

Ermittlung der optischen Immissionen in der Umgebung des geplanten Windenergieanlagenstandortes Zell

- Schattenwurfprognose -

2019-03-11

SW19001B1

Ermittlung der optischen Immissionen in der Umgebung des geplanten Windenergieanlagenstandortes Zell

- Schattenwurfprognose -

Bericht: SW19001B1

Standort bzw. Messort:	36329 Zell / Hessen
-------------------------------	---------------------

Auftraggeber:	TurboWind Energie GmbH Vahrenwalder Str. 245-247 30179 Hannover
----------------------	---

Auftragnehmer:	windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Str. 73a 41517 Grevenbroich
-----------------------	---

Datum der Auftragserteilung:	2018-12-27
-------------------------------------	------------

Auftragsnummer:	19 0001 07
------------------------	------------

Geprüft von:	
---------------------	--

Bearbeitet von:	
------------------------	--

Dipl.-Umweltwiss. Eva-Maria Schmitt

Gruppenleiterin

Grevenbroich, 2019-03-11

M. Eng. Lasma Pikuma

Projektmanagerin

<i>Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung der windtest grevenbroich gmbh vervielfältigt werden. Er umfasst insgesamt 41 Seiten inkl. der Anlagen.</i>
--

S:\Sw\SW19001_Zell\06_Bericht\SW19001B1_Zell.doc



Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	4
2	BEURTEILUNGSVERFAHREN	5
2.1	Maximale Schattenwurfbelastung	6
2.2	Meteorologisch wahrscheinliche Schattenwurfbelastung	7
2.3	Standortbeschreibung	7
2.4	Beschreibung der Emissionsquellen	8
2.5	Beschreibung der Immissionspunkte	10
3	ERGEBNISSE	12
4	ZUSAMMENFASSUNG	14
5	ANHANG	15
5.1	Quellenverzeichnis	15
5.2	Bearbeitungsverlauf	16
5.3	Tabellenverzeichnis	17
5.4	Abbildungsverzeichnis	17
5.5	Abbildungsverzeichnis Anhang	17
5.6	Immissionspunkte	18
5.7	Ergebnisse der Vor-, Zusatz und Gesamtbelastung	31



1 Einleitung

Die windtest grevenbroich gmbh (wtg) erhielt 2018-12-27 von der TurboWind Energie GmbH den Auftrag zur Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung des zu erwartenden Schattenwurfs an relevanten Immissionspunkten (IP), verursacht durch eine Windenergieanlage (WEA) des Typs ENERCON E-138 am Standort Zell.

Die Vorgehensweise und Beurteilung der Einhaltung der Richtwerte fand auf Basis der Beschlüsse des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) [1] statt.

Die gewählte Konfiguration für die geplante WEA ist in Kapitel 2.4 angegeben.

In der Umgebung der geplanten WEA gibt es derzeit 19 weitere Anlagen, welche im Sinne des LAI [1] als Vorbelastung berücksichtigt werden müssen. Die geplante WEA wird als Zusatzbelastung behandelt, zusammen mit der Vorbelastung bilden alle WEA die zu betrachtende Gesamtbelastung.

Hinweis: Die Berechnungsergebnisse, die grafischen und tabellarischen Schattenwurfkalender je Immissionspunkt und je Windenergieanlage sowie sämtliche Übersichtskarten (PDF-Format) sind dem im Anhang beigefügten Daten-Stick zu entnehmen.



2 Beurteilungsverfahren

Im Unterschied zu den üblichen Fällen des Schattenwurfs durch feststehende Gebäude verursacht bei einer WEA erst die Bewegung des Rotorblattes einen periodischen Wechsel von Licht und Schatten. Der schnelle Wechsel von Licht und Schatten durch die bewegten Rotorblätter kann zu einer Beeinträchtigung der menschlichen Wahrnehmung in seiner Umgebung führen. Durch den geringeren Anteil der Diffusstrahlung an der Globalstrahlung kann der Wechsel Schatten 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 [1] ausschließlich das Gebiet, in dem mindestens 20 % der Sonnenfläche durch das Rotorblatt verdeckt werden. Diese Größe wird in Abhängigkeit von der Rotorblatt-Geometrie 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).

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

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.

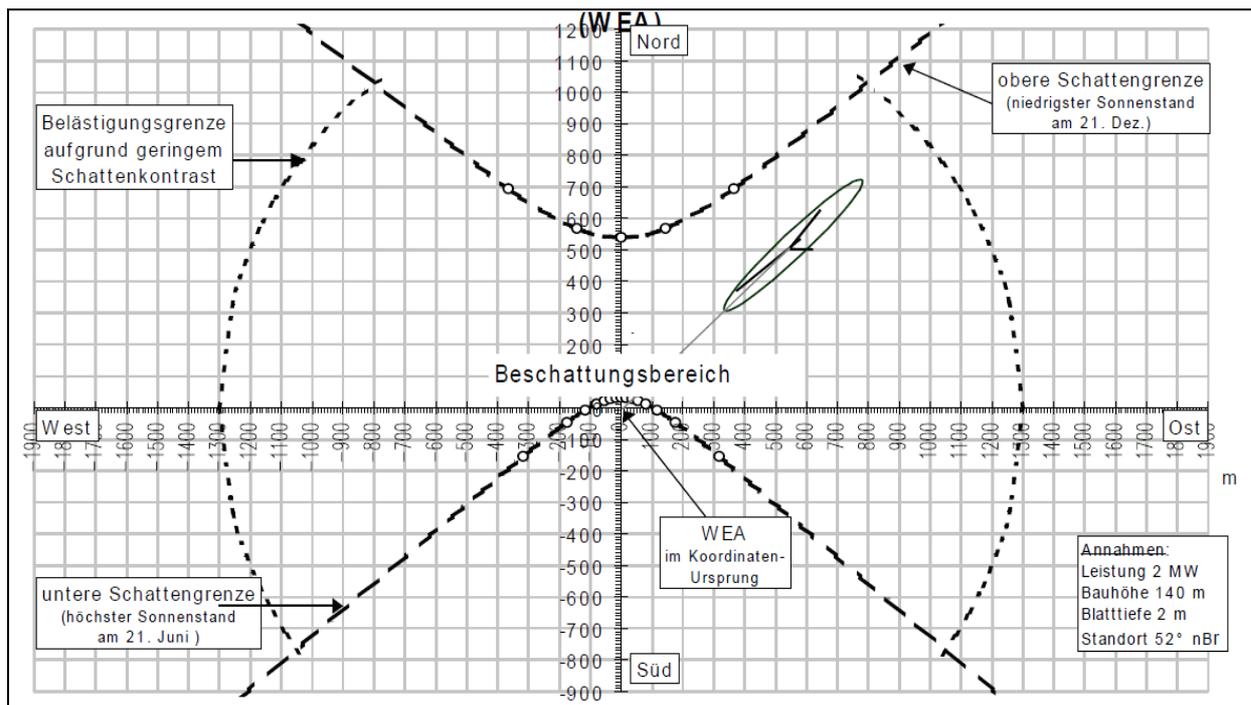


Abbildung 1: Möglicher Beschattungsbereich einer Beispiel-WEA [1]



Darüber hinaus hat der LAI [I] Richtwerte festgelegt, die bis zu einer offiziellen Richtlinie als Empfehlungswerte verwendet werden sollen und die in der gegenständlichen Betrachtung angewendet werden. In den beiden genannten Quellen 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, Einstellung WindPRO – ohne Hindernisse),
- 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/m² 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 geplante WEA kann durch den prognostizierten Schattenwurfbeginn und das prognostizierte Schattenwurfende für einzelne Schattenwurfintervalle abgeschaltet werden. Nachteil: die WEA würde auch abgeschaltet werden, wenn kein Schattenwurf möglich ist (z. B. bewölkter Himmel),
- durch die Implementierung von Schattenwurfmodulen, so genannten Abschaltmodulen, in die WEA Steuerung, wird die WEA bei auftretenden Immissionen abgeschaltet. Vorteil: die Ertragseinbußen durch Abschaltung der WEA werden gering gehalten.



2.2 Meteorologisch wahrscheinliche Schattenwurfbelastung

In der Realität werden die in der worst-case Berechnung ermittelten Werte weit unterschritten. Die Wahrscheinlichkeit, dass alle oben aufgeführten Annahmen gleichzeitig über einen längeren Zeitraum eintreten, ist gering. Sollte dies über einen längeren Zeitraum dennoch eintreten, so können maximal die im Anhang dargestellten Immissionszeiten auftreten.

Daher erfolgt, zusätzlich zur Berechnung der maximalen Schattenwurfimmissionen, 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 [II] hinterlegten Daten des World Radiation Data Center (WRDC) der Klimastation Gießen (Datengrundlage 1981 – 1993; ca. 40 km westsüdwestlich des Standorts gelegen) für den Standort Zell repräsentativ übernommen.

Die Betriebsstunden der geplanten WEA werden unter Zuhilfenahme der Leistungskennlinie (D0605806-6) und der in [II] hinterlegten DWD Windstatistik Alsfeld berechnet (ca. 1 km östlich des Standorts gelegen; Wichtung: 100 %). Ferner wird für die jeweiligen WEA eine technische Verfügbarkeit von 100 % angenommen.

2.3 Standortbeschreibung

Der Standort Zell befindet sich im Bundesland Hessen etwa 40 km nordöstlich von Gießen. In einer Entfernung von ca. 1 km südlich der geplanten WEA verläuft die Bundesautobahn A5 von Ost-Nord-Ost nach West-Süd-West.

Die Umgebung des Standortes besteht aus leicht hügeligen, landwirtschaftlich genutzten Flächen, die durch Hecken und einzelne Bäumen sowie größeren Waldgebieten zergliedert werden. Sie ist im Umkreis von mehreren Kilometern relativ schwach besiedelt, vorwiegend in Form von Dörfern und Ortschaften, vereinzelt Häusern und Gehöften. Umrundet wird der Standort von den Ortschaften Leusel (ca. 2,3 km nordnordöstlich), Alsfeld (Gewerbegebiet, ca. 1,5 km östlich), Rasthof Pfefferhöhe (ca. 1,4 km ostsüdöstlich), Liederbach (ca. 1,9 km südöstlich), Romrod (ca. 1,9 km südlich), Zell (ca. 1,6 km südwestlich), Billertshausen (ca. 1,7 km nordwestlich) und Angenrod (ca. 2,8 km nordnordwestlich).

Das Areal der geplanten WEA und der umliegenden Immissionspunkte ist auf einer geodätischen Höhe von etwa 300 m bis 340 m ü. NN gelegen. In der Umgebung des Standortes befinden sich bereits 19 bestehende WEA, die auf geodätischen Höhen von 319 m bis 330 m gelegen sind.

