



**windtest**  
grevenbroich gmbh

## Ermittlung der optischen Immissionen für den Windenergieanlagenstandort Sonnenborstel

2023-04-13

SW22009B1

Bankverbindung/Bankaccount Sparkasse Neuss · BLZ 305 500 00 · Kto.-Nr. 800 272 04 · IBAN DE: 74 305 500 00 00 800 272 04 · BIC: WELA DE 33

windtest grevenbroich gmbh  
Frimmersdorfer Straße 73a  
41517 Grevenbroich · Germany  
Phone +49 (0) 2181-22 78-0  
Fax +49 (0) 2181-22 78-11

[www.windtest-nrw.de](http://www.windtest-nrw.de)  
info@windtest-nrw.de  
Geschäftsführerin / Managing Director  
Dipl.-Geol. Monika Krämer

Handelsregister / Commercial Register  
Amtsgericht Mönchengladbach · HRB 7758  
USt.-IdNr. / VAT No.: DE 183895079  
Steuer-Nr. / Tax-ID. 114/5860/4068



## Schattenwurfprognose SW22009B1

**Standort** 31634 Sonnenborstel / Niedersachsen

---

**Auftraggeber** BayWa r.e. Wind GmbH  
Am Sandtorkai 66  
20457 Hamburg

---

**Auftragnehmer** windtest grevenbroich gmbh  
Frimmersdorfer Str. 73a  
41517 Grevenbroich

---

**Auftragsdatum** 2022-06-14

**Auftragsnummer** 22 0140 07

---

**Geprüft von**

**Bearbeitet von**

---

Lasma Pikuma, M.Eng.

Projektmanagerin  
Site Assessment

---

Dipl.-Ing. (FH) Florian  
Schmidt

Projektmanager  
Site Assessment

Grevenbroich, 2023-04-13



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Beurteilungsverfahren</b> .....	<b>5</b>
2.1	Maximale Schattenwurfbelastung.....	6
2.2	Meteorologisch wahrscheinliche Schattenwurfbelastung.....	6
2.3	Standortbeschreibung .....	7
2.4	Beschreibung der Immissionspunkte .....	8
2.5	Beschreibung der Emissionsquellen .....	9
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>13</b>
5.1	Literaturverzeichnis .....	13
5.2	Bearbeitungsverlauf.....	13
5.3	Immissionspunkte .....	14
5.4	Ergebnisse der Vorbelastung .....	18
5.5	Ergebnisse der Zusatzbelastung .....	22
5.6	Ergebnisse der Gesamtbelastung .....	27



## 1 Einleitung

Die windtest grevenbroich gmbh (wtg) erhielt 2022-06-14 von der BayWa r.e. Wind GmbH den Auftrag zur Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung des zu erwartenden Schattenwurfs an relevanten Immissionspunkten (IP), verursacht durch neun Windenergieanlagen (WEA) am Standort Sonnenborstel.

Die geplanten WEA sind, im Sinne der 4. BImSchV [1] (Anhang 1.6), genehmigungspflichtig, die Beurteilung findet gemäß des Windenergie-Erlass Niedersachsen [2] und der Beschlüsse des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) [3] statt.

Die vom Auftraggeber gewählte Konfiguration für die geplanten WEA ist in Tabelle 1 aufgeführt.

*Tabelle 1: Geplante WEA am Standort Sonnenborstel*

<b>Hersteller / WEA-Typ</b>	<b>Nabenhöhe [m]</b>	<b>Nennleistung [kW]</b>	<b>Rotordurchmesser [m]</b>
9xVESTAS V162-7.2	119,0	7.200	162,0

In der Umgebung der geplanten WEA gibt es derzeit eine weitere Anlage, welche im Sinne des LAI [3] als Vorbelastung berücksichtigt werden müssen. Die geplanten Anlagen werden als Zusatzbelastung behandelt. Somit bildet die Zusatzbelastung zusammen mit der Vorbelastung die zu betrachtende Gesamtbelastung.

**Hinweis:** Die Berechnungsergebnisse, die grafischen und tabellarischen Schattenwurfskalender je Immissionspunkt und je Windenergieanlage werden separat in einem PDF-Dokument verschickt.



## 2 Beurteilungsverfahren

Im Unterschied zu den üblichen Fällen des Schattenwurfs durch feststehende Gebäude kann der schnelle periodische Wechsel von Licht und Schatten durch die bewegten Rotorblätter zu einer Beeinträchtigung der menschlichen Wahrnehmung in seiner Umgebung führen. Durch den geringeren Anteil der Diffusstrahlung an der Globalstrahlung kann der Wechselschatten im Inneren von Gebäuden besonders störend sein. Der Schattenwurf von Windenergieanlagen ist abhängig von Sonnenstand, meteorologischen Daten wie Sonnenhäufigkeit, Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung sowie der Lage und den geometrischen Abmessungen der WEA.

Der zu berücksichtigende Bereich der Schattenwurfgesamtbelastung umfasst gemäß [3] ausschließlich das Gebiet, in dem mindestens 20 % der Sonnenfläche durch das Rotorblatt verdeckt werden. Diese Größe wird in Abhängigkeit von der Rotorblattgeometrie ermittelt. Da die Blatttiefe nicht über das gesamte Rotorblatt konstant ist, sondern zur Rotorblattspitze hin abnimmt, ist ersatzweise ein rechteckiges Rotorblatt mit einer mittleren Blatttiefe zu ermitteln (siehe Gleichung 1).

$$\text{Mittlere Blatttiefe} = 1/2 (\text{max. Blatttiefe} + \text{min. Blatttiefe bei } 0,9 \times \text{Rotorradius}) \quad [3] \quad (\text{Gl. 1})$$

Abbildung 1 veranschaulicht den Beschattungsbereich einer Beispiel-WEA mit einer Gesamthöhe von 140 m und einer Blatttiefe von 2 m. Immissionspunkte außerhalb des Beschattungsbereichs sind für die Schattenwurfberechnung irrelevant.

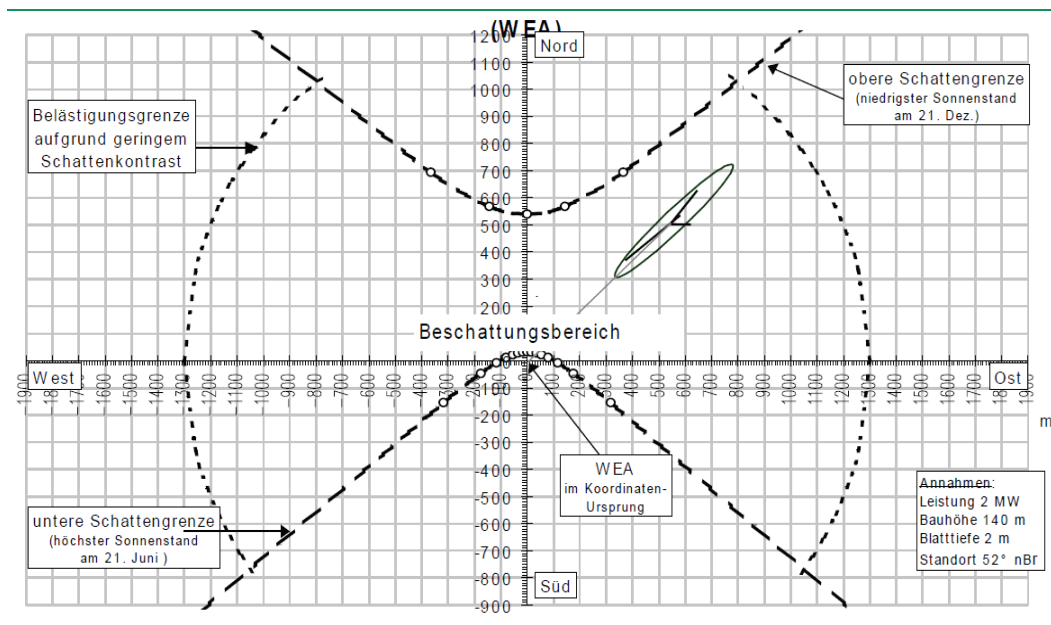


Abbildung 1: Möglicher Beschattungsbereich einer Beispiel-WEA [3]

Darüber hinaus hat der LAI [3] Richtwerte festgelegt, die bis zu einer offiziellen Richtlinie als Empfehlungswerte verwendet werden sollen und die in der gegenständlichen Betrachtung angewendet werden. Gemäß [3] sind **30 min Schatten/Tag** und **30 Stunden Gesamtschattenwurf/Jahr** als Richtwerte zugrunde gelegt. Diese Richtwerte entsprechen unter wahrscheinlichen Bedingungen **8 Stunden Schatten/Jahr**.

Durch die Unvorhersagbarkeit der meteorologischen Verhältnisse handelt es sich bei Schattenwurfberechnungen immer um vereinfachende Simulationen. Die Bewertung des Schattenwurfs erfolgt mittels der in Kapitel 2.1 und 2.2 dargestellten Beurteilungsverfahren.



## 2.1 Maximale Schattenwurfbelastung

Zur Übersicht über die maximalen Schattenwurfimmissionen (worst-case) in der Umgebung der WEA werden Linien gleicher maximaler Immissionen (Isolinien o. Isoflächen) berechnet. Die Berechnungen basieren auf horizontalen Rezeptoren. Die Isolinien werden für eine Referenzhöhe (hier 2 m über Grund) berechnet und die Ergebnisse werden als maximale Schattenwurfimmissionen in Stunden pro Jahr bzw. Stunden pro Tag tabellarisch dargestellt. Dabei basiert die Berechnung auf folgenden Annahmen:

- die Sonne ist als punktförmige Lichtquelle anzunehmen und scheint während der gesamten Zeit zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang durchgehend (wolkenloser Himmel) an allen Tagen des Jahres,
- die Windrichtung wird stets so angenommen, dass die Rotorfläche senkrecht zur Sonneneinstrahlung steht (maximaler Schatten),
- die WEA ist während der gesamten Zeit in Betrieb (100 % Verfügbarkeit),
- es existieren keine Stillstandszeiten der WEA, es wird somit von durchgehend ausreichend starkem Wind ausgegangen,
- es befinden sich keine sichtverstellenden Hindernisse zwischen IP und WEA (z. B. Wald),
- die horizontalen Schattenwurfrezeptoren befinden sich in einer Bezugshöhe von 2 m, haben eine Größe von 0,1 m x 0,1 m und sind in 360°-Richtung (Gewächshaus / Terrassenfläche) ausgerichtet - daher punktförmig anzusehen.
- Zeiten, in denen die Sonne weniger als 3° über dem Horizont steht, werden wegen zu geringer Strahlungsintensität (Strahlungsdichte kleiner ca. 120 W/m<sup>2</sup> bzw. Beleuchtungsintensität kleiner 389 lx) nicht betrachtet.

