

**Ermittlung der optischen Immissionen  
in der Umgebung des geplanten  
Windenergieanlagenstandortes  
Waldfeucht**

**- Schattenwurfprognose -  
5x VESTAS V112-3.0 MW**

**2014-09-11**

**SW13001N2B1**

# Ermittlung der optischen Immissionen in der Umgebung des geplanten Windenergieanlagenstandortes Waldfeucht

- Schattenwurfprognose -

Bericht: SW13001N2B1

<b>Standort bzw. Messort:</b>	D-52525 Waldfeucht / Nordrhein-Westfalen
-------------------------------	--

<b>Auftraggeber:</b>	PNE WIND AG Peter-Henlein-Straße 2-4 D-27472 Cuxhaven
----------------------	---

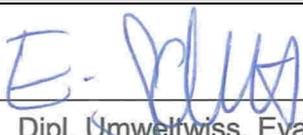
<b>Auftragnehmer:</b>	windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Str. 73a D-41517 Grevenbroich
-----------------------	---

<b>Datum der Auftragserteilung:</b>	2014-07-30
-------------------------------------	------------

<b>Auftragsnummer:</b>	14 0132 07
------------------------	------------

<b>Geprüft von:</b>	
---------------------	--

<b>Bearbeitet von:</b>	
------------------------	--

  
 \_\_\_\_\_  
 Dipl. Umweltwiss. Eva-Maria Schmitt  
 Gruppenleiterin

  
 \_\_\_\_\_  
 B. Eng. Benjamin Böhme  
 Projektmanager

Grevenbroich, 2014-09-11

<p><b><i>Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung der windtest grevenbroich gmbh vervielfältigt werden. Er umfasst insgesamt 38 Seiten inkl. der Anlagen.</i></b></p>
--



## 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 .....	7
2.3	Standortbeschreibung .....	7
2.4	Beschreibung der Emissionsquellen .....	8
2.5	Beschreibung der Immissionspunkte .....	9
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>16</b>
5.1	Quellenverzeichnis .....	16
5.2	Bearbeitungsverlauf .....	17
5.3	Tabellenverzeichnis .....	18
5.4	Abbildungsverzeichnis Anhang .....	18
5.5	Immissionspunkte .....	19
5.6	Ergebnisse der Vor-, Zusatz und Gesamtbelastung .....	29



# 1 Einleitung

Die windtest grevenbroich gmbh (wtg) erhielt 2014-07-30 von der PNE WIND AG den Auftrag zur Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung des zu erwartenden Schattenwurfs an relevanten Immissionspunkten (IP), verursacht durch fünf Windenergieanlagen (WEA) des Typs VESTAS V112-3.0 MW am Standort Waldfeucht.

Gemäß dem Leitfaden zur Windenergienutzung im Saarland / Windenergie-Erlass in NRW [I] ist den Antragsunterlagen zur Genehmigung ein Schattenwurfgutachten beizufügen. Die Vorgehensweise und Beurteilung der Einhaltung der Richtwerte fand auf Basis der Beschlüsse des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) [II] statt.

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

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

Das vorliegende Gutachten SW13001N2B1 ist der zweite Nachtrag zum Hauptgutachten SW13001B1 (von 2013-01-11). Der erste Nachtrag SW13001N1 (von 2014-02-12) wurde notwendig, da im ursprünglichen Schattenwurfgutachten relevante Immissionspunkte (IP) auf niederländischem Staatsgebiet nicht berücksichtigt wurden. Dies betrifft die Wohnbebauungen entlang der Kapelaan Verdonschotstraat sowie an der Prinsenbaan im Gebiet des Kirchengsprengels Koningsbosch. Aufgrund einer Änderung der WEA-Konfigurationen wird der vorliegende Nachtrag notwendig.

*Das Gutachten SW13001B1 behält weiterhin seine Gültigkeit und wird durch die in den vorliegenden Nachtrag vorgenommenen Änderungen ergänzt.*

*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 [II] 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).