Zur Beurteilung des Standortes fand 2019-02-06 eine Besichtigung des Standortes 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 ist in Kapitel 2.4 vorhanden.



2.4 Beschreibung der Emissionsquellen

Die in dieser Prognose berücksichtigten WEA besitzen die in Tabelle 1 aufgelisteten geometrischen Abmessungen und maximalen Beschattungsbereiche (vgl. Abbildung 1). Die Angaben der Rotorblattgeometrie sind der Berechnungssoftware „WindPRO“ der Fa. EMD in der Version 3.1.633 entnommen [II]. Die Angaben der Rotorblattgeometrien der geplante WEA E-138 und benachbarten WEA E-115 wurden von dem Hersteller zur Verfügung gestellt.

Tabelle 1: Geometrische Abmessungen der Vor- und Zusatzbelastung (Gesamtbelastung)

Status	Hersteller / WEA-Typ	Nabenhöhe [m]	Rotorblattgeometrie [m]			Beschattungsbereich [m]
			RD	MBt	Bt-90	
geplant	1x ENERCON E-138; 3.500 kW	160,0	138,6	3,96	1,02	1.689
bestehend	5x ENERCON E-115, 3.000 kW	149	115,7	4,86	1,36	2.114
	10x DEWIND D6/62; 1.000 kW	68,5	62,0	2,37	0,65	1.027
	1x AN BONUS 1MW/54; 1.000 kW	70,0	54,0	2,09	0,50	880*
	1x AN BONUS AN 600/44; 600 kW	58,0	44,0	1,57	0,70	771*
	1x AN BONUS AN 150; 150 kW	30,0	23,0	-	-	715**
	1x AN BONUS AN 300; 300 kW	40,0	33,0	1,57	0,68	765*

MBt: maximale Blatttiefe, Bt-90: Blatttiefe bei 90 % Radius

* Für diesen WEA-Typ ist in WindPRO [II] keine Rotorblattgeometrie vorhanden. In den Berechnungen wird der Beschattungsbereich einer WEA mit vergleichbarer Geometrie übernommen (VESTAS V52 850 kW bzw. VESTAS V44 600 kW und VESTAS V39 500 kW).

** Für diesen WEA-Typ ist in WindPRO [II] keine Rotorblattgeometrie vorhanden. In den Berechnungen wird ein Beschattungsbereich entsprechend geschätzt.

Die Tabelle 2 fasst die Koordinaten der zu berücksichtigenden WEA der Gesamtbelastung zusammen.

Tabelle 2: Koordinaten der Gesamtbelastung

WEA Nr.	Hersteller / WEA-Typ	Koordinatensystem: UTM ETRS84 Zone 32		Bemerkung
		Rechtswert [m]	Hochwert [m]	
1	ENERCON E-138; 3.500 kW; 160,0 m NH	515.664,05	5.620.611,53	Zusatzbelastung
2	DEWIND D6/62; 1.000 kW; 68,5 m NH	514.662	5.621.962	Vorbelastung
3	DEWIND D6/62; 1.000 kW; 68,5 m NH	514.831	5.621.369	
4	DEWIND D6/62; 1.000 kW; 68,5 m NH	514.850	5.621.147	
5	DEWIND D6/62; 1.000 kW; 68,5 m NH	514.823	5.620.935	
6	DEWIND D6/62; 1.000 kW; 68,5 m NH	515.044	5.621.984	
7	DEWIND D6/62; 1.000 kW; 68,5 m NH	515.051	5.621.798	



Fortsetzung der Tabelle 2

WEA Nr.	Hersteller / WEA-Typ	Koordinatensystem: UTM ETRS84 Zone 32		Bemerkung
		Rechtswert [m]	Hochwert [m]	
8	DEWIND D6/62; 1.000 kW; 68,5 m NH	515.203	5.621.590	Vorbelastung
9	DEWIND D6/62; 1.000 kW; 68,5 m NH	515.253	5.621.384	
10	DEWIND D6/62; 1.000 kW; 68,5 m NH	515.214	5.621.143	
11	DEWIND D6/62; 1.000 kW; 68,5 m NH	515.205	5.620.928	
12	AN BONUS 1MW/54; 1.000 kW; 70,0 m NH	514.737	5.621.781	
13	AN BONUS AN 600/44; 600 kW; 58 m NH	514.782	5.621.605	
14	AN BONUS AN 150; 150 kW; 30 m NH	514.238	5.619.030	
15	AN BONUS AN 300; 300 kW; 40 m NH	514.303	5.618.947	
16	ENERCON E-115, 3.000 kW, 149 m NH	515.441	5.620.328	
17	ENERCON E-115, 3.000 kW, 149 m NH	515.512	5.619.713	
18	ENERCON E-115, 3.000 kW, 149 m NH	515.798	5.620.238	
19	ENERCON E-115, 3.000 kW, 149 m NH	516.192	5.620.142	
20	ENERCON E-115, 3.000 kW, 149 m NH	516.331	5.620.518	



2.5 Beschreibung der Immissionspunkte

Als IP wurden die nächsten Wohnbebauungen unter Berücksichtigung in verschiedenen Himmelsrichtungen ausgewählt. Zur abschließenden Beurteilung des Standortes fand 2019-02-06 eine Besichtigung der Immissionspunkte durch die wtg statt (vergl. Kapitel 2.3).

Auf Grund der oben genannten Auswahl und der Ortsbesichtigung wurden für die Schattenwurfberechnung insgesamt 25 relevante Schattenwurfrezeptoren bzw. IP festgelegt. Deren Bezeichnung und deren Lage sind in Tabelle 3 genannt und in einem Ausschnitt einer topografischen Karte im Anhang dargestellt.

Tabelle 3: Angaben zu den Immissionspunkten

Wind-PRO Bez.	Immissionspunkte	Koordinatensystem: UTM ETRS84 Zone 32	
		Rechtswert [m]	Hochwert [m]
A	IP01 - Bahnhofstr. 28, 36329 Romrod-Zell	514.370	5.619.613
B	IP01/1 - Bahnhofstr. 20, 36329 Romrod-Zell	514.339	5.619.682
C	IP01/2 - Bahnhofstr. 18, 36329 Romrod-Zell	514.266	5.619.703
D	IP01/3 - Brückengarten 14A, 36329 Romrod-Zell	514.267	5.619.767
E	IP01/4 - Brückengarten 8, 36329 Romrod-Zell	514.242	5.619.813
F	IP01/5 - Bahnhofstr. 4, 36329 Romrod-Zell	514.065	5.619.865
G	IP01/6 - Bahnhofstr. 8, 36329 Romrod-Zell	514.076	5.619.802
H	IP02 - Frohnhofstr. 4, 36329 Romrod-Zell	513.776	5.620.053
I	IP02/1 - Billertshäuser Str. 21, 36329 Romrod-Zell	514.010	5.620.161
J	IP03 - Steineshof 1, 36329 Romrod-Zell	514.553	5.620.665
K	IP04 - Zeller Str. 28, 36304 Alsfeld-Billertshausen	514.255	5.621.521
L	IP04/1 - Zeller Str. 25, 36304 Alsfeld-Billertshausen	514.185	5.621.492
M	IP04/2 - Leuseler Weg 5, 36304 Alsfeld-Billertshausen	514.170	5.621.766
*	IP05 - Romröder Weg 99, 36304 Alsfeld	515.945	5.621.970
N	IP06 - Auf dem Kreisch 1 (FSG Oberhessen), 36304 Alsfeld	517.079	5.620.953
O	IP06/1 - Grünbergerstr. 131, 36304 Alsfeld	517.356	5.620.982

* In der wtg Schallimmissionsprognose SP19001B1 berücksichtigt, für Schattenwurf jedoch irrelevant.



Fortsetzung der Tabelle 3

Wind- PRO Bez.	Immissionspunkte	Koordinatensystem: UTM ETRS84 Zone 32	
		Rechtswert [m]	Hochwert [m]
P	IP07 - Disröder Feld (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld	517.220	5.620.651
Q	IP07/1 - Disröder Feld Süd (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld	517.265	5.620.539
R	IP08 - Pfefferhöhe 2, 36304 Alsfeld	517.039	5.620.306
S	IP08/1 - Pfefferhöhe 19 (MC Donalds), 36304 Alsfeld	517.006	5.620.241
T	IP09 - Am Holzberg 100, 36304 Alsfeld	517.238	5.620.032
U	IP09/1 - Am Holzberg 31, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.425	5.619.781
V	IP10 - Am Holzberg 45, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.327	5.619.636
W	IP10/1 - Romröder Str. 4, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.384	5.619.554
X	IP10/2 - An der Huth 3, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.345	5.619.522
Y	IP10/3 - An der Huth 6, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.317	5.619.492
*	IP11 - Am Berg 20, 36329 Romrod	515.945	5.621.970

* In der wtg Schallimmissionsprognose SP19001B1 berücksichtigt, für Schattenwurf jedoch irrelevant.

Der Schatten einer WEA breitet sich wie in Abbildung 1 dargestellt aus. Daher werden IP im Süden der WEA nicht berücksichtigt (IP 11). Immissionspunkte direkt nördlich einer WEA sind gemäß Abbildung 1 in bestimmter Entfernung ebenfalls weniger von Schattenwurf betroffen und werden in der vorliegenden Berechnung nicht berücksichtigt (IP 05).

Für den Fall, dass sich Immissionspunkte hinter anderen bereits berücksichtigten IP befinden, wird nur der näher zum Windpark gelegene IP verwendet. Sollte an solchen IP eine Überschreitung des Richtwerts erfolgen, geschieht dies bereits an dem davor gelegenen IP.



3 Ergebnisse

In der folgenden Tabelle 4 sind die Prognoseergebnisse der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung (V, Z und G) für die Konfiguration des Standortes Zell dargestellt. Die Anlagentypen, Nabenhöhen und Standortkoordinaten sowie die zu Grunde liegenden Rotorblattgeometrien der berücksichtigten WEA sind in den Tabellen 1 und 2 aufgelistet.