In der Realität wird dieser worst-case in seinen gesamten Ausmaßen nie auftreten. Bei möglichen Überschreitungen der Richtwerte wird empfohlen, die real auftretenden Schattenwurfzeiten zu berücksichtigen (Tabelle 4, rechte Spalte). Sollte dies nicht möglich sein, können zwei unterschiedliche Vorgehensweisen angewendet werden:

- die geplanten WEA können durch den prognostizierten Schattenwurfbeginn und das prognostizierte Schattenwurfende für einzelne Schattenwurfintervalle abgeschaltet werden. Nachteil: die WEA würden auch abgeschaltet werden, wenn kein Schattenwurf möglich ist (z. B. bewölkter Himmel),
- durch die Implementierung von Schattenwurfmodulen, so genannten Abschaltmodulen, in die WEA Steuerung, werden die WEA bei auftretenden Immissionen abgeschaltet. Vorteil: die Ertragseinbußen durch Abschaltung der WEA werden geringgehalten.

## 2.2 Meteorologisch wahrscheinliche Schattenwurfbelastung

Zusätzlich zur Berechnung der maximalen Schattenwurfimmissionen erfolgt ebenfalls die Berechnung der meteorologisch wahrscheinlichen Schattenwurfimmissionen. Die Größe und die Lage der Rezeptoren werden analog zur worst-case Berechnung definiert. Unter Berücksichtigung der mittleren Sonnenscheindauer pro Monat, der Windrichtungsverteilung am Standort, sowie den voraussichtlichen Betriebsstunden der WEA wird die wahrscheinliche Schattenwurfimmission an den gewählten IP ausgegeben.

Als mittlere Sonnenscheindauer pro Monat werden die Werte der in windPRO [4] hinterlegten Daten des World Radiation Data Center (WRDC) der Klimastation Bremen (Datengrundlage 1980 – 1993; ca. 53 km nordwestlich des Standorts gelegen) für den Standort Sonnenborstel repräsentativ übernommen.



Die Betriebsstunden der geplanten WEA werden unter Zuhilfenahme der Leistungskennlinie (VESTAS Dokument: T05 0107-3707 V01) und der in [4] hinterlegten DWD Windstatistiken Hannover berechnet (ca. 35,4 km südöstlich des Standorts gelegen; Wichtung: 100 %). Ferner wird für die jeweiligen WEA eine technische Verfügbarkeit von 100 % angenommen.

### 2.3 Standortbeschreibung

Der WEA Standort Sonnenborstel befindet sich im Bundesland Niedersachsen etwa 7 km nordöstlich der Stadt Nienburg / Weser.

Die Umgebung des Standortes besteht aus flachen, landwirtschaftlich genutzten Flächen mit einzelnen kleinen Waldstücken, Hecken und einzelnen Bäumen. Sie ist im Umkreis von mehreren Kilometern relativ dünn besiedelt, vorwiegend in Form von Dörfern und Ortschaften, vereinzelt Häusern und Gehöften. Umrundet wird der Standort von den Ortschaften Lichtenmoor, Sonnenborstel, Stöckse, Erichshagen-Wölpe, Drakenburg und Heemsen.

Das Areal der geplanten WEA sowie der umliegenden Immissionspunkte ist auf einer geodätischen Höhe von etwa 21 m bis 46 m ü. NN gelegen.

Zur Beurteilung des Standortes fand 2023-03-21 eine Besichtigung durch einen Mitarbeiter der wtg statt. Alle bestimmten IP sind im Anhang in einer Fotodokumentation sowie auf einem Auszug der topographischen Karte der Umgebung dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung der relevanten Immissionspunkte folgt im nächsten Kapitel.

**Anmerkung:** Das in der vorliegenden Prognose genutzte Geländemodell basiert auf den im Geodatenportale Niedersachsen (2023) [5] hinterlegten topographischen Karten im Maßstab 1:25.000 (DTK25) sowie den unter dort ebenso abrufbaren digitalen Höhenlinien, welche kostenfrei zur Verfügung stehen (Open Data). In einem für die Prognose ausreichend großen Umkreis werden in windPRO [4] Höhenlinien und Karten am Standort importiert und anschließend für das ausgewählte Areal angepasst.



## 2.4 Beschreibung der Immissionspunkte

Als Immissionspunkte wurden die maßgeblichen Wohnbebauungen in verschiedenen Himmelsrichtungen ausgewählt, an denen eine Richtwertüberschreitung durch den Betrieb der WEA am ehesten zu erwarten ist.

Auf dieser Grundlage wurden 28 IP ausgewählt. Diese wurden, unter dem Vorbehalt der weiteren Überprüfung im Rahmen der Ortsbesichtigung, mit dem Landkreis Nienburg / Weser und den jeweiligen Ortsgemeinden abgestimmt.

Während der Ortsbesichtigung 2023-03-21 (vergl. Kapitel 2.3) konnte für die IP01, IP02, IP05, IP06, IP18, IP26 eine Wohnnutzung ausgeschlossen werden. Aus diesem Grund werden diese Immissionspunkte, in Bezug auf die LAI Hinweise [3] als irrelevant definiert und bei den Berechnungen nicht berücksichtigt.

Weiterhin wäre das Wohnhaus (IP21) Wölper Weg 4, 31634 Steimbke als Immissionspunkt zu berücksichtigen. Nach Absprache des Auftraggebers mit dem aktuellen Eigentümer soll hier jedoch die Nutzung der Wohngebäude aufgegeben werden.

Aufgrund dessen wurden insgesamt 22 IP festgelegt. Die Bezeichnung und Lage sind in Tabelle 2 sowie auf einem Ausschnitt der topografischen Karte im Anhang dargestellt.

Tabelle 2: Angaben zu den Immissionspunkten

Nr.	Bezeichnung des IP	Koordinatensystem: ETRS89 Zone 32	
		RW [m]	HW [m]
IP01*	Lichtenmoor, 31622 Heemsen	520.457	5.838.499
IP02*	Lichtenmoor, 31622 Heemsen	520.513	5.838.572
IP03	Lichtenmoor 19, 31622 Heemsen	520.556	5.839.012
IP04	Lichtenmoor 33, 31622 Heemsen	522.578	5.839.366
IP05*	Heemser Weg, 31634 Steimbke	520.577	5.836.898
IP06*	Heemser Weg, 31634 Steimbke	520.707	5.836.844
IP07	Dorfstraße 1, 31634 Steimbke	521.677	5.836.826
IP08	Dorfstraße 2, 31634 Steimbke	521.615	5.836.782
IP09	Zum Krähenberg 2, 31634 Steimbke	521.632	5.836.738
IP10	Zum Krähenberg 4, 31634 Steimbke	521.621	5.836.699
IP11	Zum Hessenbusch 4, 31634 Steimbke	521.593	5.836.644
IP12	Dorfstraße 11, 31634 Steimbke	521.943	5.836.814
IP13	Zum Krähenberg 5, 31634 Steimbke	521.655	5.836.582
IP14	Zum Krähenberg 7, 31634 Steimbke	521.652	5.836.543
IP15	Zu den Eichen 8, 31634 Steimbke	521.674	5.836.548
IP16	Zum Krähenberg 12, 31634 Steimbke	521.605	5.836.489
IP17	Fl. 1, Flst. 67, 31634 Steimbke	521.591	5.836.376
IP18*	Wölper Weg, 31634 Steimbke	520.430	5.836.457
IP19	Wölper Weg 6, 31634 Steimbke	520.133	5.835.620
IP20	An der Steingrube 1, 31582 Nienburg	518.426	5.834.123
IP21*	Wölper Weg 4, 31634 Steimbke	519.848	5.836.559
IP22	Hasenweg 9, 31582 Nienburg/Weser	517.256	5.835.450

\* Auf der Grundlage der Standortbesichtigung werden diese Immissionspunkte, in Bezug auf die LAI Hinweise [3] als irrelevant definiert und bei der Berechnung nicht berücksichtigt





Fortsetzung der Tabelle 2

<b>Nr.</b>	<b>Bezeichnung des IP</b>	<b>Koordinatensystem: ETRS89 Zone 32</b>	
<b>IP23</b>	Schipse 6, 31623 Drakenburg	517.048	5.837.226
<b>IP23a</b>	Auf der Heide 1, 31623 Drakenburg	517.139	5.837.080
<b>IP24</b>	Feldstraße 12, 31622 Heemsen	517.836	5.838.372
<b>IP25</b>	Dorfstraße 39, 31622 Heemsen	518.024	5.838.562
<b>IP26*</b>	Lichtenmoorstraße, 31622 Heemsen	519.537	5.839.196
<b>IP27</b>	Feldstraße 15, 31622 Heemsen	517.878	5.838.358
<b>IP28</b>	Am Kreuzweg 59, 31582 Nienburg	516.919	5.835.535

\* Auf der Grundlage der Standortbesichtigung werden diese Immissionspunkte, in Bezug auf die LAI Hinweise [3] als irrelevant definiert und bei der Berechnung nicht berücksichtigt

Der Schatten einer WEA breitet sich wie in Abbildung 1 dargestellt aus. Für den Fall, dass sich Immissionspunkte hinter anderen bereits berücksichtigten IP befinden, wird nur der nächste zum Windpark gelegene IP verwendet. Sollte an solchen IP eine Überschreitung des Richtwerts erfolgen, geschieht dies bereits an dem davor gelegenen.

## 2.5 Beschreibung der Emissionsquellen

Die in dieser Prognose berücksichtigten WEA besitzen die in Tabelle 3 aufgelisteten geometrischen Abmessungen und maximalen Beschattungsbereiche (vgl. Abbildung 1). Die Angaben der Rotorblattgeometrie sind der Berechnungssoftware windPRO (Version 3.6.361) der Fa. EMD International A/S entnommen.

Tabelle 3: Angaben der Vor- und Zusatzbelastung

<b>WEA Nr.</b>	<b>WEA-Typ</b>	<b>NH [m]</b>	<b>Rotorblattgeometrie</b>			<b>Beschattungsbereich [m]</b>	<b>Koordinatensystem: ETRS89 Zone 32</b>	
			<b>RD [m]</b>	<b>MBt [m]</b>	<b>Bt90 [m]</b>		<b>Rechtswert [m]</b>	<b>Hochwert [m]</b>
BWW01							519.780	5.837.656
BWW02							519.742	5.837.173
BWW03							519.420	5.836.673
BWW04							519.485	5.836.063
BWW05	V162-7.2	119	162	4,32	1,69	2.044	520.074	5.836.836
BWW06							519.980	5.836.336
BWW07							520.802	5.837.557
BWW08							520.664	5.837.069
BWW09							520.639	5.836.351
WEA1	E-66/18.70	64,8	70	3,30	1,07	1.487	516.688	5.836.702

NH: Nabenhöhe, RD: Rotordurchmesser, MBt: maximale Blatttiefe, Bt-90: Blatttiefe bei 90 % Radius



### 3 Ergebnisse

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung (VB/ZB/GB) des Standortes Sonnenborstel dargestellt. Der Anlagentyp, Nabenhöhe und Standortkoordinaten sowie die zu Grunde liegenden Rotorblattgeometrien der berücksichtigten WEA sind in den Tabellen 1 und 3 aufgelistet.