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

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

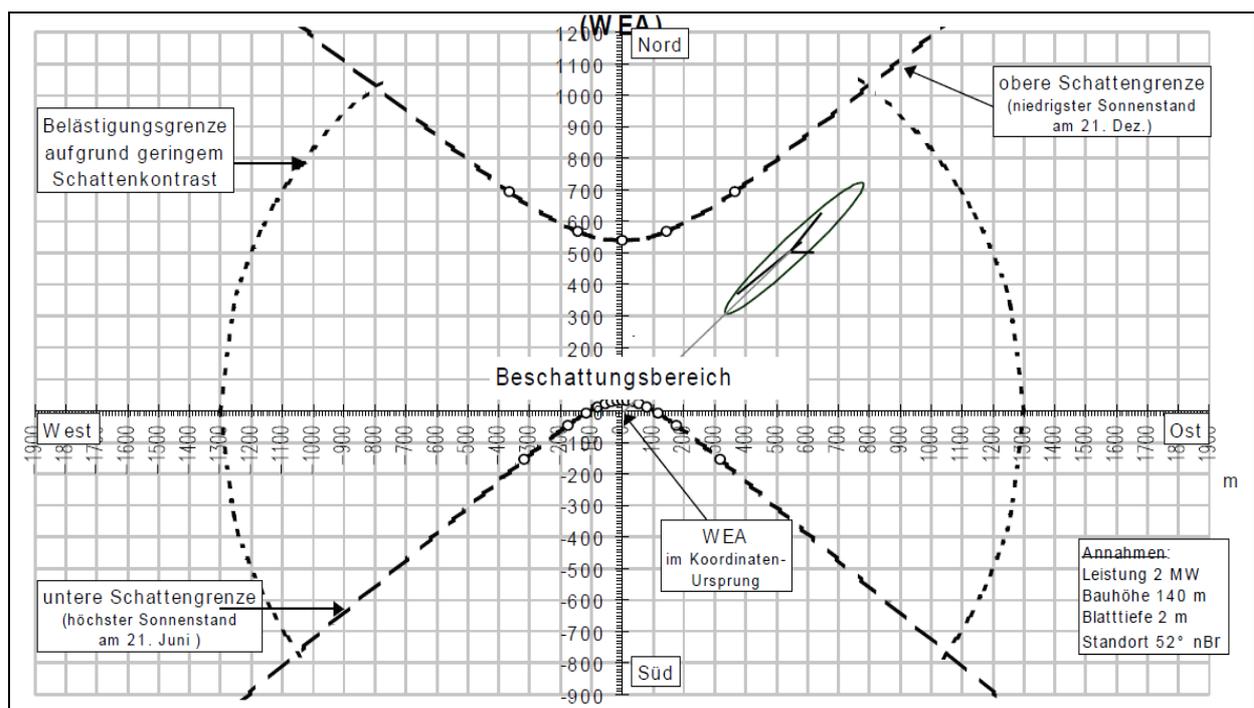


Abbildung 1: Möglicher Beschattungsbereich einer Beispiel-WEA [II]



Darüber hinaus hat der LAI [II] 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 maximale 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/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 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. bewölkerter 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 in 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 [III] hinterlegten Daten des World Radiation Data Center (WRDC) der Klimastation Maastricht (Datengrundlage 1978 – 1993; ca. 20 km südwestlich des Standorts gelegen) für den Standort Waldfeucht repräsentativ übernommen.

Die Betriebsstunden der geplanten WEA werden unter Zuhilfenahme der Leistungskennlinie (Dokument 0039-7688 V04) und der in [III] hinterlegten DWD Windstatistiken Aachen und Nörvenich sowie der Niederländischen Wetterstation Eindhoven berechnet (ca. 30 km südsüdöstlich, 54 km ost-südöstlich und 59 km nordwestlich des Standorts gelegen; Wichtung: 34 % / 16 % / 50 %). Ferner wird für die jeweiligen WEA eine technische Verfügbarkeit von 100 % angenommen.

## 2.3 Standortbeschreibung

Der Standort Waldfeucht befindet sich im Westen des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen an der deutsch-niederländischen Grenze in der Kölner Bucht. Die Stadt Heinsberg liegt ca. 8 km östlich davon.

Die Umgebung des Standortes besteht aus flachen, landwirtschaftlich genutzten Flächen mit vereinzelt kleinen Waldstücken, Hecken und einzelnen Bäumen. 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 Waldfeucht (ca. 1,5 km nordnordöstlich), Bocket (ca. 0,8 km ostnordöstlich), An der Villa (ca. 0,8 km ostnordöstlich), Nachbarheid (ca. 1,4 km südöstlich), Breberen (ca. 1,3 km südöstlich), Saeffelen (ca. 0,8 km südwestlich) und Koningsbosch (ca. 0,6 km südwestlich, NL).