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

Wind- PRO Bez.	IP-Nr.	maximale Schattenwurfbelastung						wahrscheinliche Schattenwurfbelastung		
		[h/Jahr]			[h/Tag]			[h/Jahr]		
		V	Z	G	V	Z	G	V	Z	G
A	IP01	22:35	00:00	22:35	00:23	00:00	00:23	05:13	00:00	05:16
B	IP01/1	32:29	00:00	32:29	00:23	00:00	00:23	07:19	00:00	07:22
C	IP01/2	36:47	07:20	44:07	00:22	00:17	00:38	08:22	01:55	10:07
D	IP01/3	39:01	13:51	52:52	00:22	00:21	00:39	08:49	03:43	12:08
E	IP01/4	30:59	18:38	49:37	00:22	00:21	00:36	06:56	05:07	11:27
F	IP01/5	18:02	00:00	18:02	00:19	00:00	00:19	03:50	00:00	03:52
G	IP01/6	19:15	00:00	19:15	00:19	00:00	00:19	04:12	00:00	04:14
H	IP02	10:52	00:00	10:52	00:16	00:00	00:16	02:02	00:00	02:03
I	IP02/1	14:44	00:00	14:44	00:19	00:00	00:19	02:37	00:00	02:38
J	IP03	48:07	13:33	60:37	00:41	00:28	00:41	06:46	02:50	09:06
K	IP04	80:41	07:45	83:42	00:36	00:20	00:36	12:04	00:55	12:27
L	IP04/1	74:19	00:00	74:19	00:34	00:00	00:34	12:29	00:00	12:35
M	IP04/2	76:32	00:00	76:32	00:28	00:00	00:28	13:18	00:00	13:24
N	IP06	44:40	07:38	52:18	00:43	00:22	00:43	05:37	01:22	06:53
O	IP06/1	23:04	00:00	23:04	00:37	00:00	00:37	03:14	00:00	03:16
P	IP07	35:49	06:58	42:47	00:29	00:20	00:49	05:54	01:26	07:13
Q	IP07/1	34:55	06:39	41:14	00:28	00:20	00:46	06:07	01:27	07:23
R	IP08	70:05	10:03	79:04	00:50	00:23	00:50	13:14	02:14	15:05
S	IP08/1	81:22	11:01	92:23	00:58	00:24	00:58	15:10	02:25	17:26
T	IP09	43:48	07:59	51:47	00:39	00:20	00:39	08:15	01:49	09:55
U	IP09/1	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
V	IP10	32:30	00:00	32:30	00:23	00:00	00:23	06:18	00:00	06:21
W	IP10/1	32:17	00:00	32:17	00:22	00:00	00:22	06:10	00:00	06:13
X	IP10/2	30:58	00:00	30:58	00:22	00:00	00:22	05:53	00:00	05:56
Y	IP10/3	27:42	00:00	27:42	00:20	00:00	00:20	05:16	00:00	05:19



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 [II] 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 5x ENERCON E-115, 10x DEWIND D6/62, 1x AN BONUS 1MW/54, 1x AN BONUS 600/44, 1x AN BONUS 150-30 und 1x AN BONUS 300) werden an **17** Immissionspunkten (IP01/1, IP01/2, IP01/3, IP01/4, IP03, IP04, IP04/1, IP04/2, IP06, IP07, IP07/1, IP08, IP08/1, IP09, IP10, IP10/1 und IP10/2) der Richtwert von 30 Stunden Gesamtschattenwurf im Jahr, bzw. an **acht** Immissionspunkten (IP03, IP04, IP04/1, IP06, IP06/1, IP08, IP08/1 und IP09) 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 an **acht** Immissionspunkten (IP01/2, IP01/3, IP04, IP04/1, IP04/2, IP08, IP08/1 und IP09) überschritten.

Durch die **Zusatzbelastung** (bestehend aus 1x ENERCON E-138) werden 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 Zusatzbelastung ebenso an **keinem** Immissionspunkt überschritten.

Durch die **Gesamtbelastung** werden an insgesamt **17** Immissionspunkten (IP01/1, IP01/2, IP01/3, IP01/4, IP03, IP04, IP04/1, IP04/2, IP06, IP07, IP07/1, IP08, IP08/1, IP09, IP10, IP10/1 und IP10/2) der Richtwert von 30 Stunden Gesamtschattenwurf im Jahr, bzw. an **13** Immissionspunkten (IP01/2, IP01/3, IP1/4, IP03, IP04, IP04/1, IP06, IP06/1, IP07, IP07/1, IP08, IP08/1 und IP09) 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 Gesamtbelastung an **zehn** Immissionspunkten (IP01/2, IP01/3, IP01/4, IP03, IP04, IP04/1, IP04/2, IP08, IP08/1 und IP09) überschritten.

Der Anhang gibt eine Übersicht über die Lage der WEA und der IP (Rezeptoren). Dabei haben die Isoliniendarstellungen eine grobe Auflösung (Zeitsprung 10 min, Schrittweite 14 Tage, Raster 30 m) und dienen lediglich der Übersicht. Exakte Werte für die maximale Schattenwurfbelastung können hier nicht abgelesen werden.



4 Zusammenfassung

Die wtg erhielt 2018-12-27 von der TurboWind Energie GmbH den Auftrag zur Ermittlung der Schattenwurfbelastung im geplanten Windpark Zell.

Die Berechnungen sollen für ausgewählte IP aufzeigen, ob die Richtwerte des LAI [I] eingehalten werden. Der zu berücksichtigende Bereich der Schattenwurfbelastung umfasst gemäß [I] ausschließlich das Gebiet, in dem mindestens 20% der Sonnenfläche durch das Rotorblatt verdeckt werden. Dies wird in Abhängigkeit von der Rotorblattgeometrie im Berechnungsprogramm ermittelt. Die Konfiguration ist vom Auftraggeber vorgegeben worden.

Der Standort wurde 2019-02-06 durch einen Mitarbeiter der wtg besichtigt. Die IP sind im Anhang auf einem Auszug der topographischen Karte der Umgebung und in einer Fotodokumentation dargestellt.

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

- maximale (worst-case) und wahrscheinliche (reale) Schattenwurfimmissionen an 25 ausgewählten und relevanten IP für die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung,
- Isolinien-Darstellung der worst-case und sonnenwahrscheinlichen Schattenwurfbelastung in Stunden/Jahr für die Gesamtbelastung.

Die durchgeführten Schattenwurfberechnungen gelten nur für den Standort Zell mit der in Kapitel 2.4 beschriebenen Konfiguration und dem bei der Standortbesichtigung vorgefundenen Zustand der Umgebung (Anzahl und Lage der IP). Eine Ergebnisdarstellung erfolgt im Anhang (s. Kap. 5.7).

In der Gesamtbelastung treten Richtwertüberschreitungen bei Berücksichtigung der maximal möglichen Sonnenscheindauer (worst-case) an IP01/1, IP01/2, IP01/3, IP01/4, IP03, IP04, IP04/1, IP04/2, IP06, IP07, IP07/1, IP08, IP08/1, IP09, IP10, IP10/1 und IP10/2 auf. Unter Berücksichtigung der realen Sonnenwahrscheinlichkeit werden die Richtwerte für den Jahreswert an den IP01/2, IP01/3, IP01/4, IP03, IP04, IP04/1, IP04/2, IP08, IP08/1 und IP09 überschritten.

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).

Es wird versichert, dass das Gutachten gemäß dem Stand der Technik, unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurde.

Grevenbroich, 2019-03-11

M. Eng. Lasma Pikuma
Projektmanagerin

Stempel



5 Anhang

5.1 Quellenverzeichnis

- [I] 109. Sitzung des Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI): *Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von WEA*, Stand 2002-03-13.
- [II] EMD International A/S: WindPRO Version 3.1.633. Aalborg Ø, 2017-11.
- [III] Palz, W.; Greif, J.: *European Solar Radiation Atlas – Solar Radiation on horizontal and inclined surfaces*. Springer Berlin Heidelberg New York, 1996.



5.2 Bearbeitungsverlauf

Fassung	Datum	Inhalt
SW19001B1	2019-03-11	Gutachten der zu erwartenden Schattenwurfbelastung am Standort Zell

Umlauf	Kopie Nr.
Auftraggeber	1
Projektordner	2

Kopie Nr.: _____



5.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geometrische Abmessungen der Vor- und Zusatzbelastung (Gesamtbelastung)	8
Tabelle 2: Koordinaten der Gesamtbelastung	8
Tabelle 3: Angaben zu den Immissionspunkten	10
Tabelle 4: Prognoseergebnisse je IP der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung	12

5.4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Möglicher Beschattungsbereich einer Beispiel-WEA [I].....	5
--	---

5.5 Abbildungsverzeichnis Anhang

Abbildung Anhang 1: Vorbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite A	31
Abbildung Anhang 2: Vorbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite B	32
Abbildung Anhang 3: Vorbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite C	33
Abbildung Anhang 4: Zusatzbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite A	34
Abbildung Anhang 5: Zusatzbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite B	35
Abbildung Anhang 6: Gesamtbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite A	36
Abbildung Anhang 7: Gesamtbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite B	37
Abbildung Anhang 8: Gesamtbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite C	38
Abbildung Anhang 9: Gesamtbelastung (30 Std., worst case), Kartendarstellung	39
Abbildung Anhang 10: Gesamtbelastung (30 Min., worst case,), Kartendarstellung	40
Abbildung Anhang 11: Gesamtbelastung (meteorolog. wahrscheinliche), Kartendarstellung	41



5.6 Immissionspunkte



Immissionspunkt Nr. 1: Bahnhofstr. 28, 36329 Romrod-Zell



Immissionspunkt Nr. 1/1: Bahnhofstr. 20, 36329 Romrod-Zell



Immissionspunkt Nr. 1/2: Bahnhofstr. 18, 36329 Romrod-Zell



Immissionspunkt Nr. 1/3: Bahnhofstr 14A, 36329 Romrod-Zell



Immissionspunkt Nr. 1/4: Brückengarten 10, 36329 Romrod-Zell



Immissionspunkt Nr. 1/5: Bahnhofstr 4, 36329 Romrod-Zell



Immissionspunkt Nr. 1/6: Bahnhofstr 8, 36329 Romrod-Zell



Immissionspunkt Nr. 2: Frohnhofstr. 4, 36329 Romrod-Zell



Immissionspunkt Nr. 2/1: Billertshäuser Str. 21, 36329 Romrod-Zell



Immissionspunkt Nr. 3: Steineshof 1, 36329 Romrod-Zell



Immissionspunkt Nr. 4: Zeller Str. 28, 36304 Alsfeld-Billertshausen



Immissionspunkt Nr. 4/1: Zeller Str. 25, 36304 Alsfeld-Billertshausen



Immissionspunkt Nr. 4/2: Leuseler Weg 5, 36304 Alsfeld-Billertshausen



Immissionspunkt Nr. 6: Auf dem Kreisch 1 (FSG Oberhessen), 36304 Alsfeld



Immissionspunkt Nr. 6/1: Grünbergerstr. 131, 36304 Alsfeld



Immissionspunkt Nr. 7: Disröder Feld (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld



Immissionspunkt Nr. 7/1: Disröder Feld Süd (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld



