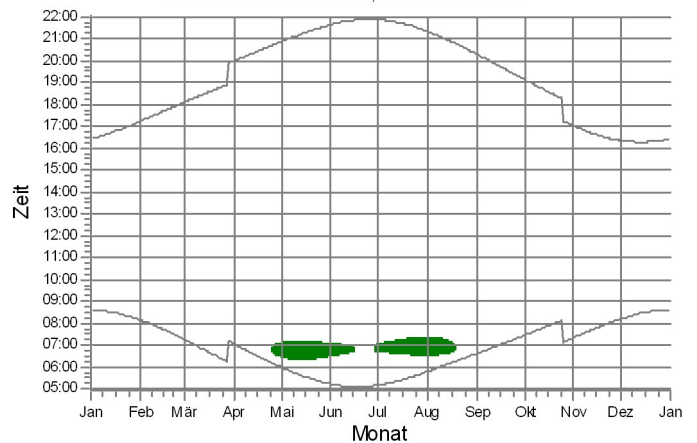
Br28: Bad Rothenfelde, Brinkheide 54



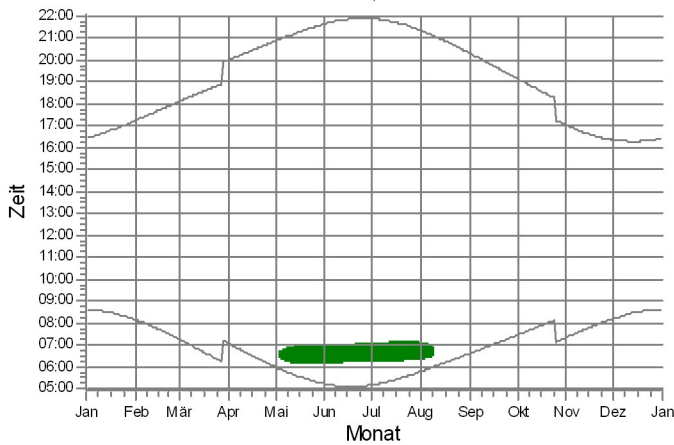
Br29: Bad Rothenfelde, Brinkheide 64



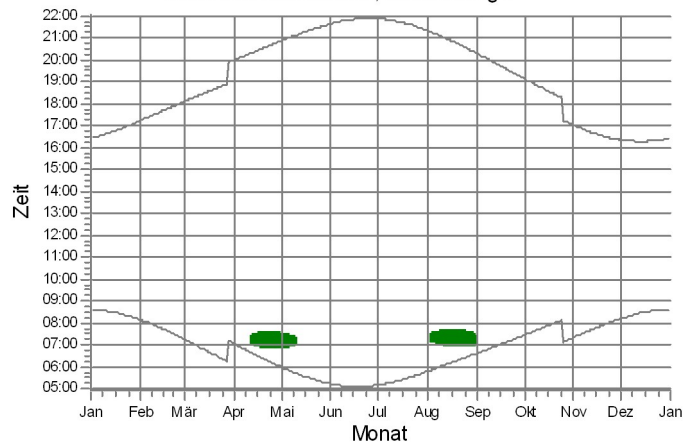
Br30: Bad Rothenfelde, Brinkheide 80B



Br31: Bad Rothenfelde, Brinkheide 77



Br32: Bad Rothenfelde, Wilkensweg 7



WEA

R1: VENSYS 175 7800 175.0 !O! NH: 160,0 m (Ges:247,5 m) (14)

25-1-3083-000-SWe Schattenwurfprognose Bad Rothenfelde-Landwehrbach

Projekt:
 25-1-3083
 Prowind GmbH
 Albert-Einstein-Str. 7
 49076 Osnabrück

Beschreibung:
 Windpark Bad Laer, Landkreises Osnabrück, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