Das Areal des geplanten Windparks ist auf einer geodätischen Höhe von etwa 65 m bis 70 m ü. NN gelegen. Die Bandbreite der geodätischen Höhen des weiteren Umlandes (Umkreis 15 km) reicht von 10 m bis 140 m ü. NN.

Zur Beurteilung des Standortes fand 2013-03-11 eine Besichtigung durch Herrn Poos, einem ehemaligen Mitarbeiter der wtg, statt. Eine weitere Besichtigung der IP auf niederländischem Staatsgebiet fand 2014-02-11 statt. Alle bestimmten IP sind im Anhang in einer Fotodokumentation sowie auf einem Auszug der topographischen Karte der Umgebung dargestellt.



## 2.4 Beschreibung der Emissionsquellen

Die in dieser Prognose berücksichtigten WEA besitzen die in Tabelle 1 aufgelisteten geometrischen Abmessungen, aus denen sich ein maximaler Beschattungsbereich von 1.709 m ergibt (vgl. Abbildung 1). Die Angaben der Rotorblattgeometrie sind der Berechnungssoftware „Wind-PRO“ der Fa. EMD in der Version 2.9.269 entnommen [III].

Tabelle 1: Geometrische Abmessungen der Vor- und Zusatzbelastung

Status	Hersteller /WEA-Typ	Nabenhöhe [m]	Rotorblattgeometrie [m]		
			RD	MBt	Bt-90
geplant	5x VESTAS V112-3.0 MW, 3.075 kW	4x 140 1x 119	112	4,00	1,03
bestehend	2x REpower MD77, 1.500 kW	85	77	3,18	0,98
	7x ENERCON E-66/18.70, 1.800 kW	65	70	3,30	1,07
	9x VESTAS V80, 2.000 kW	100	80	3,52	0,50
geplant (Fremdplanung)	1x ENERCON E-82 E2, 2.300 kW	108,4	82	5,58	1,13

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

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

Tabelle 2: Koordinaten der Vor- und Zusatzbelastung

WEA-Nr	WEA-Typ	Koordinatensystem: Gauß-Krüger Bessel (Zone 2)		Bemerkung
		Rechtswert [m]	Hochwert [m]	
1	VESTAS V112-3.0 MW, NH: 140 m	2.498.398	5.656.941	Zusatzbelastung
2	VESTAS V112-3.0 MW, NH: 140 m	2.498.829	5.656.803	
3	VESTAS V112-3.0 MW, NH: 140 m	2.498.262	5.656.629	
4	VESTAS V112-3.0 MW, NH: 119 m	2.498.070	5.656.296	
5	VESTAS V112-3.0 MW, NH: 140 m	2.498.696	5.656.486	
6	VESTAS V80, 2.000 kW, 100 m NH	2.500.631	5.655.908	Vorbelastung
7	VESTAS V80, 2.000 kW, 100 m NH	2.501.117	5.656.117	
8	VESTAS V80, 2.000 kW, 100 m NH	2.501.024	5.655.702	
9	VESTAS V80, 2.000 kW, 100 m NH	2.501.566	5.655.910	
10	VESTAS V80, 2.000 kW, 100 m NH	2.501.766	5.655.615	
11	VESTAS V80, 2.000 kW, 100 m NH	2.500.916	5.655.325	
12	VESTAS V80, 2.000 kW, 100 m NH	2.501.400	5.655.247	
13	VESTAS V80, 2.000 kW, 100 m NH	2.502.007	5.655.263	



Fortsetzung der Tabelle 2

WEA-Nr	WEA-Typ	Koordinatensystem: Gauß-Krüger Bessel (Zone 2)		Bemerkung
		Rechtswert [m]	Hochwert [m]	
14	VESTAS V80, 2.000 kW, 100 m NH	2.502.184	5.654.934	Vor- belastung
15	ENERCON E-82 E2, 2.300 kW, 108,4 m NH	2.498.476	5.656.301	
16	REpower MD77, 1.500 kW, 85 m NH	2.498.340	5.656.010	
17	REpower MD77, 1.500 kW, 85 m NH	2.498.818	5.656.192	
18	ENERCON E-66/18.70, 1.800 kW, 65 m NH	2.498.615	5.655.890	
19	ENERCON E-66/18.70, 1.800 kW, 65 m NH	2.499.045	5.655.889	
20	ENERCON E-66/18.70, 1.800 kW, 65 m NH	2.498.384	5.657.473	
21	ENERCON E-66/18.70, 1.800 kW, 65 m NH	2.498.298	5.657.258	
22	ENERCON E-66/18.70, 1.800 kW, 65 m NH	2.498.725	5.657.325	
23	ENERCON E-66/18.70, 1.800 kW, 65 m NH	2.498.830	5.657.108	
24	ENERCON E-66/18.70, 1.800 kW, 65 m NH	2.498.472	5.657.691	