Tabelle 4: Prognoseergebnisse der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung

Nr.	Maximale Schattenwurfbelastung						Wahrscheinliche Schattenwurfbelastung		
	[h/Jahr]			[h/Tag]			[h/Jahr]		
	VB	ZB	GB	VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
IP03	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
IP04	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
IP07	0:00	51:22	51:22	0:00	0:37	0:37	0:00	11:51	11:45
IP08	0:00	66:41	66:41	0:00	0:42	0:42	0:00	15:40	15:32
IP09	0:00	61:12	61:12	0:00	0:42	0:42	0:00	14:20	14:13
IP10	0:00	65:23	65:23	0:00	0:45	0:45	0:00	15:20	15:12
IP11	0:00	80:40	80:40	0:00	0:49	0:49	0:00	18:27	18:18
IP12	0:00	49:35	49:35	0:00	0:31	0:31	0:00	10:49	10:43
IP13	0:00	68:53	68:53	0:00	0:44	0:44	0:00	15:43	15:35
IP14	0:00	67:44	67:44	0:00	0:42	0:42	0:00	15:16	15:08
IP15	0:00	65:47	65:47	0:00	0:41	0:41	0:00	14:57	14:49
IP16	0:00	61:43	61:43	0:00	0:43	0:43	0:00	13:35	13:28
IP17	0:00	38:13	38:13	0:00	0:39	0:39	0:00	8:52	8:48
IP19	0:00	25:13	25:13	0:00	0:38	0:38	0:00	5:06	5:04
IP20	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
IP22	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
IP23	15:04	0:00	15:04	0:25	0:00	0:25	1:20	0:00	1:27
IP23a	18:13	0:00	18:13	0:28	0:00	0:28	2:34	0:00	2:48
IP24	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
IP25	0:00	4:10	4:10	0:00	0:18	0:18	0:00	0:41	0:41
IP27	0:00	3:30	3:30	0:00	0:16	0:16	0:00	0:36	0:36
IP28	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00

**Hinweis:**

Bei Betrachtung der Schattenwurfzeiten können zwischen Vor- und Gesamt- sowie zwischen Zusatz- und Gesamtbelastung voneinander abweichende Schattenwurfzeiten auftreten. Dies ist auf die unterschiedliche Betriebsdauer je WEA je Sektor zurückzuführen, da die Berechnungssoftware windPRO [4] eine mittlere Betriebsdauer für alle berücksichtigten WEA verwendet. Weiterhin wird gleichzeitig auftretender Schattenwurf, verursacht durch Vor- und Zusatzbelastung, in der Gesamtbelastung nur einfach gewertet.



Durch die **Vorbelastung** (bestehend aus 1xE-66/18.70) wird an **keinem** Immissionspunkt der Richtwert von 30 Stunden Gesamtschattenwurf im Jahr, bzw. der Richtwert von 30 Minuten Schattenwurf am Tag (worst-case) überschritten. Der Richtwert von 8 Stunden Gesamtschattenwurf der wahrscheinlichen Schattenwurfbelastung im Jahr (Sonnenwahrscheinlichkeit, real) wird durch die Vorbelastung ebenfalls an **keinem** Immissionspunkt überschritten.

Durch die **Zusatzbelastung** (bestehend aus 9xV162-7.2) sowie durch die **Gesamtbelastung** (bestehend aus 1xE-66/18.70 und 9xV162-7.2) wird an **11** Immissionspunkten (IP07 - IP17) der Richtwert von 30 Stunden Gesamtschattenwurf im Jahr, bzw. an **12** Immissionspunkten (IP07 - IP19) der Richtwert von 30 Minuten Schattenwurf am Tag (worst-case) überschritten. Der Richtwert von 8 Stunden Gesamtschattenwurf der wahrscheinlichen Schattenwurfbelastung im Jahr (Sonnenwahrscheinlichkeit, real) wird durch die Zusatz- bzw. Gesamtbelastung an **11** Immissionspunkten (IP07 - IP17) überschritten.

Der Anhang gibt eine Übersicht über die Lage der WEA und der IP (Rezeptoren). Dabei haben die Isolinien-Darstellungen eine grobe Auflösung (Zeitsprung 4 min, Schrittweite 14 Tage, Raster 30 m), dienen aber dennoch lediglich der Übersicht. Exakte Werte für die maximale Schattenwurfbelastung können hier nicht abgelesen werden.



## 4 Zusammenfassung

Die wtg erhielt 2022-06-14 von der BayWa r.e. Wind GmbH den Auftrag zur Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung des zu erwartenden Schattenwurfs an relevanten IP, verursacht durch neun WEA des Typs V162-7.2 am Standort Sonnenborstel.

Zur Beurteilung des Standortes fand 2023-03-21 eine Besichtigung des Standortes durch die wtg statt. Aufgrund der Ortsbesichtigungen sowie der aktuellen Kartengrundlage wurden insgesamt 22 IP festgelegt.

Es wurden mehrere Berechnungen der Schattenwurfimmissionen in der Umgebung des geplanten WEA-Standortes Sonnenborstel durchgeführt. Dabei wurde Folgendes berechnet:

- maximale (worst-case) und wahrscheinliche (reale) Schattenwurfimmissionen an 22 ausgewählten und relevanten IP für die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung,
- Isolinien-Darstellung der worst-case und sonnenwahrscheinlichen Schattenwurfbelastung in Stunden/Jahr für die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung.

Die durchgeführten Schattenwurfberechnungen gelten nur für den Standort Sonnenborstel mit der in Kapitel 2.5 beschriebenen Konfiguration und dem auf der aktuellen Kartengrundlage basierenden Zustand der Umgebung (Anzahl und Lage der IP). Eine Ergebnisdarstellung erfolgt im Anhang.

Die geplanten WEA verursachen, bei Berücksichtigung der maximalen möglichen Sonnenscheindauer (worst-case, Stunden im Jahr) an den Immissionspunkten IP07 - IP17 Richtwertüberschreitungen. Unter Berücksichtigung des Richtwertes von 8 Stunden Gesamtschattenwurf der wahrscheinlichen Schattenwurfbelastung im Jahr (Sonnenwahrscheinlichkeit, real) treten an den Immissionspunkten IP07 - IP17 Richtwertüberschreitungen auf.

Die theoretischen Überschreitungen der Richtwerte an den betroffenen Immissionspunkten können durch die Implementierung von Schattenwurfmodulen in die WEA Steuerung vermieden werden (siehe Kapitel 2.1 letzter Abschnitt). In der folgenden Tabelle wird dargestellt, welche WEA in welchem Maße für Schattenwurf an den gewählten IP verantwortlich ist.

Tabelle 5: Gesamtdauer der Beschattung an den Immissionspunkten je geplante WEA

WEA Nr.	WEA-Typ	Nabenhöhe [m]	Maximale Schattenwurfbelastung [h/Jahr]	Wahrscheinliche Schattenwurfbelastung [h/Jahr]
BWW01			12:20	02:26
BWW02			15:29	03:49
BWW03			00:00	00:00
BWW04			25:13	05:04
BWW05	V162-7.2	119	27:35	06:38
BWW06			20:21	04:09
BWW07			20:04	04:06
BWW08			111:21	25:17
BWW09			74:50	15:40

Hohe Schattenwurfdauern werden von der WEA BWW08 und BWW09 verursacht, die WEA BWW03 hingegen trägt nicht zur Beschattung der IP bei.

Der vorliegende Bericht wurde sorgfältig und fachgerecht nach bestem Wissen und Gewissen, unparteiisch und nach allgemeinen Regeln der Technik angefertigt.



## 5 Anhang

### 5.1 Literaturverzeichnis

- [1] BImSchV Teil 4, Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen, 2021-01
- [2] Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land in Niedersachsen (Windenergieerlass), Gemeinsames Rundschreiben des Niedersächsisches Umweltministeriums, des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung, des Ministeriums für Inneres und Sport und des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr. — MU-52-29211/1/305, Stand 2021-07-20
- [3] 109. Sitzung des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI): Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von WEA, Stand 2020-01-23
- [4] windPRO (Version 3.6.361), 2022, EMD International A/S
- [5] GeobasisdatenViewer Niedersachsen, (<https://www.geobasis.niedersachsen.de/>), 2023
- [6] Palz, W.; Greif, J.: European Solar Radiation Atlas – Solar Radiation on horizontal and inclined surfaces. Springer Berlin Heidelberg New York, 1996

### 5.2 Bearbeitungsverlauf

<i>Fassung</i>	<i>Datum</i>	<i>Inhalt</i>
SW22009B1	2023-04-13	Ermittlung der optischen Immissionen für den Windenergieanlagenstandort Sonnenborstel



### 5.3 Immissionspunkte



*IP03 - Lichtenmoor 19, 31622 Heemsen*



*IP04 - Lichtenmoor 33, 31622 Heemsen*



*IP07 - Dorfstraße 1, 31634 Steimbke*



*IP08 - Dorfstraße 2, 31634 Steimbke*



*IP09 - Zum Krähenberg 2, 31634 Steimbke*



*IP10 - Zum Krähenberg 4, 31634 Steimbke*



*IP11 - Zum Hessenbusch 4, 31634 Steimbke*



*IP12 - Dorfstraße 11, 31634 Steimbke*



*IP13 - Zum Krähenberg 5, 31634 Steimbke*



*IP14 - Zum Krähenberg 7, 31634 Steimbke*



*IP15 - Zu den Eichen 8, 31634 Steimbke*



*IP16 - Zum Krähenberg 12, 31634 Steimbke*



*IP17 - Fl. 1, Flst. 67, 31634 Steimbke*



*IP19 - Wölper Weg 6, 31634 Steimbke*



*IP20 - An der Steingrube 1, 31582 Nienburg*



*IP22 - Hasenweg 9, 31582 Nienburg/Weser*



*IP23 - Schipse 6, 31623 Drakenburg*



*IP23a - Auf der Heide 1, 31623 Drakenburg*





*IP24 - Feldstraße 12, 31622 Heemsen*



*IP25 - Dorfstraße 39, 31622 Heemsen*



*IP27 - Feldstraße 15, 31622 Heemsen*



*IP28 - Am Kreuzweg 59, 31582 Nienburg*



## 5.4 Ergebnisse der Vorbelastung

<b>Projekt:</b> <b>SW22009 Sonnenborstel</b>	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>windtest grevenbroich gmbh</b> Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 Afanasieva, Nadiia / nadiia.afanasieva@windtest-nrw.de Berechnet: 24.03.2023 13:55/3.6.361	
---	---	--