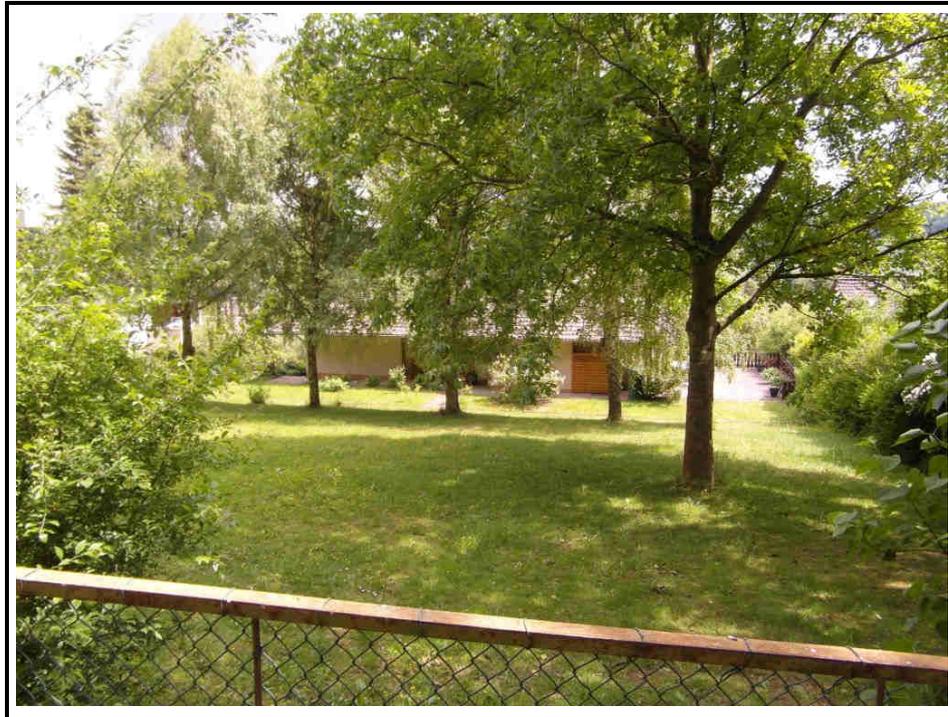
Immissionspunkt Nr. 8: Pfefferhöhe 2, 36304 Alsfeld



Immissionspunkt Nr. 8/1: Pfefferhöhe 19 (MC Donalds), 36304 Alsfeld



Immissionspunkt Nr. 9: Am Holzberg 100, 36304 Alsfeld



Immissionspunkt Nr. 9/1: Am Holzberg 31, 36304 Alsfeld-Liederbach



Immissionspunkt Nr. 10: Am Holzberg 45, 36304 Alsfeld-Liederbach



Immissionspunkt Nr. 10/1: Romröder Str. 4, 36304 Alsfeld-Liederbach



Immissionspunkt Nr. 10/2: An der Huth 3, 36304 Alsfeld-Liederbach



Immissionspunkt Nr. 10/3: An der Huth 6, 36304 Alsfeld-Liederbach



5.7 Ergebnisse der Vor-, Zusatz und Gesamtbelastung

Projekt: SW19001 Zell TurboWind Energie GmbH Vahrenwalder Str. 245-247 30179 Hannover	Beschreibung: Schattenwurfberechnung für den Standort Zell Vorbelastung: - 5x ENERCON E-115, 3.000 kW, NH: 149 m - 10x DEWIND D6/62, 1.000 kW, NH: 68,5 m - 1x AN BONUS, 1.000 kW, NH: 70,0 m - 1x AN BONUS, 600 kW, NH: 58,0 m - 1x AN BONUS, 150 kW, NH: 30,0 m - 1x AN BONUS, 300 kW, NH: 40,0 m	Lizenzierter Anwender: windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 lasma.pikuma@windtest-nrw.de Berechnet: 15.02.2019 13:42/3.1.633
---	---	---

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

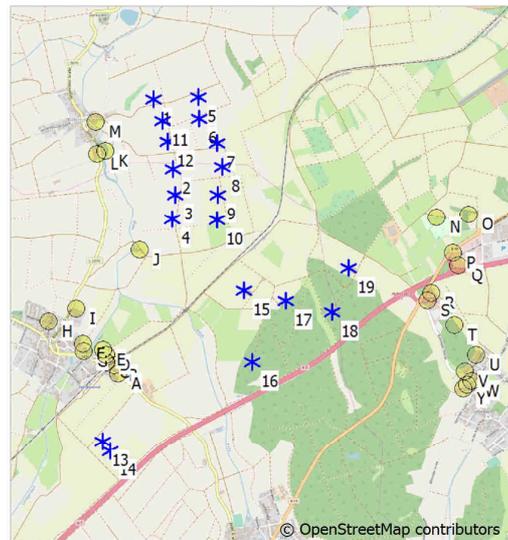
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
 Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
 Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
 1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
 Terraindaten: WAsP (30)

Betriebsdauer je Sektor
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
 469 431 434 440 333 757 454 1.253 1.443 692 280 196 7.181
 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_SG1510_rev0_RBR.wpo (1)
 Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
 Augenhöhe: 1,5 m
 Rasterauflösung: 10,0 m



Alle Koordinatenangaben in:
 ETRS 89 Zone: 32

Maßstab 1:50.000
 * Existierende WEA ● Schattenrezeptor

WEA

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
1	514.662,00	5.621.962,00	327,5	DEWIND D6/...	Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
2	514.831,50	5.621.369,33	325,0	DEWIND D6/...	Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
3	514.850,00	5.621.147,00	325,4	DEWIND D6/...	Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
4	514.823,00	5.620.935,00	323,3	DEWIND D6/...	Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
5	515.043,82	5.621.983,99	327,5	DEWIND D6/...	Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
6	515.051,22	5.621.797,94	324,2	DEWIND D6/...	Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
7	515.202,63	5.621.590,33	322,0	DEWIND D6/...	Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
8	515.253,02	5.621.384,19	324,7	DEWIND D6/...	Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
9	515.214,00	5.621.143,00	325,4	DEWIND D6/...	Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
10	515.205,00	5.620.928,00	324,7	DEWIND D6/...	Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
11	514.736,89	5.621.781,06	330,0	ANBONUS AN...	Nein	ANBONUS	AN 1MW / 54-1.000/200	1.000	54,0	70,0	880	22,0
12	514.781,57	5.621.605,00	329,6	ANBONUS AN...	Nein	ANBONUS	AN 600kW / 44-3-600/120	600	44,0	58,0	771	27,0
13	514.237,81	5.619.029,98	329,5	ANBONUS AN...	Nein	ANBONUS	AN 150-150/30	150	23,0	30,0	715	40,0
14	514.302,86	5.618.947,18	328,5	ANBONUS AN...	Nein	ANBONUS	AN 300kW-300	300	33,0	40,0	765	31,0
15	515.441,00	5.620.328,00	325,0	ENERCON E-1...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.114	12,4
16	515.512,00	5.619.713,00	326,9	ENERCON E-1...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.114	12,4
17	515.798,00	5.620.238,00	317,9	ENERCON E-1...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.114	12,4
18	516.192,00	5.620.142,00	325,5	ENERCON E-1...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.114	12,4
19	516.331,00	5.620.518,00	326,7	ENERCON E-1...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.114	12,4

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus
A	IP01 - Bahnhofstr. 28, 36329 Romrod-Zell	514.370,00	5.619.613,00	313,9	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
B	IP01/1 - Bahnhofstr. 20, 36329 Romrod-Zell	514.339,00	5.619.682,00	309,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
C	IP01/2 - Bahnhofstr. 18, 36329 Romrod-Zell	514.266,00	5.619.703,00	307,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
D	IP01/3 - Bahnhofstr. 14A, 36329 Romrod-Zell	514.267,00	5.619.767,00	305,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
E	IP01/4 - Brückengarten 10, 36329 Romrod-Zell	514.242,00	5.619.813,00	305,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
F	IP01/5 - Bahnhofstr. 4, 36329 Romrod-Zell	514.065,00	5.619.865,00	305,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
G	IP01/6 - Bahnhofstr. 8, 36329 Romrod-Zell	514.076,00	5.619.802,00	305,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
H	IP02 - Frohnhoferstr. 4, 36329 Romrod-Zell	513.776,00	5.620.053,00	320,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
I	IP02/1 - Billertshäuser Str. 21, 36329 Romrod-Zell	514.010,00	5.620.161,00	312,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
J	IP03 - Steinhof 1, 36329 Romrod-Zell	514.553,00	5.620.665,00	303,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
K	IP04 - Zeller Str. 28, 36304 Alsfeld-Billertshausen	514.255,00	5.621.521,00	300,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

(Fortsetzung nächste Seite)...





Projekt: SW19001 Zell TurboWind Energie GmbH Vahrenwalder Str. 245-247 30179 Hannover	Beschreibung: Schattenwurfberechnung für den Standort Zell Vorbelastung: - 5x ENERCON E-115, 3.000 kW, NH: 149 m - 10x DEWIND D6/62, 1.000 kW, NH: 68,5 m - 1x AN BONUS, 1.000 kW, NH: 70,0 m - 1x AN BONUS, 600 kW, NH: 58,0 m - 1x AN BONUS, 150 kW, NH: 30,0 m - 1x AN BONUS, 300 kW, NH: 40,0 m	Lizenzierter Anwender: windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 lasma.pikuma@windtest-nrw.de Berechnet: 15.02.2019 13:42/3.1.633
---	---	---

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

... (Fortsetzung von letzter Seite)