## 2.5 Beschreibung der Immissionspunkte

Zur Beurteilung des Standortes fanden 2013-03-11 und 2014-02-11 Besichtigungen der Immissionspunkte durch die wtg statt (vergl. Kapitel 2.3). Als IP wurden die nächsten Wohnbebauungen in verschiedenen Himmelsrichtungen ausgewählt. Die zweite Besichtigung wurde notwendig, da im Schattenwurfgutachten SW13001B1 relevante Immissionspunkte (IP) auf niederländischem Staatsgebiet nicht berücksichtigt wurden. Dies betrifft die Wohnbebauungen entlang der Kapelaan Verdonschotstraat sowie an der Prinsenbaan im Gebiet des Kirchensprengels Koningsbosch.

Auf Grund der oben genannten Auswahl und der Ortsbesichtigungen wurden für die Schattenwurfberechnung insgesamt 19 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: Koordinaten der Immissionspunkte

Wind PRO Bez.	Nr.	Immissionspunkte	Gauß-Krüger (Bessel Zone 2)		UTM WGS84 Zone 31	
			Rechtswert [m]	Hochwert [m]	Rechtswert [m]	Hochwert [m]
A	IP 1	An der Villa, D-52525 Waldfeucht OT Bocket	2.499.495	5.656.258	709.754	5.658.696
B	IP 2	Nachbarheid, D-52538 Gangelt OT Breberen	2.499.537	5.655.407	709.831	5.657.847
C	IP 3	Am Kreuzweg, D-52538 Gangelt OT Breberen	2.498.816	5.655.227	709.118	5.657.638
D	IP 4	Heinsberger Str., D-52538 Selfkant OT Saeffelen	2.497.640	5.655.600	707.928	5.657.963
E	IP 5	Friedhofstr., D-52538 Selfkant OT Saeffelen	2.497.617	5.655.671	707.902	5.658.033
F	IP 6	Hellstr., D-52525 Waldfeucht	2.498.637	5.658.483	708.806	5.660.884
G	IP 7	Erlebnisbauernhof Blomland Kirchstraße, D-52525 Waldfeucht OT Bocket	2.499.141	5.657.799	709.338	5.660.221
H	IP 8	Müscheneind, D-52525 Waldfeucht OT Bocket	2.499.592	5.657.194	709.813	5.659.635
I	IP 9	WA An der Flachsroth, D-52525 Waldfeucht OT Bocket	2.499.923	5.657.190	710.144	5.659.645
J	IP 10	WA Friedhofstr., D-52538 Selfkant OT Saeffelen	2.497.472	5.655.598	707.760	5.657.954
K	IP 11	Kapelaan Verdonschotstraat 56, 6104 BM Koningsbosch (NL)	2.497.771	5.656.968	708.003	5.659.335
L	IP 12	Kapelaan Verdonschotstraat 8, 6104 BM Koningsbosch (NL)	2.497.168	5.657.307	707.386	5.659.649
M	IP 13	Prinsenbaan 77, 6104 BB Koningsbosch (NL)	2.497.436	5.657.929	707.629	5.660.282
N	IP 14	Prinsenbaan 89, 6104 BC Koningsbosch (NL)	2.497.341	5.657.760	707.541	5.660.109
O	IP 15	Prinsenbaan 95, 6104 BC Koningsbosch (NL)	2.497.303	5.657.681	707.506	5.660.029
P	IP 16	Prinsenbaan 111, 6104 BC Koningsbosch (NL)	2.497.245	5.657.537	707.454	5.659.882
Q	IP 17	Prinsenbaan 145, 6104 BD Koningsbosch (NL)	2.497.064	5.657.216	707.286	5.659.554
R	IP 18	Prinsenbaan 173, 6104 BD Koningsbosch (NL)	2.496.987	5.657.073	707.215	5.659.408
S	IP 19	Prinsenbaan 207, 6104 BE Koningsbosch (NL)	2.496.898	5.656.900	707.133	5.659.232



Da sich der Schatten einer WEA wie in Abbildung 1 dargestellt ausbreitet, werden IP im Süden der WEA nicht berücksichtigt. Immissionspunkte direkt nördlich einer WEA sind gemäß Abbildung 1 in bestimmter Entfernung ebenfalls weniger von Schattenwurf betroffen und werden in den vorliegenden Berechnungen nicht berücksichtigt.