### 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) [BREMEN]  
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
 1,53 2,81 3,16 5,42 7,18 5,91 6,09 6,01 4,64 3,11 1,99 1,07



Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:  
 Terraindaten: WAsP (7)

Betriebsdauer je Sektor  
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
 201 211 460 746 501 361 643 685 1.236 1.364 725 351 7.483

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:  
 Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: ORO\_rev03\_mge.wpo (1)  
 Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:  
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Ak-tuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
WEA1	516.688	5.836.702	25,0	ENERCON E-66/18.70 180...	Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	64,8	1.487	22,0

#### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
IP03	Lichtenmoor 19, 31622 Heemsen	520.556	5.839.012	21,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP04	Lichtenmoor 33, 31622 Heemsen	522.578	5.839.366	25,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP07	Dorfstraße 1, 31634 Steimbke	521.677	5.836.826	32,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP08	Dorfstraße 2, 31634 Steimbke	521.615	5.836.782	33,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP09	Zum Krähenberg 2, 31634 Steimbke	521.632	5.836.738	36,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP10	Zum Krähenberg 4, 31634 Steimbke	521.621	5.836.699	37,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP11	Zum Hessenbusch 4, 31634 Steimbke	521.593	5.836.644	38,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP12	Dorfstraße 11, 31634 Steimbke	521.943	5.836.814	28,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP13	Zum Krähenberg 5, 31634 Steimbke	521.655	5.836.582	41,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP14	Zum Krähenberg 7, 31634 Steimbke	521.652	5.836.543	42,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP15	Zu den Eichen 8, 31634 Steimbke	521.674	5.836.548	42,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP16	Zum Krähenberg 12, 31634 Steimbke	521.605	5.836.489	44,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP17	Fl. 1, Flst. 67, 31634 Steimbke	521.591	5.836.376	46,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP19	Wölper Weg 6, 31634 Steimbke	520.133	5.835.620	30,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP20	An der Steingrube 1, 31582 Nienburg	518.426	5.834.123	39,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP22	Hasenweg 9, 31582 Nienburg/Weser	517.256	5.835.450	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP23	Schipse 6, 31623 Drakenburg	517.048	5.837.226	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP23a	Auf der Heide 1, 31623 Drakenburg	517.139	5.837.080	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP24	Feldstraße 12, 31622 Heemsen	517.836	5.838.372	24,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP25	Dorfstraße 39, 31622 Heemsen	518.024	5.838.562	24,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP27	Feldstraße 15, 31622 Heemsen	517.878	5.838.358	24,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP28	Am Kreuzweg 59, 31582 Nienburg	516.919	5.835.535	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0



Projekt:

**SW22009 Sonnenborstel**

Lizenzierter Anwender:

**windtest grevenbroich gmbh**

Frimmersdorfer Straße 73a

DE-41517 Grevenbroich

+49 2181 2278 0

Afanasieva, Nadia / nadiia.afanasieva@windtest-nrw.de

Berechnet:

24.03.2023 13:55/3.6.361

**SHADOW - Hauptergebnis****Berechnung:** Vorbelastung**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]
IP03	Lichtenmoor 19, 31622 Heemsen	0:00	0	0:00	0:00
IP04	Lichtenmoor 33, 31622 Heemsen	0:00	0	0:00	0:00
IP07	Dorfstraße 1, 31634 Steimbke	0:00	0	0:00	0:00
IP08	Dorfstraße 2, 31634 Steimbke	0:00	0	0:00	0:00
IP09	Zum Krähenberg 2, 31634 Steimbke	0:00	0	0:00	0:00
IP10	Zum Krähenberg 4, 31634 Steimbke	0:00	0	0:00	0:00
IP11	Zum Hessenbusch 4, 31634 Steimbke	0:00	0	0:00	0:00
IP12	Dorfstraße 11, 31634 Steimbke	0:00	0	0:00	0:00
IP13	Zum Krähenberg 5, 31634 Steimbke	0:00	0	0:00	0:00
IP14	Zum Krähenberg 7, 31634 Steimbke	0:00	0	0:00	0:00
IP15	Zu den Eichen 8, 31634 Steimbke	0:00	0	0:00	0:00
IP16	Zum Krähenberg 12, 31634 Steimbke	0:00	0	0:00	0:00
IP17	Fl. 1, Flst. 67, 31634 Steimbke	0:00	0	0:00	0:00
IP19	Wölper Weg 6, 31634 Steimbke	0:00	0	0:00	0:00
IP20	An der Steingrube 1, 31582 Nienburg	0:00	0	0:00	0:00
IP22	Hasenweg 9, 31582 Nienburg/Weser	0:00	0	0:00	0:00
IP23	Schipse 6, 31623 Drakenburg	15:04	44	0:25	1:20
IP23a	Auf der Heide 1, 31623 Drakenburg	18:13	50	0:28	2:34
IP24	Feldstraße 12, 31622 Heemsen	0:00	0	0:00	0:00
IP25	Dorfstraße 39, 31622 Heemsen	0:00	0	0:00	0:00
IP27	Feldstraße 15, 31622 Heemsen	0:00	0	0:00	0:00
IP28	Am Kreuzweg 59, 31582 Nienburg	0:00	0	0:00	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal Erwartet	
		[h/a]	[h/a]
WEA1	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 IO! NH: 64,8 m (Ges:99,8 m) (138)	33:17	3:54

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.



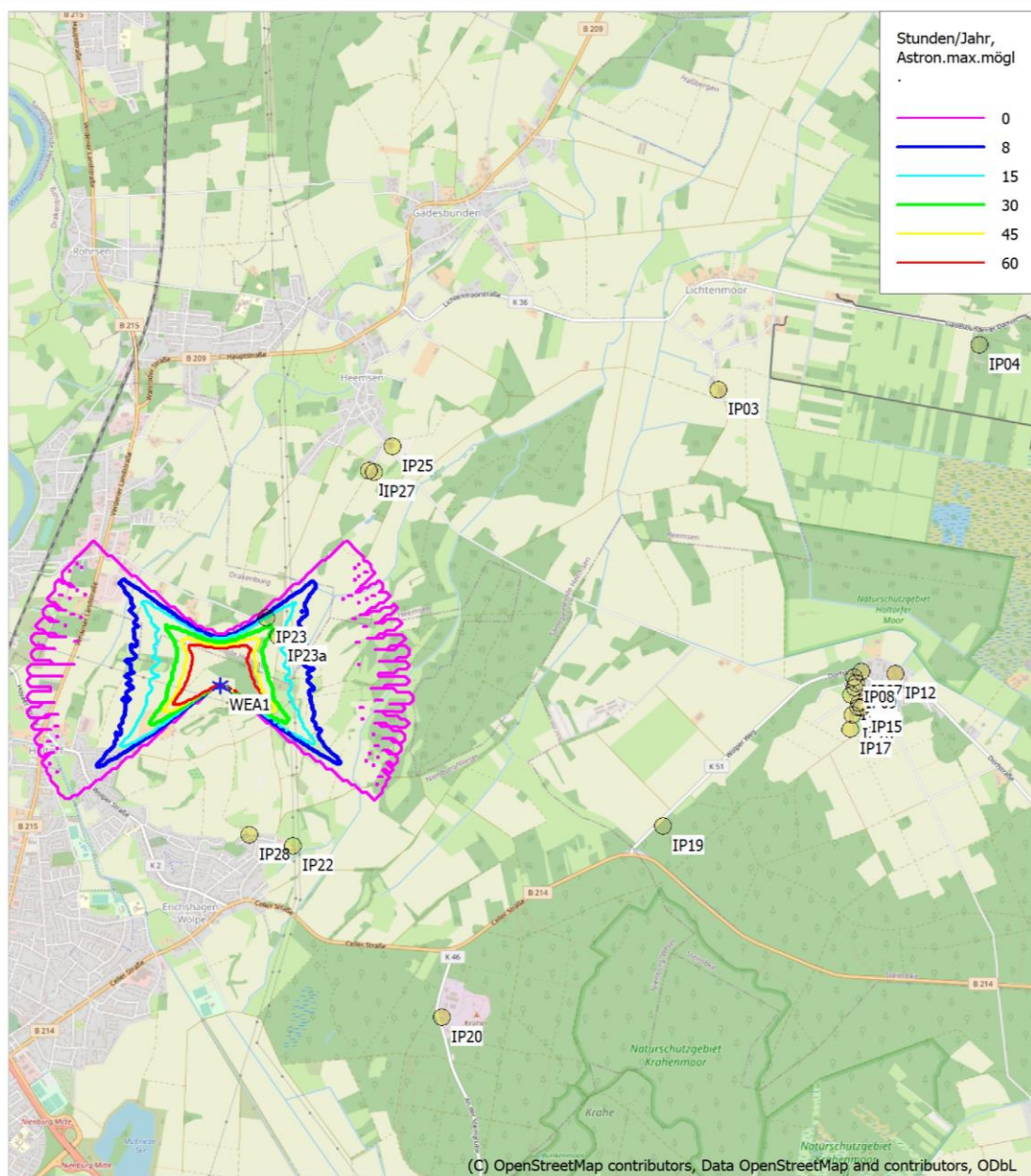
Projekt:  
**SW22009 Sonnenborstel**

Lizenzierter Anwender:  
**windtest grevenbroich gmbh**  
Frimmersdorfer Straße 73a  
DE-41517 Grevenbroich  
+49 2181 2278 0  
Afanasieva, Nadia / [nadia.afanasieva@windtest-nrw.de](mailto:nadia.afanasieva@windtest-nrw.de)  
Berechnet:  
24.03.2023 13:55/3.6.361



**SHADOW - Karte**

Berechnung: Vorbelastung



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

0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:45.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 519.000 Nord: 5.837.400

\* Existierende WEA    Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: ORO\_rev03\_mge.wpo (1)