Nr. Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
L IP04/1 - Zeller Str. 25, 36304 Alsfeld-Billertshausen	514.185,00	5.621.492,00	303,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
M IP04/2 - Leuseler Weg 5, 36304 Alsfeld-Billertshausen	514.170,00	5.621.766,00	300,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
N IP06 - Auf dem Kreisich 1 (Familiensportgemeinschaft Oberhessen), 36304 Alsfeld	517.079,00	5.620.953,00	340,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
O IP06/1 - Grünbergerstr. 131, 36304 Alsfeld	517.356,00	5.620.982,00	324,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
P IP07 - Disröder Feld (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld	517.220,00	5.620.651,00	320,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
Q IP07/1 - Disröder Feld Süd (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld	517.265,00	5.620.539,00	316,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
R IP08 - Pfefferhöhe 2, 36304 Alsfeld	517.039,00	5.620.306,00	340,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
S IP08/1 - Pfefferhöhe 19 (MC Donalds), 36304 Alsfeld	517.006,00	5.620.241,00	340,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
T IP09 - Am Holzberg 100, 36304 Alsfeld	517.238,00	5.620.032,00	340,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
U IP09/1 - Am Holzberg 31, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.425,00	5.619.781,00	315,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
V IP10 - Am Holzberg 45, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.327,00	5.619.636,00	307,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
W IP10/1 - Romröder Str. 4, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.384,00	5.619.554,00	300,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
X IP10/2 - An der Huth 3, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.345,00	5.619.522,00	302,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
Y IP10/3 - An der Huth 6, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.317,00	5.619.492,00	304,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr. Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschatt.
	Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max. Schatten Stunden/Tag	Stunden/Jahr
	[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]
A IP01 - Bahnhofstr. 28, 36329 Romrod-Zell	22:35	91	0:23	5:13
B IP01/1 - Bahnhofstr. 20, 36329 Romrod-Zell	32:29	127	0:23	7:19
C IP01/2 - Bahnhofstr. 18, 36329 Romrod-Zell	36:47	137	0:22	8:22
D IP01/3 - Bahnhofstr. 14A, 36329 Romrod-Zell	39:01	149	0:22	8:49
E IP01/4 - Brückengarten 10, 36329 Romrod-Zell	30:59	124	0:22	6:56
F IP01/5 - Bahnhofstr. 4, 36329 Romrod-Zell	18:02	79	0:19	3:50
G IP01/6 - Bahnhofstr. 8, 36329 Romrod-Zell	19:15	84	0:19	4:12
H IP02 - Frohnhofstr. 4, 36329 Romrod-Zell	10:52	57	0:16	2:02
I IP02/1 - Billertshäuser Str. 21, 36329 Romrod-Zell	14:44	64	0:19	2:37
J IP03 - Steineshof 1, 36329 Romrod-Zell	48:07	153	0:41	6:46
K IP04 - Zeller Str. 28, 36304 Alsfeld-Billertshausen	80:41	262	0:36	12:04
L IP04/1 - Zeller Str. 25, 36304 Alsfeld-Billertshausen	74:19	232	0:34	12:29
M IP04/2 - Leuseler Weg 5, 36304 Alsfeld-Billertshausen	76:32	267	0:28	13:18
N IP06 - Auf dem Kreisich 1 (Familiensportgemeinschaft Oberhessen), 36304 Alsfeld	44:40	104	0:43	5:37
O IP06/1 - Grünbergerstr. 131, 36304 Alsfeld	23:04	77	0:37	3:14
P IP07 - Disröder Feld (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld	35:49	116	0:29	5:54
Q IP07/1 - Disröder Feld Süd (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld	34:55	114	0:28	6:07
R IP08 - Pfefferhöhe 2, 36304 Alsfeld	70:05	157	0:50	13:14
S IP08/1 - Pfefferhöhe 19 (MC Donalds), 36304 Alsfeld	81:22	154	0:58	15:10
T IP09 - Am Holzberg 100, 36304 Alsfeld	43:48	118	0:39	8:15
U IP09/1 - Am Holzberg 31, 36304 Alsfeld-Liederbach	0:00	0	0:00	0:00
V IP10 - Am Holzberg 45, 36304 Alsfeld-Liederbach	32:30	122	0:23	6:18
W IP10/1 - Romröder Str. 4, 36304 Alsfeld-Liederbach	32:17	117	0:22	6:10
X IP10/2 - An der Huth 3, 36304 Alsfeld-Liederbach	30:58	112	0:22	5:53
Y IP10/3 - An der Huth 6, 36304 Alsfeld-Liederbach	27:42	108	0:20	5:16

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr. Name	Maximal [Std/Jahr]	Erwartet [Std/Jahr]
1 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 !O! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (1)	32:33	7:42
2 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 !O! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (2)	22:16	3:02
3 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 !O! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (3)	23:05	2:17
4 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 !O! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (4)	24:32	1:37
5 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 !O! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (5)	19:22	4:32
6 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 !O! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (6)	12:30	2:50
7 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 !O! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (7)	5:31	1:06
8 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 !O! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (8)	3:14	0:31
9 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 !O! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (9)	0:00	0:00
10 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 !O! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (10)	12:41	3:10
11 ANBONUS AN 1MW / 54 1000-200 54.0 !O! NH: 70,0 m (Ges:97,0 m) (11)	22:44	5:03
12 ANBONUS AN 600kW / 44-3 600-120 44.0 !O! NH: 58,0 m (Ges:80,0 m) (12)	14:19	2:50
13 ANBONUS AN 150 150-30 23.0 !O! NH: 30,0 m (Ges:41,5 m) (22)	0:00	0:00
14 ANBONUS AN 300kW 300 33.0 !O! NH: 40,0 m (Ges:56,5 m) (23)	0:00	0:00
15 ENERCON E-115 3000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (40)	134:58	24:15
16 ENERCON E-115 3000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (41)	81:23	12:18
17 ENERCON E-115 3000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (42)	109:42	20:10

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt: SW19001 Zell TurboWind Energie GmbH Vahrenwalder Str. 245-247 30179 Hannover	Beschreibung: Schattenwurfberechnung für den Standort Zell Vorbelastung: - 5x ENERCON E-115, 3.000 kW, NH: 149 m - 10x DEWIND D6/62, 1.000 kW, NH: 68,5 m - 1x AN BONUS, 1.000 kW, NH: 70,0 m - 1x AN BONUS, 600 kW, NH: 58,0 m - 1x AN BONUS, 150 kW, NH: 30,0 m - 1x AN BONUS, 300 kW, NH: 40,0 m	Lizenzierter Anwender: windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 lasma.pikuma@windtest-nrw.de Berechnet: 15.02.2019 13:42/3.1.633
---	---	---

SHADOW - Hauptergebnis
Berechnung: Vorbelastung

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]	Erwartet [Std/Jahr]
18	ENERCON E-115 3000 115.7 IO! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (43)	136:44	23:10
19	ENERCON E-115 3000 115.7 IO! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (44)	152:58	28:02

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: SW19001 Zell	Beschreibung: Schattenwurfberechnung für den Standort Zell	Lizenzierter Anwender: windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 lasma.pikuma@windtest-nrw.de Berechnet: 12.02.2019 11:53/3.1.633
TurboWind Energie GmbH Vahrenwalder Str. 245-247 30179 Hannover	Zusatzbelastung: - 1x ENERCON E-138, 3.500 kW, NH: 160 m	

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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) [GIESSEN]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,28	2,77	3,62	5,55	6,87	6,24	7,46	6,68	4,78	2,83	1,59	1,12

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: WAsP (30)

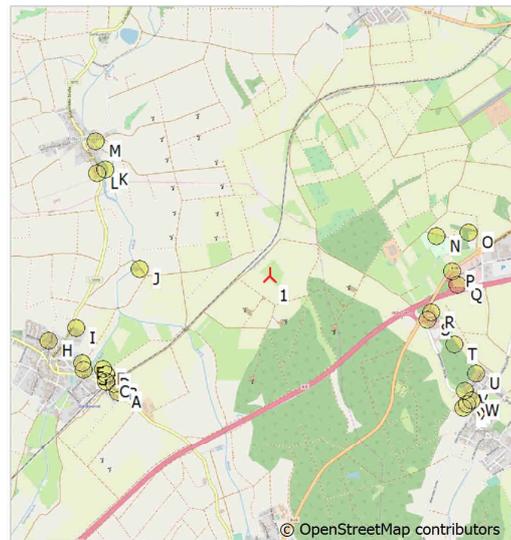
Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
544	504	505	504	380	870	542	1.458	1.675	787	321	221	8.312

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_SG1510_rev0_RBR.wpo (1)
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
Augenhöhe: 1,5 m
Rasterauflösung: 10,0 m



Alle Koordinatenangaben in:
ETRS 89 Zone: 32

WEA

X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
				Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
1	515.664,05	5.620.611,53	320,0 ENERCON E-...	Ja	ENERCON	E-138 EP3 TES-3.500	3.500	138,6	160,0	1.689	10,6

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimuthwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus
A	IP01 - Bahnhofstr. 28, 36329 Romrod-Zell	514.370,00	5.619.613,00	313,9	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
B	IP01/1 - Bahnhofstr. 20, 36329 Romrod-Zell	514.339,00	5.619.682,00	309,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
C	IP01/2 - Bahnhofstr. 18, 36329 Romrod-Zell	514.266,00	5.619.703,00	307,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
D	IP01/3 - Bahnhofstr. 14A, 36329 Romrod-Zell	514.267,00	5.619.767,00	305,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
E	IP01/4 - Brückengarten 10, 36329 Romrod-Zell	514.242,00	5.619.813,00	305,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
F	IP01/5 - Bahnhofstr. 4, 36329 Romrod-Zell	514.065,00	5.619.865,00	305,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
G	IP01/6 - Bahnhofstr. 8, 36329 Romrod-Zell	514.076,00	5.619.802,00	305,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
H	IP02 - Frohnhoferstr. 4, 36329 Romrod-Zell	513.776,00	5.620.053,00	320,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
I	IP02/1 - Billertshäuser Str. 21, 36329 Romrod-Zell	514.010,00	5.620.161,00	312,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
J	IP03 - Steinhof 1, 36329 Romrod-Zell	514.553,00	5.620.665,00	303,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
K	IP04 - Zeller Str. 28, 36304 Alsfeld-Billertshausen	514.255,00	5.621.521,00	300,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
L	IP04/1 - Zeller Str. 25, 36304 Alsfeld-Billertshausen	514.185,00	5.621.492,00	303,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
M	IP04/2 - Leuselner Weg 5, 36304 Alsfeld-Billertshausen	514.170,00	5.621.766,00	300,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
N	IP06 - Auf dem Kresch 1 (Familiensportgemeinschaft Oberhessen), 36304 Alsfeld	517.079,00	5.620.953,00	340,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
O	IP06/1 - Grünbergerstr. 131, 36304 Alsfeld	517.356,00	5.620.982,00	324,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
P	IP07 - Disröder Feld (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld	517.220,00	5.620.651,00	320,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
Q	IP07/1 - Disröder Feld Süd (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld	517.265,00	5.620.539,00	316,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
R	IP08 - Pfefferhöhe 2, 36304 Alsfeld	517.039,00	5.620.306,00	340,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
S	IP08/1 - Pfefferhöhe 19 (MC Donalds), 36304 Alsfeld	517.006,00	5.620.241,00	340,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
T	IP09 - Am Holzberg 100, 36304 Alsfeld	517.238,00	5.620.032,00	340,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
U	IP09/1 - Am Holzberg 31, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.425,00	5.619.781,00	315,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
V	IP10 - Am Holzberg 45, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.327,00	5.619.636,00	307,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
W	IP10/1 - Romröder Str. 4, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.384,00	5.619.554,00	300,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
X	IP10/2 - An der Huth 3, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.345,00	5.619.522,00	302,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
Y	IP10/3 - An der Huth 6, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.317,00	5.619.492,00	304,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"



Projekt: SW19001 Zell	Beschreibung: Schattenwurfberechnung für den Standort Zell	Lizenzierter Anwender: windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 lasma.pikuma@windtest-nrw.de Berechnet: 12.02.2019 11:53/3.1.633
TurboWind Energie GmbH Vahrenwalder Str. 245-247 30179 Hannover	Zusatzbelastung: - 1x ENERCON E-138, 3.500 kW, NH: 160 m	