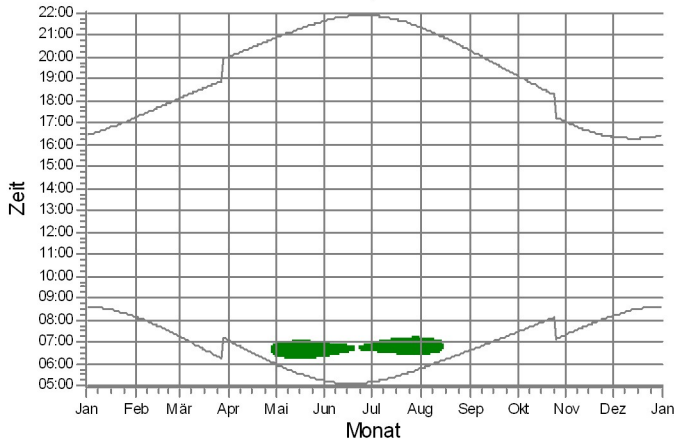


-
 Benjamin Weinrich
 Berechnet:
 16.09.2025 11:00/4.1.273

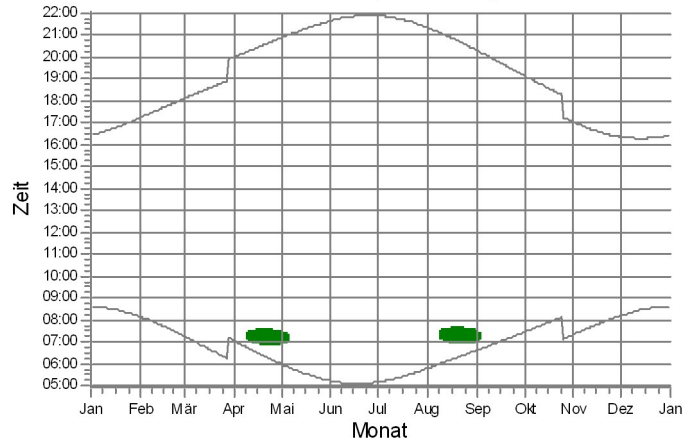
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