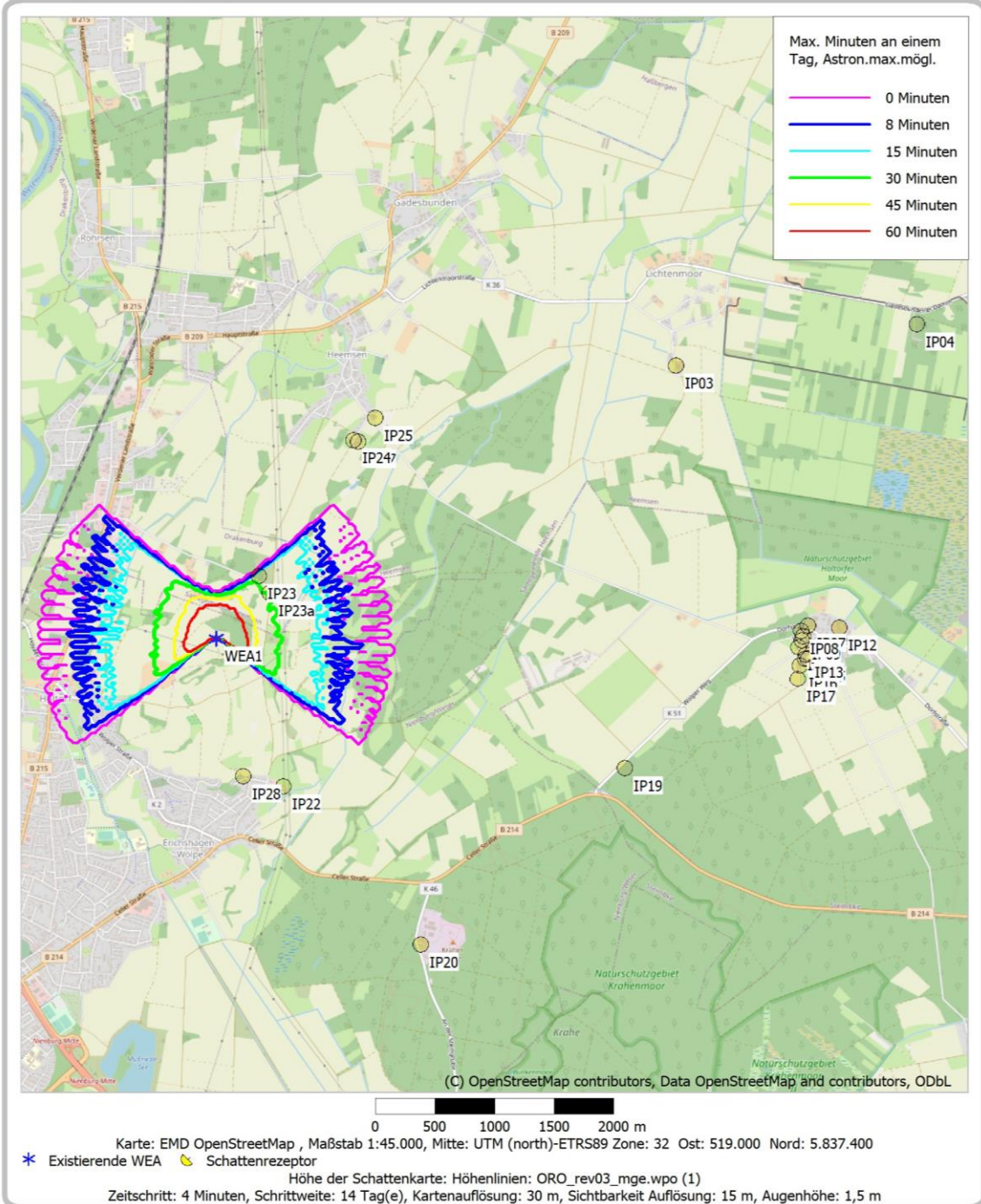
Zeitschritt: 4 Minuten, Schrittweite: 14 Tag(e), Kartenauflösung: 30 m, Sichtbarkeit Auflösung: 15 m, Augenhöhe: 1,5 m



Projekt: <b>SW22009 Sonnenborstel</b>	Lizenzierter Anwender: <b>windtest grevenbroich gmbh</b> Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 Afanasieva, Nadia / nadiia.afanasieva@windtest-nrw.de Berechnet: 24.03.2023 13:55/3.6.361	
--	---	--

**SHADOW - Karte**

Berechnung: Vorbelastung





### 5.5 Ergebnisse der Zusatzbelastung

Projekt: **SW22009 Sonnenborstel**

Lizenziierter Anwender: **windtest grevenbroich gmbh**  
 Frimmersdorfer Straße 73a  
 DE-41517 Grevenbroich  
 +49 2181 2278 0  
 Afanasieva, Nadiia / nadiia.afanasieva@windtest-nrw.de  
 Berechnet: 24.03.2023 13:56/3.6.361



#### SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung V162 7.2

#### 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

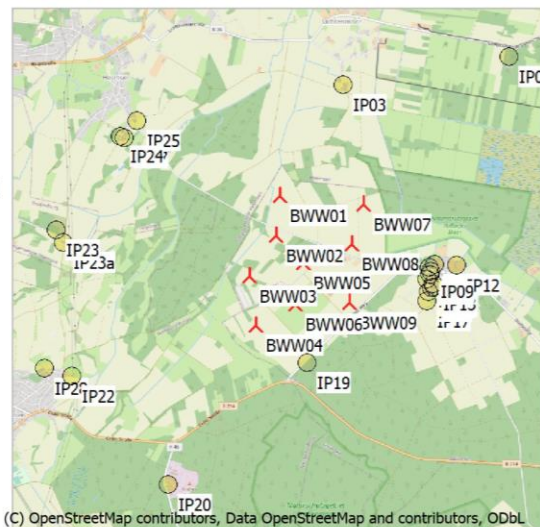
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [BREMEN]  
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
 1,53 2,81 3,16 5,42 7,18 5,91 6,09 6,01 4,64 3,11 1,99 1,07

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:  
 Terraindaten: WAsP (7)

Betriebsdauer je Sektor  
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
 220 233 506 820 548 392 707 758 1.374 1.499 773 368 8.197  
 Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der  
 Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf  
 den folgenden Annahmen:  
 Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: ORO\_rev03\_mge.wpo (1)  
 Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:  
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL  
 Maßstab 1:75.000

#### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
BWW01	519.780	5.837.656	23,8	VESTAS V162-7.2 7200 16...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW02	519.742	5.837.173	23,8	VESTAS V162-7.2 7200 16...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW03	519.420	5.836.673	25,0	VESTAS V162-7.2 7200 16...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW04	519.485	5.836.063	25,0	VESTAS V162-7.2 7200 16...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW05	520.074	5.836.836	22,7	VESTAS V162-7.2 7200 16...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW06	519.980	5.836.336	25,0	VESTAS V162-7.2 7200 16...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW07	520.802	5.837.557	24,2	VESTAS V162-7.2 7200 16...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW08	520.664	5.837.069	24,3	VESTAS V162-7.2 7200 16...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW09	520.639	5.836.351	25,2	VESTAS V162-7.2 7200 16...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0

#### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
IP03	Lichtenmoor 19, 31622 Heemsen	520.556	5.839.012	21,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP04	Lichtenmoor 33, 31622 Heemsen	522.578	5.839.366	25,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP07	Dorfstraße 1, 31634 Steimbke	521.677	5.836.826	32,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP08	Dorfstraße 2, 31634 Steimbke	521.615	5.836.782	33,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP09	Zum Krähenberg 2, 31634 Steimbke	521.632	5.836.738	36,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP10	Zum Krähenberg 4, 31634 Steimbke	521.621	5.836.699	37,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP11	Zum Hessenbusch 4, 31634 Steimbke	521.593	5.836.644	38,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP12	Dorfstraße 11, 31634 Steimbke	521.943	5.836.814	28,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP13	Zum Krähenberg 5, 31634 Steimbke	521.655	5.836.582	41,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP14	Zum Krähenberg 7, 31634 Steimbke	521.652	5.836.543	42,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP15	Zu den Eichen 8, 31634 Steimbke	521.674	5.836.548	42,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP16	Zum Krähenberg 12, 31634 Steimbke	521.605	5.836.489	44,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP17	Fl. 1, Flst. 67, 31634 Steimbke	521.591	5.836.376	46,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP19	Wölper Weg 6, 31634 Steimbke	520.133	5.835.620	30,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP20	An der Steingrube 1, 31582 Nienburg	518.426	5.834.123	39,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP22	Hasenweg 9, 31582 Nienburg/Weser	517.256	5.835.450	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt: **SW22009 Sonnenborstel**

Lizenzierter Anwender: **windtest grevenbroich gmbh**  
 Frimmersdorfer Straße 73a  
 DE-41517 Grevenbroich  
 +49 2181 2278 0  
 Afanasieva, Nadiia / nadiia.afanasieva@windtest-nrw.de

Berechnet: 24.03.2023 13:56/3.6.361



### SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung V162 7.2

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe	Neigung des	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe
					[m]	[m]	ü.Gr.	Fensters		(ZVI)
					[m]	[m]	[m]	[°]		ü.Gr.
IP23	Schipse 6, 31623 Drakenburg	517.048	5.837.226	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP23a	Auf der Heide 1, 31623 Drakenburg	517.139	5.837.080	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP24	Feldstraße 12, 31622 Heemsen	517.836	5.838.372	24,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP25	Dorfstraße 39, 31622 Heemsen	518.024	5.838.562	24,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP27	Feldstraße 15, 31622 Heemsen	517.878	5.838.358	24,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP28	Am Kreuzweg 59, 31582 Nienburg	516.919	5.835.535	25,0	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]	
IP03	Lichtenmoor 19, 31622 Heemsen	0:00	0	0:00	0:00	
IP04	Lichtenmoor 33, 31622 Heemsen	0:00	0	0:00	0:00	
IP07	Dorfstraße 1, 31634 Steimbke	51:22	141	0:37	11:51	
IP08	Dorfstraße 2, 31634 Steimbke	66:41	160	0:42	15:40	
IP09	Zum Krähenberg 2, 31634 Steimbke	61:12	159	0:42	14:20	
IP10	Zum Krähenberg 4, 31634 Steimbke	65:23	170	0:45	15:20	
IP11	Zum Hessenbusch 4, 31634 Steimbke	80:40	201	0:49	18:27	
IP12	Dorfstraße 11, 31634 Steimbke	49:35	161	0:31	10:49	
IP13	Zum Krähenberg 5, 31634 Steimbke	68:53	189	0:44	15:43	
IP14	Zum Krähenberg 7, 31634 Steimbke	67:44	180	0:42	15:16	
IP15	Zu den Eichen 8, 31634 Steimbke	65:47	185	0:41	14:57	
IP16	Zum Krähenberg 12, 31634 Steimbke	61:43	168	0:43	13:35	
IP17	Fl. 1, Flst. 67, 31634 Steimbke	38:13	139	0:39	8:52	
IP19	Wölper Weg 6, 31634 Steimbke	25:13	53	0:38	5:06	
IP20	An der Steingrube 1, 31582 Nienburg	0:00	0	0:00	0:00	
IP22	Hasenweg 9, 31582 Nienburg/Weser	0:00	0	0:00	0:00	
IP23	Schipse 6, 31623 Drakenburg	0:00	0	0:00	0:00	
IP23a	Auf der Heide 1, 31623 Drakenburg	0:00	0	0:00	0:00	
IP24	Feldstraße 12, 31622 Heemsen	0:00	0	0:00	0:00	
IP25	Dorfstraße 39, 31622 Heemsen	4:10	22	0:18	0:41	
IP27	Feldstraße 15, 31622 Heemsen	3:30	21	0:16	0:36	
IP28	Am Kreuzweg 59, 31582 Nienburg	0:00	0	0:00	0:00	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
BWW01	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (1)	12:20	2:28
BWW02	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (2)	15:29	3:51
BWW03	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (3)	0:00	0:00
BWW04	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (4)	25:13	5:06
BWW05	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (5)	27:35	6:42
BWW06	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (7)	20:21	4:11
BWW07	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (8)	20:04	4:08
BWW08	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (9)	111:21	25:30
BWW09	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (10)	74:50	15:48

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.