SHADOW - Hauptergebnis**Berechnung:** Zusatzbelastung**Berechnungsergebnisse**

Schattenrezeptor

Nr. Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		met. wahrsch. Beschattung	
	Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag	Stunden/Jahr
	[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]
A IP01 - Bahnhofstr. 28, 36329 Romrod-Zell	0:00	0	0:00	0:00
B IP01/1 - Bahnhofstr. 20, 36329 Romrod-Zell	0:00	0	0:00	0:00
C IP01/2 - Bahnhofstr. 18, 36329 Romrod-Zell	7:20	33	0:17	1:55
D IP01/3 - Bahnhofstr. 14A, 36329 Romrod-Zell	13:51	48	0:21	3:43
E IP01/4 - Brückengarten 10, 36329 Romrod-Zell	18:38	60	0:21	5:07
F IP01/5 - Bahnhofstr. 4, 36329 Romrod-Zell	0:00	0	0:00	0:00
G IP01/6 - Bahnhofstr. 8, 36329 Romrod-Zell	0:00	0	0:00	0:00
H IP02 - Frohnhofstr. 4, 36329 Romrod-Zell	0:00	0	0:00	0:00
I IP02/1 - Billertshäuser Str. 21, 36329 Romrod-Zell	0:00	0	0:00	0:00
J IP03 - Steineshof 1, 36329 Romrod-Zell	13:33	36	0:28	2:50
K IP04 - Zeller Str. 28, 36304 Alsfeld-Billertshausen	7:45	30	0:20	0:55
L IP04/1 - Zeller Str. 25, 36304 Alsfeld-Billertshausen	0:00	0	0:00	0:00
M IP04/2 - Leuseler Weg 5, 36304 Alsfeld-Billertshausen	0:00	0	0:00	0:00
N IP06 - Auf dem Kreisch 1 (Familiensportgemeinschaft Oberhessen), 36304 Alsfeld	7:38	28	0:22	1:22
O IP06/1 - Grünbergerstr. 131, 36304 Alsfeld	0:00	0	0:00	0:00
P IP07 - Disröder Feld (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld	6:58	26	0:20	1:26
Q IP07/1 - Disröder Feld Süd (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld	6:39	27	0:20	1:27
R IP08 - Pfefferhöhe 2, 36304 Alsfeld	10:03	34	0:23	2:14
S IP08/1 - Pfefferhöhe 19 (MC Donalds), 36304 Alsfeld	11:01	37	0:24	2:25
T IP09 - Am Holzberg 100, 36304 Alsfeld	7:59	34	0:20	1:49
U IP09/1 - Am Holzberg 31, 36304 Alsfeld-Liederbach	0:00	0	0:00	0:00
V IP10 - Am Holzberg 45, 36304 Alsfeld-Liederbach	0:00	0	0:00	0:00
W IP10/1 - Romröder Str. 4, 36304 Alsfeld-Liederbach	0:00	0	0:00	0:00
X IP10/2 - An der Huth 3, 36304 Alsfeld-Liederbach	0:00	0	0:00	0:00
Y IP10/3 - An der Huth 6, 36304 Alsfeld-Liederbach	0:00	0	0:00	0:00

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr. Name	Maximal [Std/Jahr]	Erwartet [Std/Jahr]
1 ENERCON E-138 EP3 TES 3500 138.6 I-I NH: 160,0 m (Ges:229,3 m) (23)	91:22	20:11

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.



Projekt: SW19001 Zell

Beschreibung: Schattenwurfberechnung für den Standort Zell

Libenzierter Anwender: windtest grevenbroich gmbh
Frimmersdorfer Straße 73a
DE-41517 Grevenbroich
+49 2181 2278 0
lasma.pikuma@windtest-nrw.de
Berechnet: 15.02.2019 13:47/3.1.633

Zusatzbelastung:
- 1x ENERCON E-138, 3.500 kW, NH: 160 m

Vorbelastung:
- 5x ENERCON E-115, 3.000 kW, NH: 149 m
- 10x DEWIND D6/62, 1.000 kW, NH: 68,5 m
- 1x AN BONUS, 1.000 kW, NH: 70,0 m
- 1x AN BONUS, 600 kW, NH: 58,0 m
- 1x AN BONUS, 150 kW, NH: 30,0 m
- 1x AN BONUS, 300 kW, NH: 40,0 m

TurboWind Energie GmbH
Vahrenwalder Str. 245-247
30179 Hannover

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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) [GIESSEN]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,28	2,77	3,62	5,55	6,87	6,24	7,46	6,68	4,78	2,83	1,59	1,12

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraiddaten: WAsP (30)

Betriebsdauer je Sektor

N	MNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
472	434	438	443	336	762	458	1.263	1.455	697	282	197	7.238

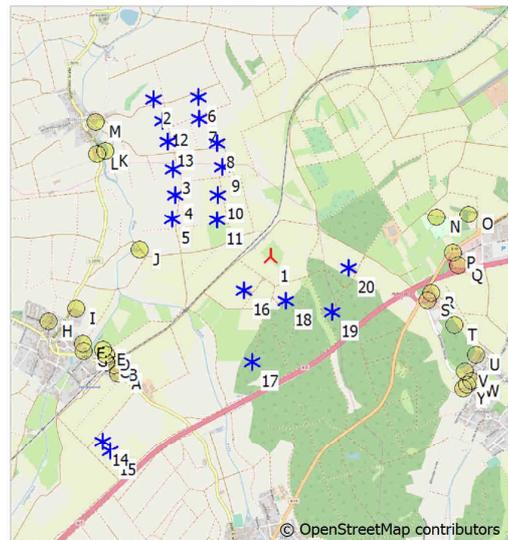
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

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_SG1510_rev0_RBR.wpo (1)
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet

Augenhöhe: 1,5 m
Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
ETRS 89 Zone: 32



Maßstab 1:50.000
▲ Neue WEA * Existierende WEA ● Schattenrezeptor

WEA

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
1	515.664,05	5.620.611,53	320,0	ENERCON E-1...Ja	ENERCON	E-138 EP3 TES-3.500	3.500	138,6	160,0	1.689	10,6
2	514.662,00	5.621.962,00	327,5	DEWIND D6/... Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
3	514.831,50	5.621.369,33	325,0	DEWIND D6/... Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
4	514.850,00	5.621.147,00	325,4	DEWIND D6/... Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
5	514.823,00	5.620.935,00	323,3	DEWIND D6/... Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
6	515.043,82	5.621.983,99	327,5	DEWIND D6/... Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
7	515.051,22	5.621.797,94	324,2	DEWIND D6/... Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
8	515.202,63	5.621.590,33	322,0	DEWIND D6/... Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
9	515.253,02	5.621.384,19	324,7	DEWIND D6/... Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
10	515.214,00	5.621.143,00	325,4	DEWIND D6/... Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
11	515.205,00	5.620.928,00	324,7	DEWIND D6/... Ja	DEWIND	D6/62-1MW-1.000	1.000	62,0	68,5	1.027	20,7
12	514.736,89	5.621.781,06	330,0	ANBONUS AN...Nein	ANBONUS	AN 1MW / 54-1.000/200	1.000	54,0	70,0	880	22,0
13	514.781,57	5.621.605,00	329,6	ANBONUS AN...Nein	ANBONUS	AN 600kW / 44-3-600/120	600	44,0	58,0	771	27,0
14	514.237,81	5.619.029,98	329,5	ANBONUS AN...Nein	ANBONUS	AN 150-150/30	150	23,0	30,0	2.500	40,0
15	514.302,86	5.618.947,18	328,5	ANBONUS AN...Nein	ANBONUS	AN 300kW-300	300	33,0	40,0	765	31,0
16	515.441,00	5.620.328,00	325,0	ENERCON E-1...Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.114	12,4
17	515.512,00	5.619.713,00	326,9	ENERCON E-1...Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.114	12,4
18	515.798,00	5.620.238,00	317,9	ENERCON E-1...Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.114	12,4
19	516.192,00	5.620.142,00	325,5	ENERCON E-1...Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.114	12,4
20	516.331,00	5.620.518,00	326,7	ENERCON E-1...Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.114	12,4

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimuthwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus
A	IP01 - Bahnhofstr. 28, 36329 Romrod-Zell	514.370,00	5.619.613,00	313,9	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
B	IP01/1 - Bahnhofstr. 20, 36329 Romrod-Zell	514.339,00	5.619.682,00	309,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
C	IP01/2 - Bahnhofstr. 18, 36329 Romrod-Zell	514.266,00	5.619.703,00	307,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
D	IP01/3 - Bahnhofstr. 14A, 36329 Romrod-Zell	514.267,00	5.619.767,00	305,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
E	IP01/4 - Brückengarten 10, 36329 Romrod-Zell	514.242,00	5.619.813,00	305,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
F	IP01/5 - Bahnhofstr. 4, 36329 Romrod-Zell	514.065,00	5.619.865,00	305,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
G	IP01/6 - Bahnhofstr. 8, 36329 Romrod-Zell	514.076,00	5.619.802,00	305,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
H	IP02 - Frohnhoferstr. 4, 36329 Romrod-Zell	513.776,00	5.620.053,00	320,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt: SW19001 Zell TurboWind Energie GmbH Vahrenwalder Str. 245-247 30179 Hannover	Beschreibung: Schattenwurfberechnung für den Standort Zell Zusatzbelastung: - 1x ENERCON E-138, 3.500 kW, NH: 160 m Vorbelastung: - 5x ENERCON E-115, 3.000 kW, NH: 149 m - 10x DEWIND D6/62, 1.000 kW, NH: 68,5 m - 1x AN BONUS, 1.000 kW, NH: 70,0 m - 1x AN BONUS, 600 kW, NH: 58,0 m - 1x AN BONUS, 150 kW, NH: 30,0 m - 1x AN BONUS, 300 kW, NH: 40,0 m	Lizenzierter Anwender: windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 lasma.pikuma@windtest-nrw.de Berechnet: 15.02.2019 13:47/3.1.633
---	---	---

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

... (Fortsetzung von letzter Seite)