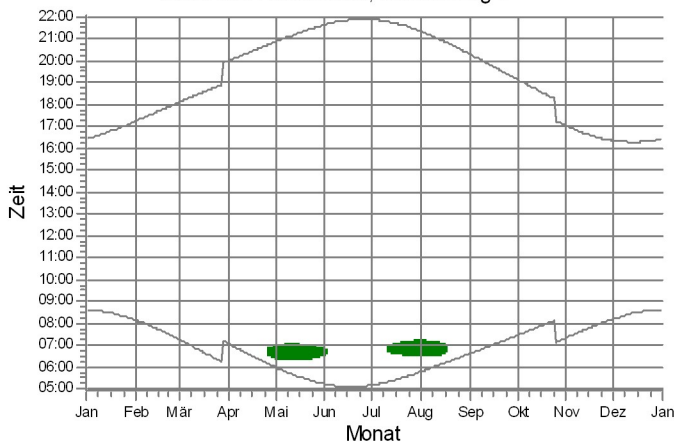
Br33: Bad Rothenfelde, Brinkheide 80



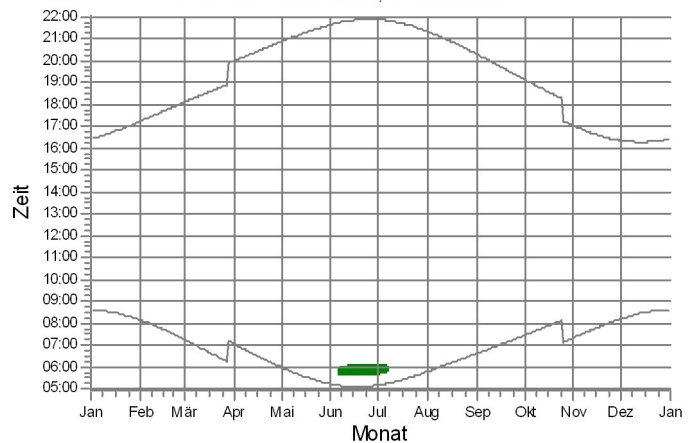
Br34: Bad Rothenfelde, Wilkensweg 5



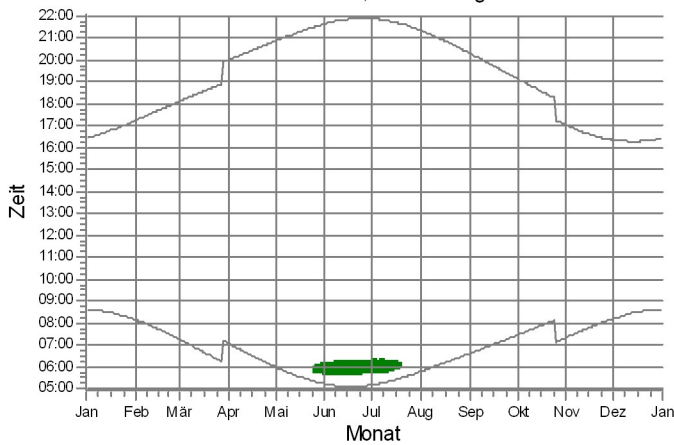
Br35: Bad Rothenfelde, Wilkensweg 6



Br36: Bad Rothenfelde, Brinkheide 94



Br37: Bad Rothenfelde, Wilkensweg 4a

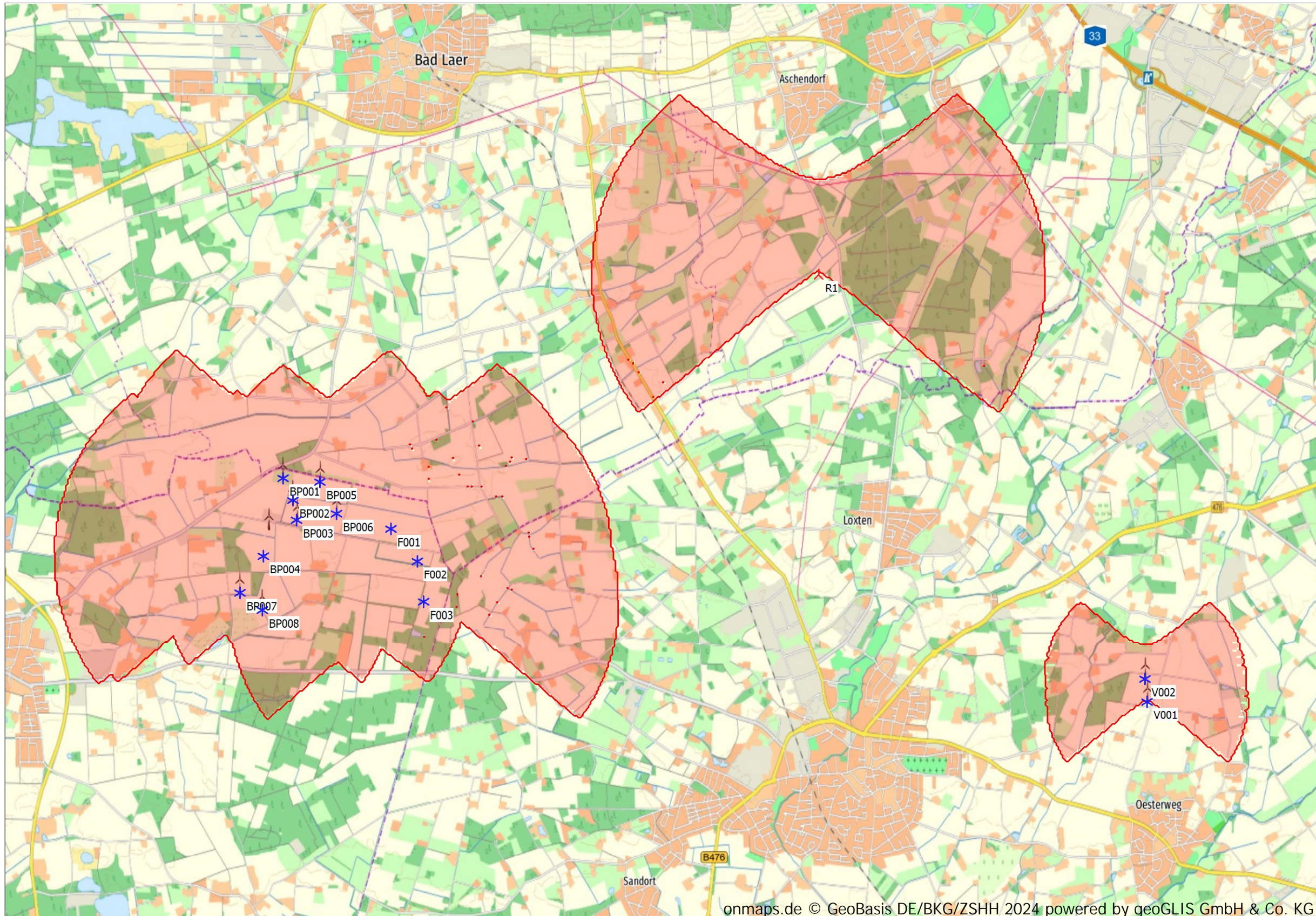


WEA

R1: VENSYS 175 7800 175.0 !O! NH: 160,0 m (Ges:247,5 m) (14)

Projekt:
25-1-3083
 Prowind GmbH
 Albert-Einstein-Str. 7
 49076 Osnabrück

Beschreibung:
 Windpark Bad Laer, Landkreises
 Osnabrück, Niedersachsen



Max. Minuten an einem Tag, Astron.max.mögl.

— 0

Stunden/Jahr, Astron.max.mögl.

■ 1 - <=1.058

SHADOW - Karte
 Berechnung:

Beschattungsbereich der irrelevanten Vorbelastung und der Zusatzbelastung

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

Benjamin Weinrich
 Berechnet:
 15.09.2025 16:07/4.1.273



🚧 Neue WEA

★ Existierende WEA

Karte: Onmaps , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 440.179 Nord: 5.768.939

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: DGM5_ND.wpo (1)

Zeitschritt: 3 Minuten, Schrittweite: 7 Tag(e), Kartenaufösung: 20 m, Sichtbarkeit Auflösung: 10 m, Augenhöhe: 1,5 m



Anhang: Akkreditierung und theoretische Grundlagen

Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle bestätigt mit dieser **Akkreditierungsurkunde**, dass das Prüflaboratorium

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3, 34131 Kassel
Lister Straße 9, 30163 Hannover

die Anforderungen gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 für die in der Anlage zu dieser Urkunde aufgeführten Konformitätsbewertungstätigkeiten erfüllt. Dies schließt zusätzliche bestehende gesetzliche und normative Anforderungen an das Prüflaboratorium ein, einschließlich solcher in relevanten sektoralen Programmen, sofern diese in der Anlage zu dieser Urkunde ausdrücklich bestätigt werden.