Die Berechnung der Gesamtsumme für einen Rezeptor arbeitet mit einer gemittelten Richtungskorrektur für alle WEA, die an einem gegebenen Tag zur Beschattung beitragen. Wenn der Schattenwurf durch mehrere WEA an einem Tag nicht gleichzeitig stattfindet, kann die so ermittelte Summe geringfügig von der Summe der Beschattungszeiten abweichen, die für die individuellen WEA berechnet werden.



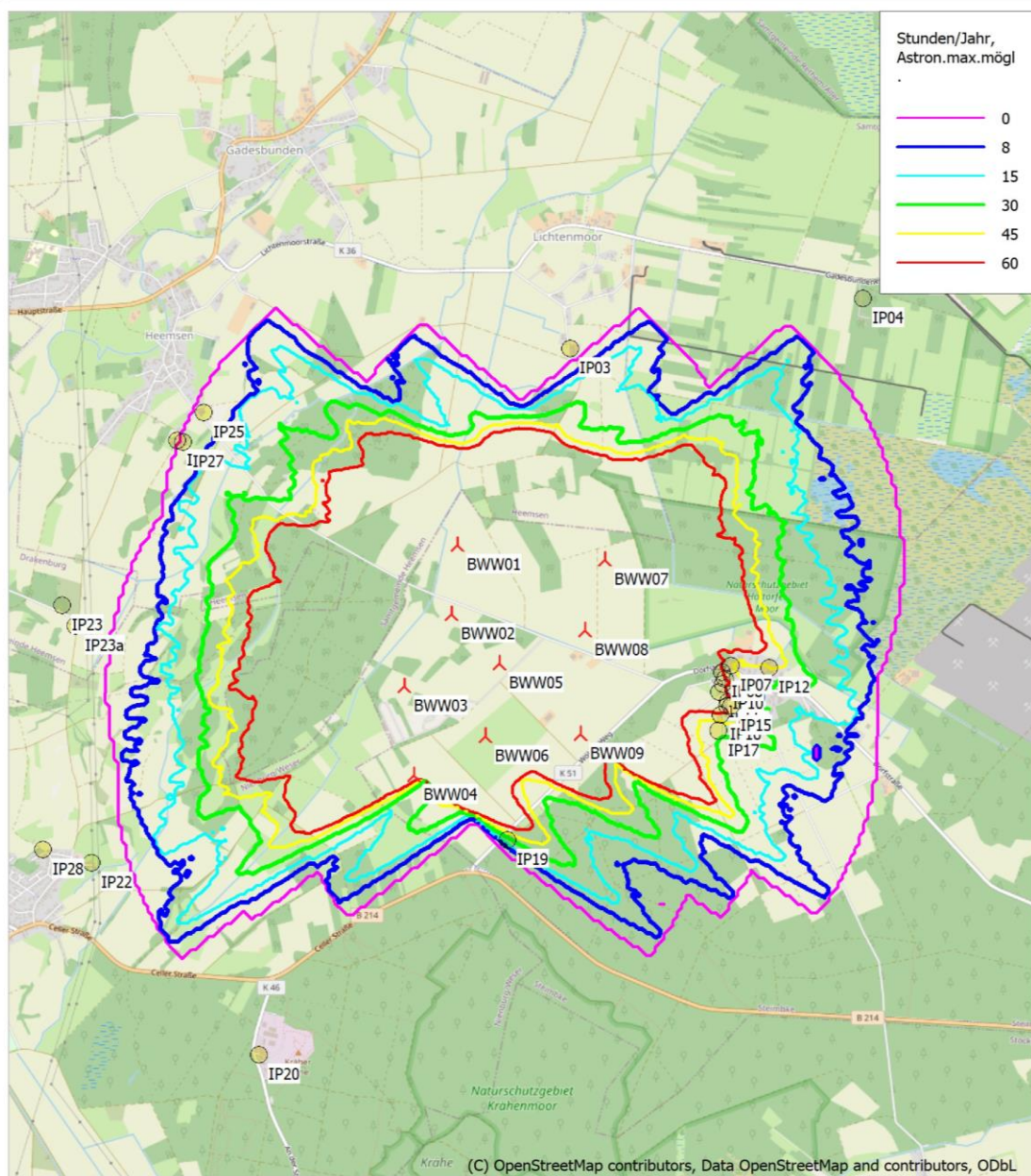
Projekt:  
**SW22009 Sonnenborstel**

Lizenzierter Anwender:  
**windtest grevenbroich gmbh**  
Frimmersdorfer Straße 73a  
DE-41517 Grevenbroich  
+49 2181 2278 0  
Afanasieva, Nadia / nadia.afanasieva@windtest-nrw.de  
Berechnet:  
24.03.2023 13:56/3.6.361



**SHADOW - Karte**

Berechnung: Zusatzbelastung V162 7.2



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 520.200 Nord: 5.837.300  
 Neue WEA Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: ORO\_rev03\_mge.wpo (1)  
 Zeitschritt: 4 Minuten, Schrittweite: 14 Tag(e), Kartenaufösung: 30 m, Sichtbarkeit Auflösung: 15 m, Augenhöhe: 1,5 m





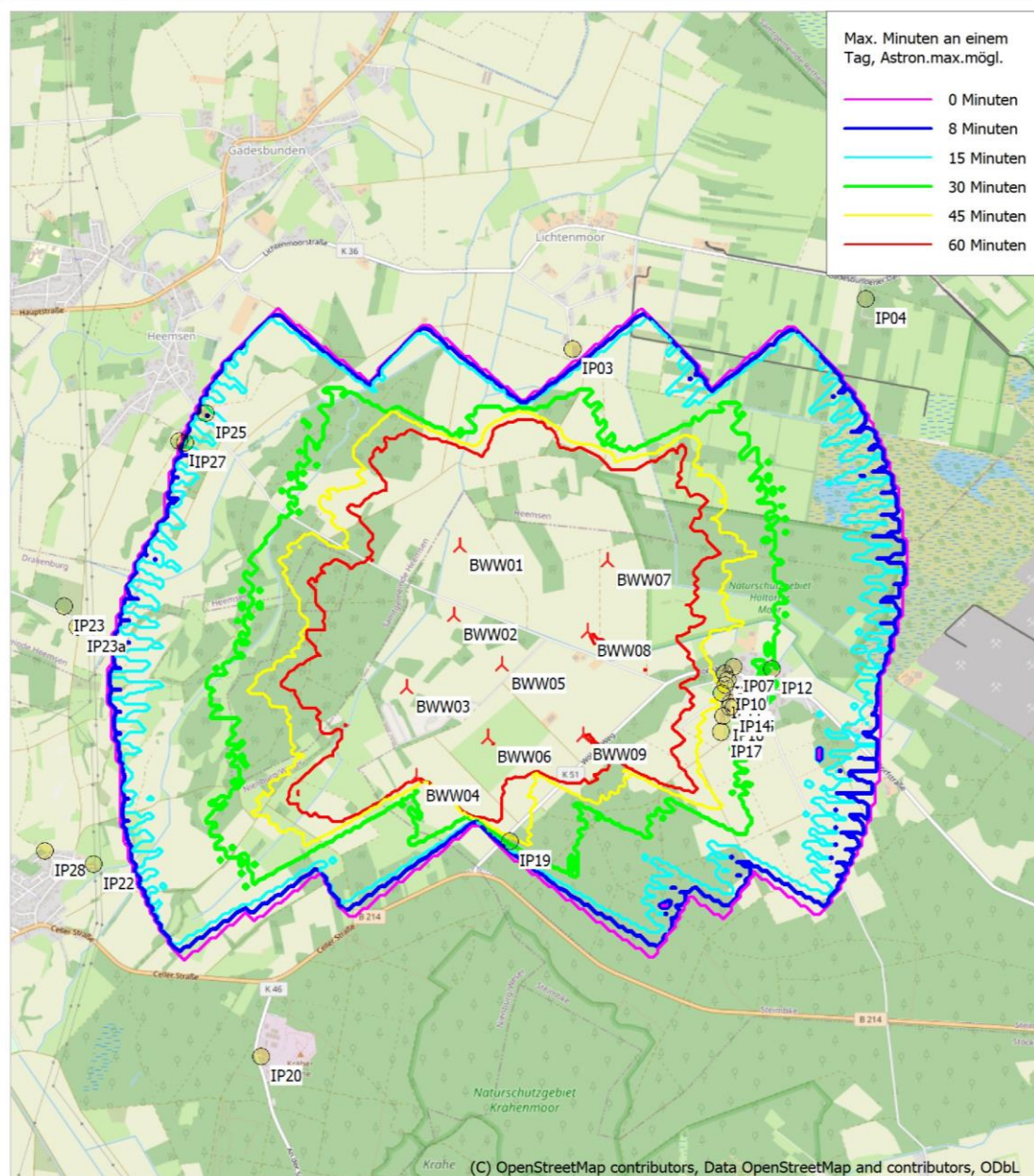
Projekt:  
**SW22009 Sonnenborstel**

Lizenzierter Anwender:  
**windtest grevenbroich gmbh**  
Frimmersdorfer Straße 73a  
DE-41517 Grevenbroich  
+49 2181 2278 0  
Afanasiaeva, Nadia / [nadia.afanasiaeva@windtest-nrw.de](mailto:nadia.afanasiaeva@windtest-nrw.de)  
Berechnet:  
24.03.2023 13:56/3.6.361



### SHADOW - Karte

Berechnung: Zusatzbelastung V162 7.2



Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 520.200 Nord: 5.837.300  
▲ Neue WEA      ● Schattenrezeptor  
Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: ORO\_rev03\_mge.wpo (1)  
Zeitschritt: 4 Minuten, Schrittweite: 14 Tag(e), Kartenaufösung: 30 m, Sichtbarkeit Auflösung: 15 m, Augenhöhe: 1,5 m