Nr. Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
I IP02/1 - Billertshäuser Str. 21, 36329 Romrod-Zell	514.010,00	5.620.161,00	312,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
J IP03 - Steineshof 1, 36329 Romrod-Zell	514.553,00	5.620.665,00	303,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
K IP04 - Zeller Str. 28, 36304 Alsfeld-Billertshausen	514.255,00	5.621.521,00	300,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
L IP04/1 - Zeller Str. 25, 36304 Alsfeld-Billertshausen	514.185,00	5.621.492,00	303,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
M IP04/2 - Leuseler Weg 5, 36304 Alsfeld-Billertshausen	514.170,00	5.621.766,00	300,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
N IP06 - Auf dem Kreisch 1 (Familiensportgemeinschaft Oberhessen), 36304 Alsfeld	517.079,00	5.620.953,00	340,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
O IP06/1 - Grünbergerstr. 131, 36304 Alsfeld	517.356,00	5.620.982,00	324,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
P IP07 - Disröder Feld (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld	517.220,00	5.620.651,00	320,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
Q IP07/1 - Disröder Feld Süd (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld	517.265,00	5.620.539,00	316,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
R IP08 - Pfefferhöhe 2, 36304 Alsfeld	517.039,00	5.620.306,00	340,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
S IP08/1 - Pfefferhöhe 19 (MC Donalds), 36304 Alsfeld	517.006,00	5.620.241,00	340,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
T IP09 - Am Holzberg 100, 36304 Alsfeld	517.238,00	5.620.032,00	340,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
U IP09/1 - Am Holzberg 31, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.425,00	5.619.781,00	315,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
V IP10 - Am Holzberg 45, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.327,00	5.619.636,00	307,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
W IP10/1 - Romröder Str. 4, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.384,00	5.619.554,00	300,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
X IP10/2 - An der Huth 3, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.345,00	5.619.522,00	302,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
Y IP10/3 - An der Huth 6, 36304 Alsfeld-Liederbach	517.317,00	5.619.492,00	304,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr. Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		met. wahrsch. Beschattung	
	Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag	Stunden/Jahr
	[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]
A IP01 - Bahnhofstr. 28, 36329 Romrod-Zell	22:35	91	0:23	5:16
B IP01/1 - Bahnhofstr. 20, 36329 Romrod-Zell	32:29	127	0:23	7:22
C IP01/2 - Bahnhofstr. 18, 36329 Romrod-Zell	44:07	137	0:38	10:07
D IP01/3 - Bahnhofstr. 14A, 36329 Romrod-Zell	52:52	149	0:39	12:08
E IP01/4 - Brückengarten 10, 36329 Romrod-Zell	49:37	154	0:36	11:27
F IP01/5 - Bahnhofstr. 4, 36329 Romrod-Zell	18:02	79	0:19	3:52
G IP01/6 - Bahnhofstr. 8, 36329 Romrod-Zell	19:15	84	0:19	4:14
H IP02 - Frohnhofstr. 4, 36329 Romrod-Zell	10:52	57	0:16	2:03
I IP02/1 - Billertshäuser Str. 21, 36329 Romrod-Zell	14:44	64	0:19	2:38
J IP03 - Steineshof 1, 36329 Romrod-Zell	60:37	182	0:41	9:06
K IP04 - Zeller Str. 28, 36304 Alsfeld-Billertshausen	83:42	272	0:36	12:27
L IP04/1 - Zeller Str. 25, 36304 Alsfeld-Billertshausen	74:19	232	0:34	12:35
M IP04/2 - Leuseler Weg 5, 36304 Alsfeld-Billertshausen	76:32	267	0:28	13:24
N IP06 - Auf dem Kreisch 1 (Familiensportgemeinschaft Oberhessen), 36304 Alsfeld	52:18	132	0:43	6:53
O IP06/1 - Grünbergerstr. 131, 36304 Alsfeld	23:04	77	0:37	3:16
P IP07 - Disröder Feld (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld	42:47	118	0:49	7:13
Q IP07/1 - Disröder Feld Süd (Gewerbegebiet), 36304 Alsfeld	41:14	114	0:46	7:23
R IP08 - Pfefferhöhe 2, 36304 Alsfeld	79:04	185	0:50	15:05
S IP08/1 - Pfefferhöhe 19 (MC Donalds), 36304 Alsfeld	92:23	191	0:58	17:26
T IP09 - Am Holzberg 100, 36304 Alsfeld	51:47	152	0:39	9:55
U IP09/1 - Am Holzberg 31, 36304 Alsfeld-Liederbach	0:00	0	0:00	0:00
V IP10 - Am Holzberg 45, 36304 Alsfeld-Liederbach	32:30	122	0:23	6:21
W IP10/1 - Romröder Str. 4, 36304 Alsfeld-Liederbach	32:17	117	0:22	6:13
X IP10/2 - An der Huth 3, 36304 Alsfeld-Liederbach	30:58	112	0:22	5:56
Y IP10/3 - An der Huth 6, 36304 Alsfeld-Liederbach	27:42	108	0:20	5:19

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr. Name	Maximal [Std/Jahr]	Erwartet [Std/Jahr]
1 ENERCON E-138 EP3 TES 3500 138.6 I-I NH: 160,0 m (Ges:229,3 m) (23)	91:22	17:38
2 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 IO! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (1)	32:33	7:45
3 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 IO! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (2)	22:16	3:03
4 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 IO! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (3)	23:05	2:18
5 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 IO! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (4)	24:32	1:38
6 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 IO! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (5)	19:22	4:34
7 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 IO! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (6)	12:30	2:51
8 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 IO! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (7)	5:31	1:06
9 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 IO! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (8)	3:14	0:31
10 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 IO! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (9)	0:00	0:00
11 DEWIND D6/62-1MW 1000 62.0 IO! NH: 68,5 m (Ges:99,5 m) (10)	12:41	3:12
12 ANBONUS AN 1MW / 54 1000-200 54.0 IO! NH: 70,0 m (Ges:97,0 m) (11)	22:44	5:05
13 ANBONUS AN 600kW / 44-3 600-120 44.0 IO! NH: 58,0 m (Ges:80,0 m) (12)	14:19	2:51
14 ANBONUS AN 150 150-30 23.0 IO! NH: 30,0 m (Ges:41,5 m) (22)	0:00	0:00
15 ANBONUS AN 300kW 300 33.0 IO! NH: 40,0 m (Ges:56,5 m) (23)	0:00	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...



<p>Projekt: SW19001 Zell</p> <p>TurboWind Energie GmbH Vahrenwalder Str. 245-247 30179 Hannover</p>	<p>Beschreibung: Schattenwurfberechnung für den Standort Zell Zusatzbelastung: - 1x ENERCON E-138, 3.500 kW, NH: 160 m Vorbelastung: - 5x ENERCON E-115, 3.000 kW, NH: 149 m - 10x DEWIND D6/62, 1.000 kW, NH: 68,5 m - 1x AN BONUS, 1.000 kW, NH: 70,0 m - 1x AN BONUS, 600 kW, NH: 58,0 m - 1x AN BONUS, 150 kW, NH: 30,0 m - 1x AN BONUS, 300 kW, NH: 40,0 m</p>	<p>Lizenzierter Anwender: windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 lasma.pikuma@windtest-nrw.de Berechnet: 15.02.2019 13:47/3.1.633</p>
--	---	--

SHADOW - Hauptergebnis
Berechnung: Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]	Erwartet [Std/Jahr]
16	ENERCON E-115 3000 115.7 IO! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (40)	134:58	24:26
17	ENERCON E-115 3000 115.7 IO! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (41)	81:23	12:24
18	ENERCON E-115 3000 115.7 IO! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (42)	109:42	20:19
19	ENERCON E-115 3000 115.7 IO! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (43)	136:44	23:21
20	ENERCON E-115 3000 115.7 IO! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (44)	152:58	28:15

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.



Projekt: SW19001 Zell TurboWind Energie GmbH Vahrenwalder Str. 245-247 30179 Hannover	Beschreibung: Schattenwurfberechnung für den Standort Zell Zusatzbelastung: - 1x ENERCON E-138, 3.500 kW, NH: 160 m Vorbelastung: - 5x ENERCON E-115, 3.000 kW, NH: 149 m - 10x DEWIND D6/62, 1.000 kW, NH: 68,5 m - 1x AN BONUS, 1.000 kW, NH: 70,0 m - 1x AN BONUS, 600 kW, NH: 58,0 m - 1x AN BONUS, 150 kW, NH: 30,0 m - 1x AN BONUS, 300 kW, NH: 40,0 m	Lizenzierter Anwender: windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 lasma.pikuma@windtest-nrw.de Berechnet: 15.02.2019 13:47/3.1.633
---	---	---