Die Anforderungen an das Managementsystem in der DIN EN ISO/IEC 17025 sind in einer für Prüflaboratorien relevanten Sprache verfasst und stehen insgesamt in Übereinstimmung mit den Prinzipien der DIN EN ISO 9001.

Diese Akkreditierung wurde gemäß Art. 5 Abs. 1 Satz 2 VO (EG) 765/2008, nach Durchführung eines Akkreditierungsverfahrens unter Beachtung der Mindestanforderungen der DIN EN ISO/IEC 17011 und auf Grundlage einer Bewertung und Entscheidung durch den eingesetzten Akkreditierungsausschuss ausgestellt.

in Vertretung 

Diese Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 16.07.2024 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-21488-01.

Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 04 Seiten.

Registrierungsnummer der Akkreditierungsurkunde: **D-PL-21488-01-00**

Berlin, 16.07.2024 Im Auftrag B. Sc. Maik Kadraha
Fachbereichsleitung

Diese Urkunde gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand der gültigen und überwachten Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle zu entnehmen (www.dakks.de).

[Akkreditierungsurkunde](#)

THEORETISCHE GRUNDLAGEN

1 SONNENSTAND

Der Sonnenstand bildet die Grundlage für die Berechnung des Schattenwurfs. Der Stand der Sonne am Firmament ist im Wesentlichen von der geographischen Position sowie von der Tages- und der Jahreszeit abhängig, wobei die Erdrotation, die Neigung der Erdachse und der elliptischen Laufbahn der Erde um die Sonne berücksichtigt werden.

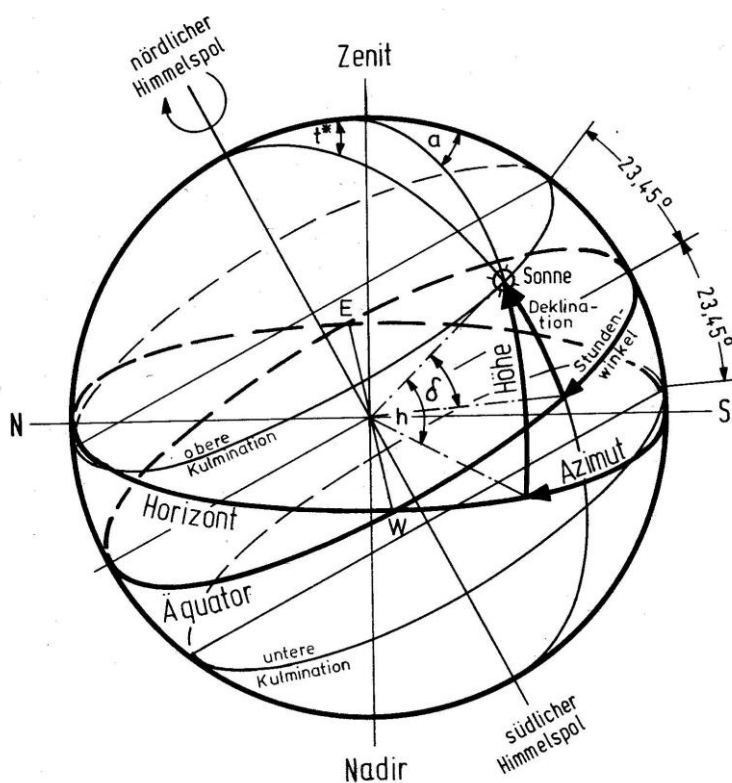


Abbildung 1: Winkelzusammenhänge des Sonnenstands an einem Betrachtungspunkt

Mit diesen Daten werden die Deklination δ , der Stundenwinkel ω , die Sonnenhöhe h , der Azimut γ sowie der Sonnenauf- und -untergang t_a und t_u berechnet. Die Begriffe bedeuten:

- **Deklination δ :** Jahresgang der Sonne. Winkel, in welchem sich die Sonne im Verlauf der Jahreszeiten über den Zenit am Äquator in südlicher und nördlicher Richtung hinausbewegt. [Winteranfang (21.12.) $-23,45^\circ$; Sommeranfang (21.6.) $23,45^\circ$; Herbst- (23.9.) und Frühlingsanfang (21.3.) 0°]
- **Sonnenhöhe h :** Einfallswinkel der Sonne gegenüber einer horizontalen Fläche.
- **Stundenwinkel ω :** Winkel zwischen dem Sonnenhöchststand und der aktuellen Sonneneinstrahlung.