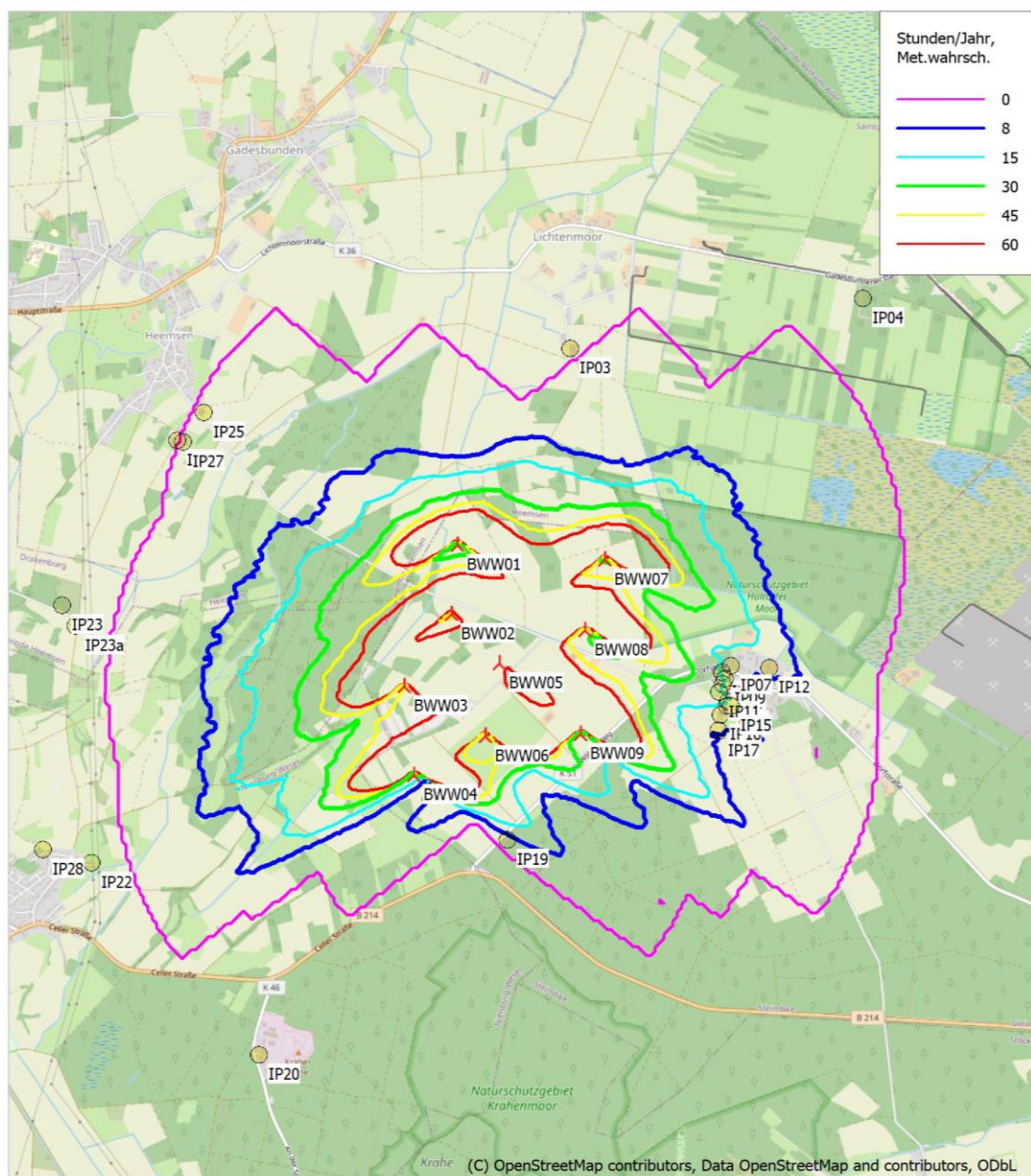
Projekt:  
**SW22009 Sonnenborstel**

Lizenzierter Anwender:  
**windtest grevenbroich gmbh**  
Frimmersdorfer Straße 73a  
DE-41517 Grevenbroich  
+49 2181 2278 0  
Afanasieva, Nadia / nadia.afanasieva@windtest-nrw.de  
Berechnet:  
24.03.2023 13:58/3.6.361



**SHADOW - Karte**

**Berechnung:** Zusatzbelastung V162 7.2 Met. warsch.



Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 520.200 Nord: 5.837.300  
 Neue WEA Schattenrezeptor  
 Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: ORO\_rev03\_mge.wpo (1)  
 Zeitschritt: 4 Minuten, Schrittweite: 14 Tag(e), Kartenaufösung: 30 m, Sichtbarkeit Auflösung: 15 m, Augenhöhe: 1,5 m



### 5.6 Ergebnisse der Gesamtbelastung

Projekt: **SW22009 Sonnenborstel**

Lizenziierter Anwender: **windtest grevenbroich gmbh**  
 Frimmersdorfer Straße 73a  
 DE-41517 Grevenbroich  
 +49 2181 2278 0  
 Afanasieva, Nadiia / nadiia.afanasieva@windtest-nrw.de  
 Berechnet: 24.03.2023 13:59/3.6.361



#### SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung V162 7.2

#### 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) [BREMEN]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,53	2,81	3,16	5,42	7,18	5,91	6,09	6,01	4,64	3,11	1,99	1,07

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:  
Terraindaten: WAsP (7)

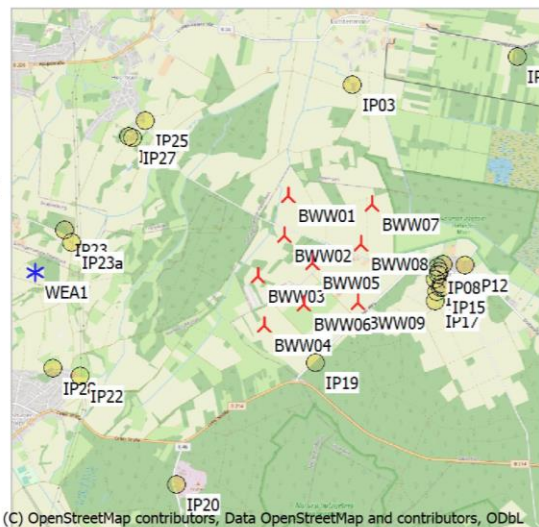
Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
218	231	501	812	543	389	701	751	1.360	1.485	768	366	8.126

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:  
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: ORO\_rev03\_mge.wpo (1)  
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL  
Maßstab 1:75.000

#### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
BWW01	519.780	5.837.656	23,8	VESTAS V162-7.2 7200 1...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW02	519.742	5.837.173	23,8	VESTAS V162-7.2 7200 1...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW03	519.420	5.836.673	25,0	VESTAS V162-7.2 7200 1...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW04	519.485	5.836.063	25,0	VESTAS V162-7.2 7200 1...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW05	520.074	5.836.836	22,7	VESTAS V162-7.2 7200 1...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW06	519.980	5.836.336	25,0	VESTAS V162-7.2 7200 1...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW07	520.802	5.837.557	24,2	VESTAS V162-7.2 7200 1...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW08	520.664	5.837.069	24,3	VESTAS V162-7.2 7200 1...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
BWW09	520.639	5.836.351	25,2	VESTAS V162-7.2 7200 1...	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	119,0	2.044	0,0
WEA1	516.688	5.836.702	25,0	ENERCON E-66/18.70 18...	Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	64,8	1.487	22,0

#### 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]
IP03	Lichtenmoor 19, 31622 Heemsen	520.556	5.839.012	21,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP04	Lichtenmoor 33, 31622 Heemsen	522.578	5.839.366	25,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP07	Dorfstraße 1, 31634 Steimbke	521.677	5.836.826	32,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP08	Dorfstraße 2, 31634 Steimbke	521.615	5.836.782	33,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP09	Zum Krähenberg 2, 31634 Steimbke	521.632	5.836.738	36,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP10	Zum Krähenberg 4, 31634 Steimbke	521.621	5.836.699	37,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP11	Zum Hassenbusch 4, 31634 Steimbke	521.593	5.836.644	38,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP12	Dorfstraße 11, 31634 Steimbke	521.943	5.836.814	28,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP13	Zum Krähenberg 5, 31634 Steimbke	521.655	5.836.582	41,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP14	Zum Krähenberg 7, 31634 Steimbke	521.652	5.836.543	42,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP15	Zu den Eichen 8, 31634 Steimbke	521.674	5.836.548	42,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP16	Zum Krähenberg 12, 31634 Steimbke	521.605	5.836.489	44,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP17	Fl. 1, Flst. 67, 31634 Steimbke	521.591	5.836.376	46,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP19	Wölper Weg 6, 31634 Steimbke	520.133	5.835.620	30,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt: **SW22009 Sonnenborstel**

Lizenziertes Anwender: **windtest grevenbroich gmbh**  
 Frimmersdorfer Straße 73a  
 DE-41517 Grevenbroich  
 +49 2181 2278 0  
 Afanasieva, Nadia / nadiia.afanasieva@windtest-nrw.de  
 Berechnet: 24.03.2023 13:59/3.6.361



### SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung V162 7.2

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe	Neigung des	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe
					[m]	[m]	ü.Gr.	Fensters		(ZVI)
					[m]	[m]	[m]	[°]		ü.Gr.
IP20	An der Steingrube 1, 31582 Nienburg	518.426	5.834.123	39,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP22	Hasenweg 9, 31582 Nienburg/Weser	517.256	5.835.450	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP23	Schipse 6, 31623 Drakenburg	517.048	5.837.226	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP23a	Auf der Heide 1, 31623 Drakenburg	517.139	5.837.080	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP24	Feldstraße 12, 31622 Heemsen	517.836	5.838.372	24,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP25	Dorfstraße 39, 31622 Heemsen	518.024	5.838.562	24,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP27	Feldstraße 15, 31622 Heemsen	517.878	5.838.358	24,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP28	Am Kreuzweg 59, 31582 Nienburg	516.919	5.835.535	25,0	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]
IP03	Lichtenmoor 19, 31622 Heemsen	0:00	0	0:00	0:00
IP04	Lichtenmoor 33, 31622 Heemsen	0:00	0	0:00	0:00
IP07	Dorfstraße 1, 31634 Steimbke	51:22	141	0:37	11:45
IP08	Dorfstraße 2, 31634 Steimbke	66:41	160	0:42	15:32
IP09	Zum Krähenberg 2, 31634 Steimbke	61:12	159	0:42	14:13
IP10	Zum Krähenberg 4, 31634 Steimbke	65:23	170	0:45	15:12
IP11	Zum Hessenbusch 4, 31634 Steimbke	80:40	201	0:49	18:18
IP12	Dorfstraße 11, 31634 Steimbke	49:35	161	0:31	10:43
IP13	Zum Krähenberg 5, 31634 Steimbke	68:53	189	0:44	15:35
IP14	Zum Krähenberg 7, 31634 Steimbke	67:44	180	0:42	15:08
IP15	Zu den Eichen 8, 31634 Steimbke	65:47	185	0:41	14:49
IP16	Zum Krähenberg 12, 31634 Steimbke	61:43	168	0:43	13:28
IP17	Fl. 1, Flst. 67, 31634 Steimbke	38:13	139	0:39	8:48
IP19	Wölper Weg 6, 31634 Steimbke	25:13	53	0:38	5:04
IP20	An der Steingrube 1, 31582 Nienburg	0:00	0	0:00	0:00
IP22	Hasenweg 9, 31582 Nienburg/Weser	0:00	0	0:00	0:00
IP23	Schipse 6, 31623 Drakenburg	15:04	44	0:25	1:27
IP23a	Auf der Heide 1, 31623 Drakenburg	18:13	50	0:28	2:48
IP24	Feldstraße 12, 31622 Heemsen	0:00	0	0:00	0:00
IP25	Dorfstraße 39, 31622 Heemsen	4:10	22	0:18	0:41
IP27	Feldstraße 15, 31622 Heemsen	3:30	21	0:16	0:36
IP28	Am Kreuzweg 59, 31582 Nienburg	0:00	0	0:00	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
BWW01	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (1)	12:20	2:26
BWW02	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (2)	15:29	3:49
BWW03	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (3)	0:00	0:00
BWW04	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (4)	25:13	5:04
BWW05	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (5)	27:35	6:38
BWW06	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (7)	20:21	4:09
BWW07	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (8)	20:04	4:06
BWW08	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (9)	111:21	25:17
BWW09	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:200,0 m) (10)	74:50	15:40
WEA1	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 64,8 m (Ges:99,8 m) (138)	33:17	4:15