SHADOW - Karte

Berechnung: Gesamtbelastung

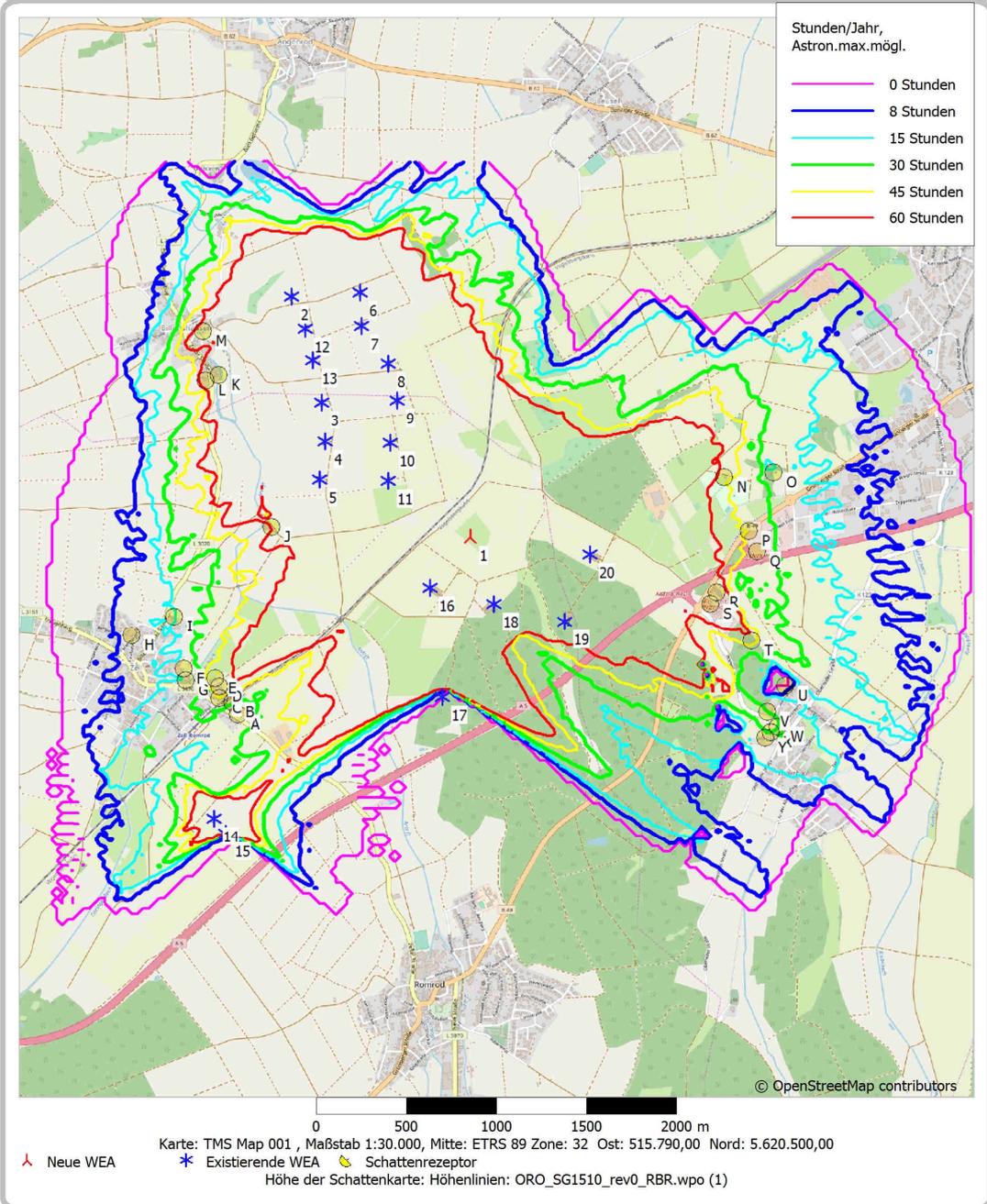


Abbildung Anhang 9: Gesamtbelastung (30 Std., worst case), Kartendarstellung



<p>Projekt: SW19001 Zell</p> <p>TurboWind Energie GmbH Vahrenwalder Str. 245-247 30179 Hannover</p>	<p>Beschreibung: Schattenwurfberechnung für den Standort Zell</p> <p>Zusatzbelastung: - 1x ENERCON E-138, 3.500 kW, NH: 160 m</p> <p>Vorbelastung: - 5x ENERCON E-115, 3.000 kW, NH: 149 m - 10x DEWIND D6/62, 1.000 kW, NH: 68,5 m - 1x AN BONUS, 1.000 kW, NH: 70,0 m - 1x AN BONUS, 600 kW, NH: 58,0 m - 1x AN BONUS, 150 kW, NH: 30,0 m - 1x AN BONUS, 300 kW, NH: 40,0 m</p>	<p>Lizenzierter Anwender: windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 lasma.pikuma@windtest-nrw.de Berechnet: 15.02.2019 13:47/3.1.633</p>
--	---	--

SHADOW - Karte

Berechnung: Gesamtbelastung

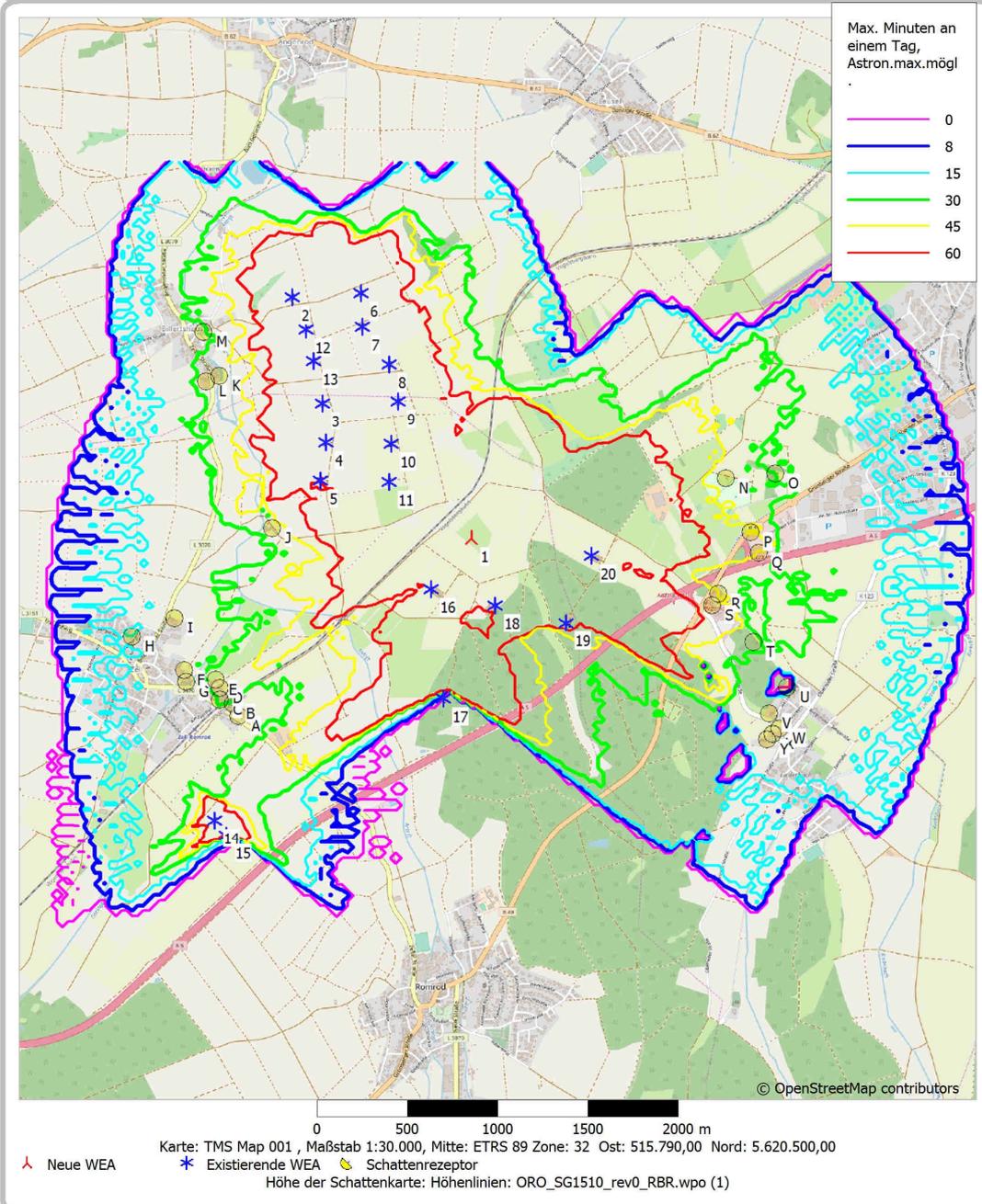


Abbildung Anhang 10: Gesamtbelastung (30 Min., worst case,), Kartendarstellung



Projekt: SW19001 Zell TurboWind Energie GmbH Vahrenwalder Str. 245-247 30179 Hannover	Beschreibung: Schattenwurfberechnung für den Standort Zell Zusatzbelastung: - 1x ENERCON E-138, 3.500 kW, NH: 160 m Vorbelastung: - 5x ENERCON E-115, 3.000 kW, NH: 149 m - 10x DEWIND D6/62, 1.000 kW, NH: 68,5 m - 1x AN BONUS, 1.000 kW, NH: 70,0 m - 1x AN BONUS, 600 kW, NH: 58,0 m - 1x AN BONUS, 150 kW, NH: 30,0 m - 1x AN BONUS, 300 kW, NH: 40,0 m	Lizenzierter Anwender: windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 lasma.pikuma@windtest-nrw.de Berechnet: 15.02.2019 13:50/3.1.633
---	---	---

SHADOW - Karte

Berechnung: Gesamtbelastung - ws

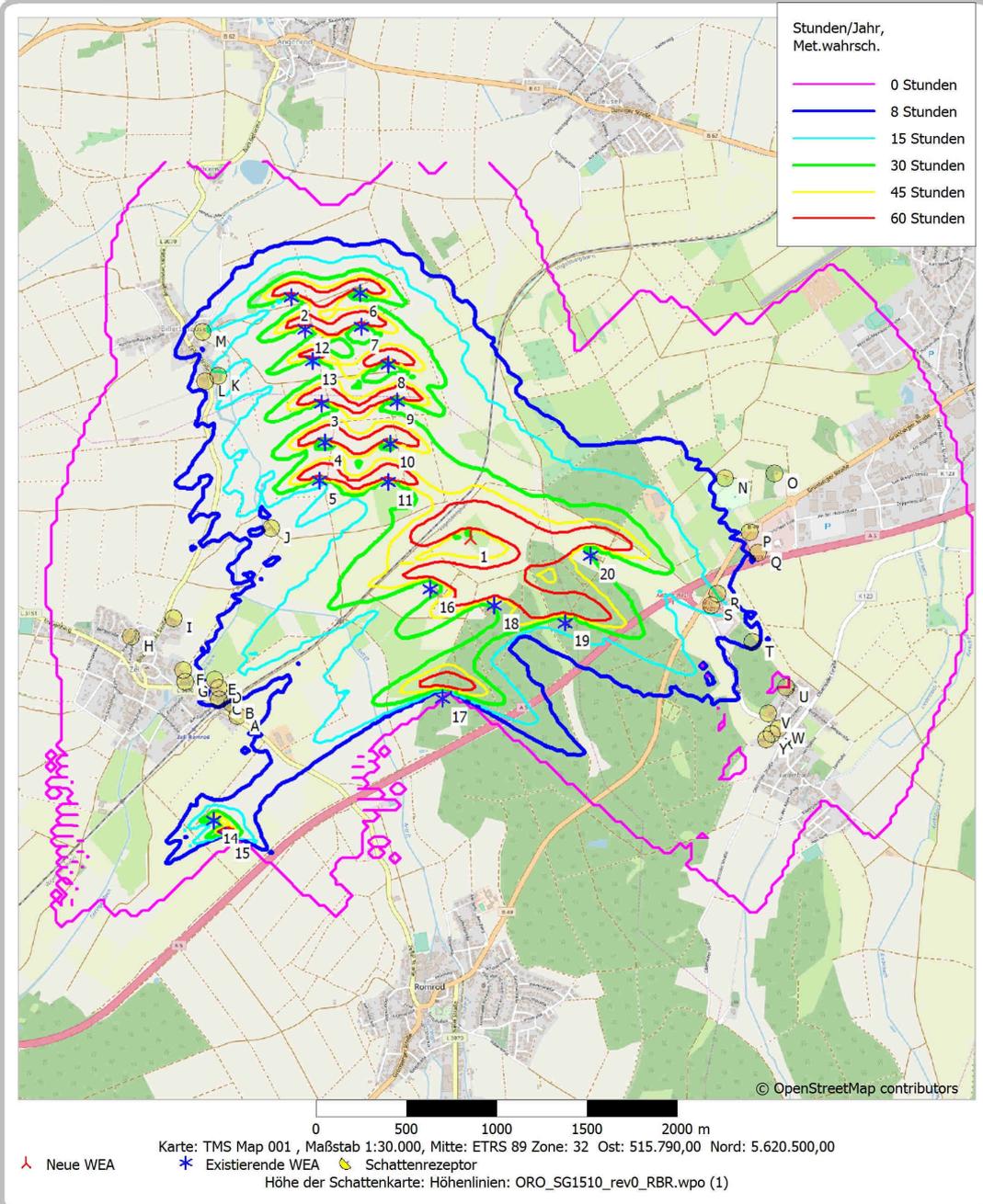


Abbildung Anhang 11: Gesamtbelastung (meteorolog. wahrscheinliche), Kartendarstellung