- **Azimet γ :** Winkel zwischen der Südrichtung und dem auf die horizontale Ebene projizierten Sonnenstand.
- **Sonnenaufgang t_a , Sonnenuntergang t_u :** Aufgang/Untergang in dem Moment, wenn der Sonnenmittelpunkt über der horizontalen Fläche morgens/abends am Horizont sichtbar/verdeckt wird.

Die Berechnungen berücksichtigen die sich verändernde Tageslänge von einem zum nächsten Sonnenhöchststand, die aufgrund der elliptischen Umlaufbahn der Erde um die Sonne um bis zu 16 Minuten variiert. In Abbildung 2 ist die Abweichung (Zeitkorrektur) der Tagesdauer von einem 24-Stunden Tag sowie die Deklination über ein Jahr dargestellt.

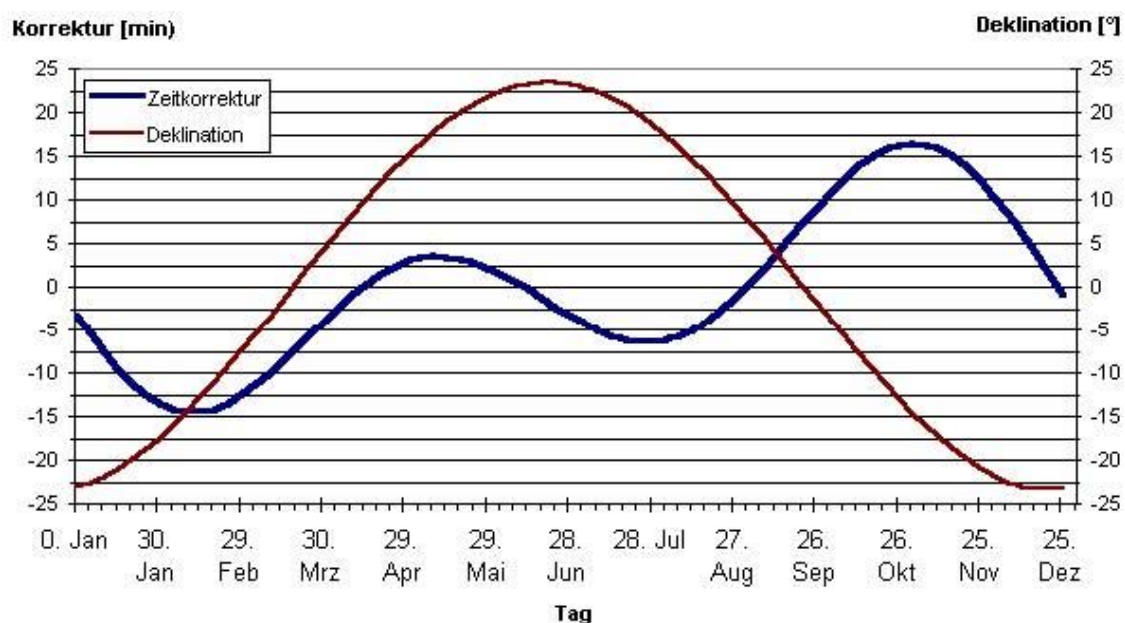


Abbildung 2: Zeitkorrektur und Deklination über ein Jahr

Da die Ergebnisse nicht nur für ein Jahr gültig sein sollen, wird in den Berechnungen die Zahl der Tage pro Jahr auf 365,25 Tage gemittelt. Dadurch können sich die Ergebnisse innerhalb eines Zeitraums von vier Jahren um bis zu einem Tag verschieben.

2 SCHATTENWURF VON WEA

2.1 Beschattungsbereich

Periodischer Schattenwurf wird durch die sich bewegenden Rotorblätter einer WEA erzeugt. Der Bereich, in dem der periodische Schattenwurf einer WEA untersucht werden muss (*Beschattungsbereich*), ist definiert als der Bereich, von dem aus die Sonnenscheibe mehr als 20 % durch das Rotorblatt verdeckt wird. Wird durch ein Rotorblatt weniger als 20 % der Sonnenscheibe verdeckt, so ist der dadurch entstehende Helligkeitswechsel wenig wahrnehmbar und nicht mehr relevant. Da die Breite eines Rotorblatts nicht über die ganze Länge konstant ist, wird, um den Beschattungsbereich zu berechnen, ersatzweise ein rechteckiges Rotorblatt mit einer mittleren Blatattiefe ermittelt und zugrunde gelegt. Abbildung 3 zeigt den Verlauf der Schattenintensität bei einem typischen Rotorblatt von rund 63 m Länge in Abhängigkeit von der Entfernung.