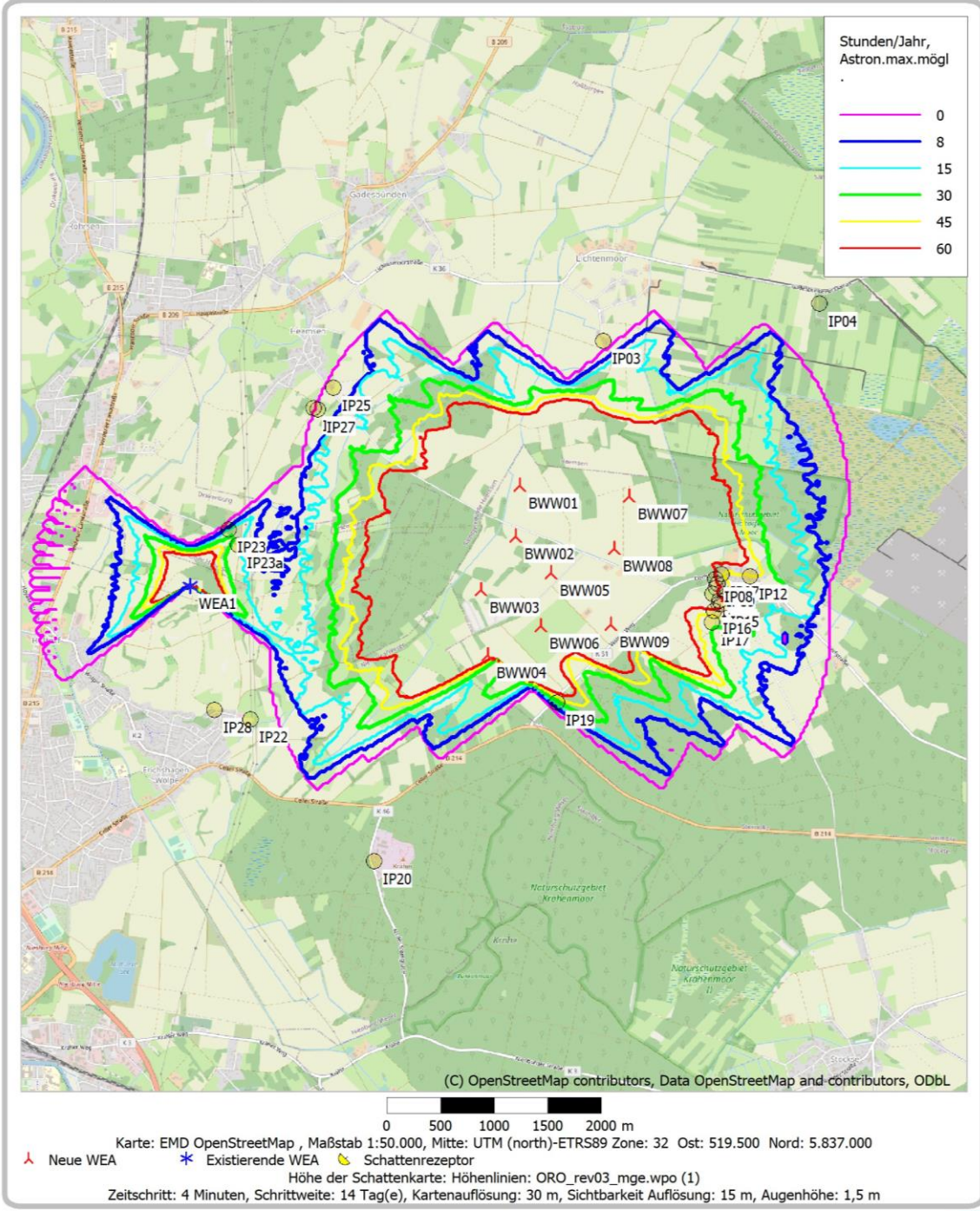
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Die Berechnung der Gesamtsumme für einen Rezeptor arbeitet mit einer gemittelten Richtungskorrektur für alle WEA, die an einem gegebenen Tag zur Beschattung beitragen. Wenn der Schattenwurf durch mehrere WEA an einem Tag nicht gleichzeitig stattfindet, kann die so ermittelte Summe geringfügig von der Summe der Beschattungszeiten abweichen, die für die individuellen WEA berechnet werden.



Projekt: <b>SW22009 Sonnenborstel</b>	Lizenzierter Anwender: <b>windtest grevenbroich gmbh</b> Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 Afanasieva, Nadia / nadia.afanasieva@windtest-nrw.de Berechnet: 24.03.2023 13:59/3.6.361	
--	--	--

**SHADOW - Karte**  
**Berechnung: Gesamtbelastung V162 7.2**





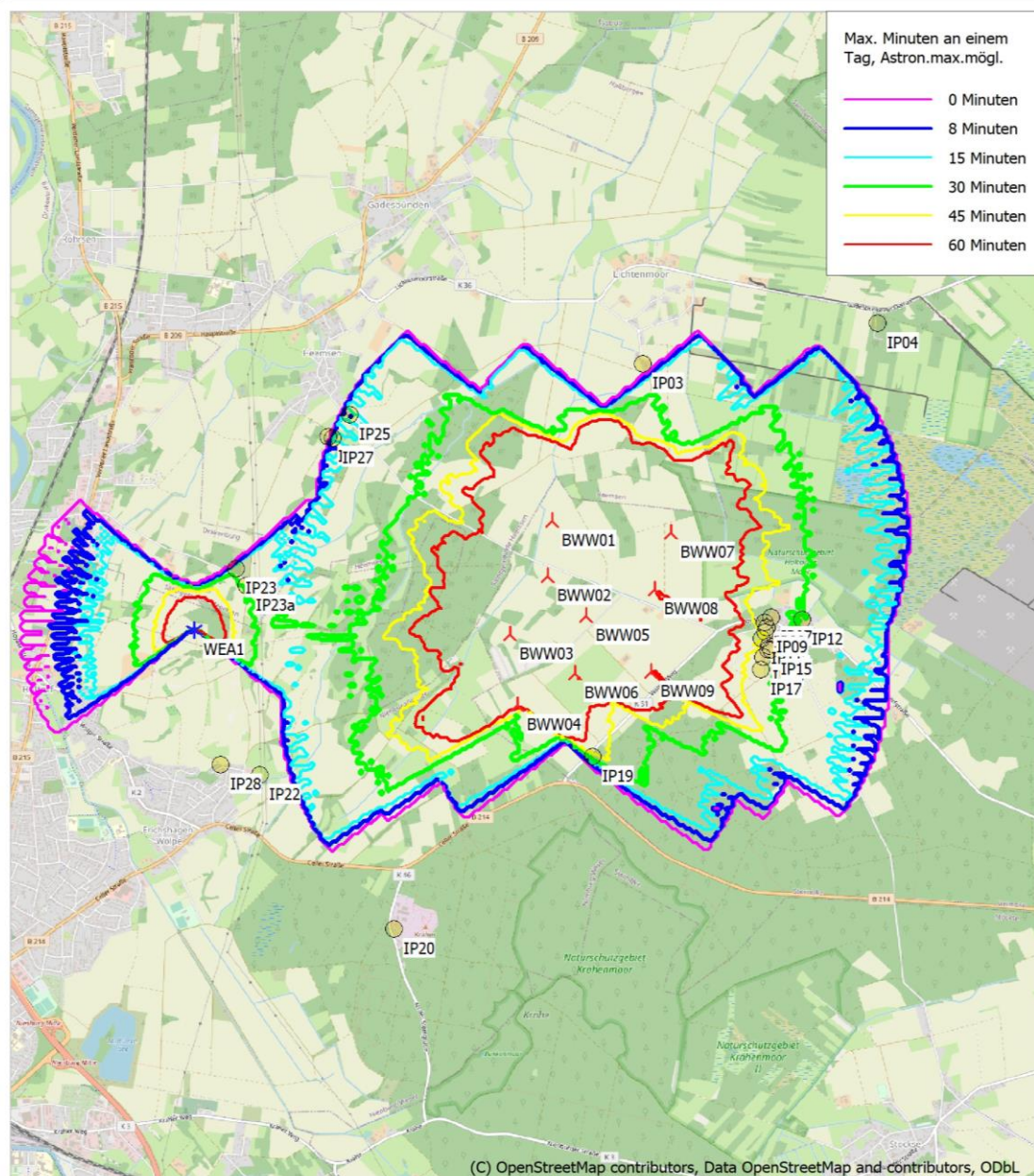
Projekt:  
**SW22009 Sonnenborstel**

Lizenzierter Anwender:  
**windtest grevenbroich gmbh**  
Frimmersdorfer Straße 73a  
DE-41517 Grevenbroich  
+49 2181 2278 0  
Afanasiaeva, Nadia / [nadia.afanasiaeva@windtest-nrw.de](mailto:nadia.afanasiaeva@windtest-nrw.de)  
Berechnet:  
24.03.2023 13:59/3.6.361



### SHADOW - Karte

Berechnung: Gesamtbelastung V162 7.2



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

0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 519.500 Nord: 5.837.000

▲ Neue WEA    \* Existierende WEA    📍 Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: ORO\_rev03\_mge.wpo (1)

Zeitschritt: 4 Minuten, Schrittweite: 14 Tag(e), Kartenauflösung: 30 m, Sichtbarkeit Auflösung: 15 m, Augenhöhe: 1,5 m



Projekt: **SW22009 Sonnenborstel**

Lizenzierter Anwender: **windtest grevenbroich gmbh**  
Frimmersdorfer Straße 73a  
DE-41517 Grevenbroich  
+49 2181 2278 0  
Afanasieva, Nadiia / nadiia.afanasieva@windtest-nrw.de  
Berechnet: 24.03.2023 14:00/3.6.361



**SHADOW - Karte**  
Berechnung: Gesamtbelastung V162 7.2 Met. warsch.