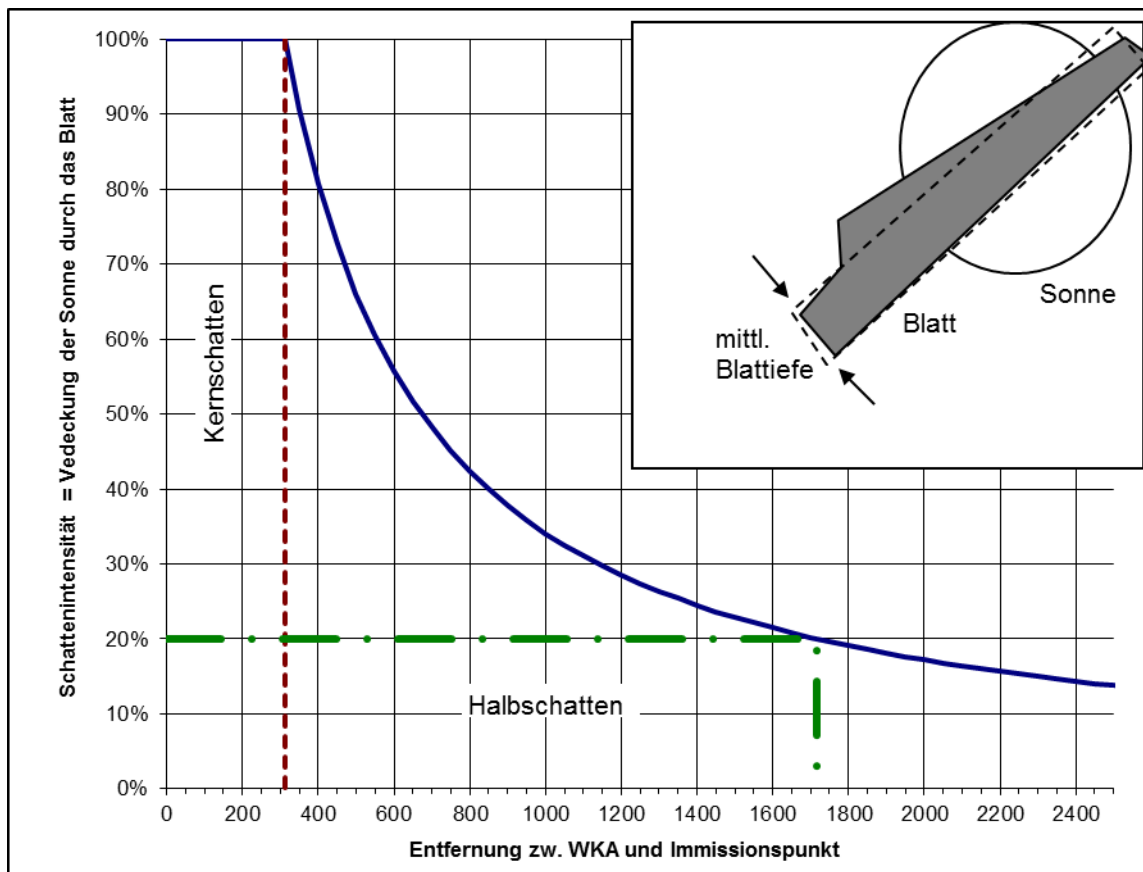


Abbildung 3: Schattenintensität in Abhängigkeit von Rotorblattiefe und Entfernung

2.2 Schattenverlauf und Berechnung der Beschattungsdauern

Der Verlauf des periodischen Schattenwurfs wird über den Sonnenstand, den Standort bzw. die Standorte der WEA und die Lage der maßgeblichen Immissionsorte ermittelt. Dazu sind die folgenden Daten notwendig:

- die Positionen der WEA und der Immissionsorte (Koordinaten, Höhe über N.N., Genauigkeit +/- 5 m)
- Ausmaße der WEA (Nabenhöhe, Rotorradius und Rotorblatttiefe)

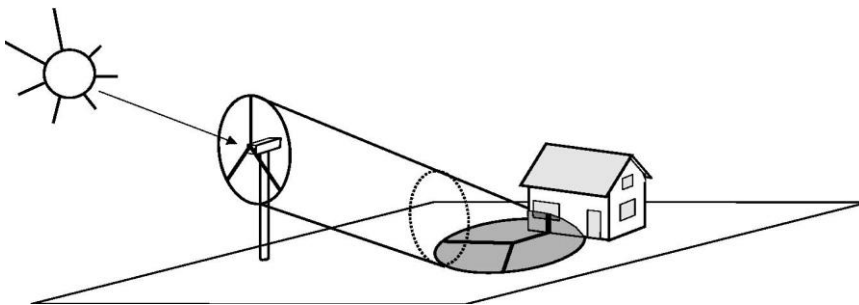


Abbildung 4: Schattenwurf des Rotors

Zur Ermittlung des Schattenwurfs an einem Immissionsort wird dort ein virtueller Schattenrezeptor mit den Ausmaßen der zu untersuchenden Fläche platziert. Bei der Simulation des Sonnenstands über ein Jahr registriert der virtuelle Rezeptor den Schattenwurf in diesem Zeitraum (Abbildung 5). Die Simulation des Verlaufs der Sonne wird mit der Software windPRO (Modul SHADOW) (1) mit einer minütlichen Auflösung von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang über das ganze Jahr durchgeführt. Unter Berücksichtigung einer minimalen Sonnenhöhe, der Koordinaten, der Lage und der Größe des Rezeptors sowie der WEA-Daten, wird so über die Simulation ermittelt, ob am Rezeptor ein Schattenwurf durch eine oder mehrere Windenergieanlagen auftritt. Tritt ein Schlagschatten auf, werden für diesen das Datum, der Beginn, das Ende und die Dauer sowie die verursachende WEA des Schattens angegeben (siehe die Kalender zu jedem Schattenrezeptor). Daraus werden wiederum über ein ganzes Jahr die Anzahl der Schattentage und die gesamte Schattenwurfdauer berechnet.

Der Schattenwurf für Sonnenstände unter 3° Erhöhung über Horizont kann wegen Bewuchs, Bebauung und der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände vernachlässigt werden. Ob hier auch ein höherer Wert angesetzt werden kann, hängt von der Orographie, der Bebauung und dem Bewuchs um den WEA-Standort ab und muss im Einzelnen evtl. dann genauer untersucht werden, wenn davon auszugehen ist, dass durch die Gegebenheiten vor Ort eine wesentliche Reduktion der Beeinträchtigung zu erwarten ist.

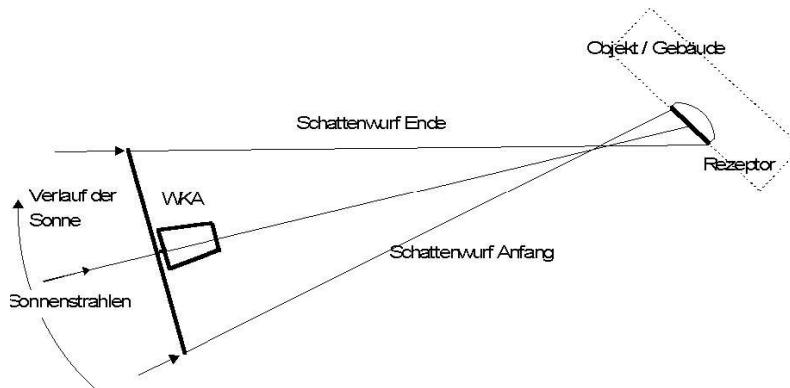


Abbildung 5: Schattenbeziehung WEA – Gebäude (Draufsicht)

2.3 Richtlinien

Die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) (2) hat die federführend vom staatlichen Umweltamt Schleswig unter Mitarbeit von Fachleuten (3) (4) (5) (6), Gutachtern (u.a. auch der Ramboll Deutschland GmbH), Gewerbeaufsichtsämtern und Weiteren erarbeiteten Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WKA-Schattenwurfhinweise) im Jahr 2002 als Standard anerkannt. Die WKA-Schattenwurfhinweise enthalten folgende Anhaltswerte:

- Die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (worst case) an einem Immissionsort darf maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag betragen.
- Ein Schattenwurf bei einem Sonnenstand unter 3° ist nicht zu berücksichtigen.
- Der Beschattungsbereich ist der Bereich, in dem die Sonnenscheibe zu mehr als 20 % durch das Rotorblatt verdeckt ist.
- Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, wird die Berechnung des Schattenwurfs für einen punktförmigen Rezeptor (in der Simulation: $0,1 \times 0,1$ m) in 2 m Höhe am Immissionsort empfohlen.
- Darüber hinaus sollen zusätzlich die realen (bzw. meteorologisch statistisch auftretenden) Schattenwurfzeiten (unter Berücksichtigung von Sonnenscheinwahrscheinlichkeit, Windrichtungsverteilung und Stillstandszeiten), bezogen auf ein Fenster von üblichen Ausmaßen, angegeben werden; überschreiten diese einen Immissionsrichtwert von 8 Stunden, so ist der darüber hinausgehende Schattenwurf zu unterbinden.

2.4 Wahrscheinlichkeitsbetrachtung

Um aus der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer (Worstcase) die meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer zu ermitteln, fließen statistische Daten zur Sonnenscheinwahrscheinlichkeit, zu den Betriebsstunden der WEA und zur Windrichtung in die Berechnung ein. Diese Einflussfaktoren werden in den folgenden Abschnitten erläutert. Aufgrund der Sensibilität der Berechnung von den meteorologischen Eingangsgrößen sind diese mit Unsicherheiten von 5-15 % behaftet.

2.4.1 Sonnenscheinwahrscheinlichkeit

Den Berechnungen der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer (worst case) wurde die Annahme kontinuierlichen Sonnenscheins zugrunde gelegt. Um dagegen die meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer zu bestimmen, muss die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit mitberücksichtigt werden, die in der Praxis gleichzusetzen ist mit der Wahrscheinlichkeit der Existenz eines Schattenwurfs. Die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit ist von Region zu Region unterschiedlich und wird über die Sonneneinstrahlung an Wetterstationen gemessen. Die dazu erhältlichen Daten basieren auf mehrjährigen Messungen. Angegeben wird üblicherweise die mittlere tägliche Sonnenscheindauer in Stunden, jeweils bezogen auf die einzelnen Monate. Teilt man diese Sonnenscheindauer durch die mittlere Zeitdauer von Sonnenaufgang bis -untergang im gleichen Monat, erhält man die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit im jeweiligen Monat. Dieser Wert liegt im Dezember zwischen 10 % (Kassel) und 22 % (Freiburg) und im Juli/August zwischen 40 % (Düsseldorf) und 52 % (Freiburg) (7).

2.4.2 Reduktion der Schattenwurfdauer durch den Azimutwinkel

Bei der Berechnung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer (worst case) wird ebenfalls vom ungünstigsten Fall ausgegangen, dass die Windrichtung mit der Richtung der Sonnenstrahlen (Azimutwinkel) identisch ist und die Ausrichtung des Rotors damit den größtmöglichen Schatten zur Folge hat. Wird die statistische Windrichtungsverteilung berücksichtigt, so verkürzt sich die Dauer des Schattenwurfs pro Tag, da eine Abweichung zwischen der Windrichtung und dem Sonnenazimut einen schmaleren, ellipsenförmigen Schattenwurf verursacht (vgl. Abbildung 4).

Als Basis dient hier die Windrichtungsverteilung in 12 Sektoren, die einem Windgutachten oder einer in der Nähe gemessenen Windstatistik aus einer meteorologischen Station entnommen werden kann. Entsprechend der sektoriellen Windrichtungsverteilung wird die relevante Schattenwurfungsbeziehung (WEA - Immissionspunkt) einem Windrichtungssektor zugeordnet. Gegenüberliegende Sektoren (Luv oder Lee von der Sonne angestrahlt) werden dabei in gleicher Weise berücksichtigt. Durch die Schrägstellung der Rotorebene verkleinern sich der Schattenwurfkegel und somit auch die Zeitpunkte des Schattenanfangs und des Schattenendes, also die Dauer des Schattenwurfs auf den Immissionspunkt.

2.4.3 Schattenwurf nur bei Betrieb der Anlage

Weiterhin ist die WEA nicht ständig in Betrieb, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit eines Schattenwurfs durch den sich drehenden Rotor zusätzlich reduziert. Erst wenn die Windgeschwindigkeit einen Wert über der Anlaufwindgeschwindigkeit erreicht, beginnt sich die WEA zu drehen. Die Stillstandshäufigkeit kann mit Hilfe der Windgeschwindigkeits-Häufigkeitsverteilung am Standort (zum Beispiel als Weibull-Funktion auf Nabenhöhe aus einem Windgutachten) und der Anlaufwindgeschwindigkeit der WEA ermittelt werden. Die "In-Betrieb"-Häufigkeit bezeichnet so das Verhältnis von Betriebsstunden der Anlage und der Stundenzahl eines Jahres (8.760 h).

3 LITERATURVERZEICHNIS – THEORETISCHE GRUNDLAGEN

1. **EMD.** *Software WindPRO, Modul SHADOW, jeweils aktuellste Version.* 9220 Aalborg (DK) : EMD International A/S, 2019.
2. **LAI.** *Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WKA-Schattenwurfhinweise, Aktualisierung 2019).* s.l. : Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), 23.01.2020.
3. **H. D. Freund.** *Die Reichweite des Schattenwurfs von Windkraftanlagen.* s.l. : Umweltforschungsbank UFORDAT, Juni 1999.
4. —. *Effektive Einwirkzeit T_w des Schattenwurfs bei $T_{max} = 30$ h/Jahr.* Kiel : Institut für Physik und Allgemeine Elektrotechnik, Fachhochschule Kiel, 24.01.2001.
5. **J. Pohl, F. Faul, R. Mausfeld.** *Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Feldstudie.* Kiel : Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 31.07.1999.
6. —. *Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Laborpilotstudie.* Kiel : Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität, 15.05.2000.
7. **Kommission der Europäischen Gemeinschaften.** *Atlas über die Sonnenstrahlung in Europa.* Dortmund : W-Grösschen Verlag, 1979.