Immissionspunkte die außerhalb des Beschattungsbereichs liegen, sind für die Schattenwurfberechnung irrelevant.



### 3 Ergebnisse

In der folgenden Tabelle 4 sind die Prognoseergebnisse der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung (V, Z und G) für die Konfiguration des Standortes Waldfeucht 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 IP	IP-Nr.	maximale Schattenwurfbelastung						wahrscheinliche Schattenwurfbelastung		
		[h/Jahr]			[h/Tag]			[h/Jahr]		
		V	Z	G	V	Z	G	V	Z	G
<b>A</b>	<b>IP 1</b>	<b>47:47</b>	<b>46:16</b>	<b>90:55</b>	00:29	<b>00:36</b>	<b>00:36</b>	07:44	<b>09:08</b>	<b>16:10</b>
<b>B</b>	<b>IP 2</b>	12:04	00:00	12:04	00:27	00:00	00:27	02:39	00:00	02:40
<b>C</b>	<b>IP 3</b>	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
<b>D</b>	<b>IP 4</b>	28:24	00:00	28:24	00:24	00:00	00:24	06:18	00:00	06:23
<b>E</b>	<b>IP 5</b>	27:15	00:00	27:15	00:24	00:00	00:24	06:15	00:00	06:19
<b>F</b>	<b>IP 6</b>	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
<b>G</b>	<b>IP 7</b>	<b>43:06</b>	26:03	<b>49:00</b>	00:28	00:30	<b>00:36</b>	05:45	02:54	06:28
<b>H</b>	<b>IP 8</b>	20:15	<b>40:27</b>	<b>58:36</b>	00:21	<b>00:47</b>	<b>00:47</b>	03:34	07:12	<b>10:16</b>
<b>I</b>	<b>IP 9</b>	03:58	19:19	23:17	00:12	00:22	00:22	00:43	03:33	04:08
<b>J</b>	<b>IP 10</b>	14:02	00:00	14:02	00:20	00:00	00:20	03:18	00:00	03:20
<b>K</b>	<b>IP 11</b>	<b>52:22</b>	<b>92:50</b>	<b>145:12</b>	00:30	<b>01:08</b>	<b>01:08</b>	<b>09:26</b>	<b>14:56</b>	<b>23:51</b>
<b>L</b>	<b>IP 12</b>	04:12	29:48	<b>34:00</b>	00:12	00:21	00:21	00:47	03:20	03:58
<b>M</b>	<b>IP 13</b>	10:18	17:32	27:50	00:15	00:20	00:25	01:19	01:33	02:48
<b>N</b>	<b>IP 14</b>	08:06	19:59	28:05	00:15	00:20	00:20	01:12	01:55	03:03
<b>O</b>	<b>IP 15</b>	07:40	24:52	<b>32:32</b>	00:15	00:20	00:20	01:10	02:28	03:32
<b>P</b>	<b>IP 16</b>	05:56	17:58	23:54	00:14	00:20	00:20	00:59	02:16	03:10
<b>Q</b>	<b>IP 17</b>	02:28	25:56	28:24	00:09	00:20	00:20	00:29	03:19	03:40
<b>R</b>	<b>IP 18</b>	01:28	20:24	21:52	00:08	00:20	00:20	00:18	02:57	03:09
<b>S</b>	<b>IP 19</b>	00:40	17:56	18:36	00:06	00:20	00:20	00:08	03:02	03:03

**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 [III] 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 2x REpower MD77, 7x ENERCON E-66/18.70, 9x VESTAS V80 und 1x ENERCON E-82 E2) wird an **drei** Immissionspunkten (IP 1, IP 7 und IP 11) der Richtwert von 30 Stunden Gesamtschattenwurf im Jahr (worst case) überschritten. Der Richtwert von 30 Minuten Schattenwurf am Tag (worst-case) wird durch die Vorbelastung an **keinem** Immissionspunkt überschritten. Der Richtwert von 8 Stunden Gesamtschattenwurf der wahrscheinlichen Schattenwurfbelastung im Jahr (Sonnenwahrscheinlichkeit, real) wird durch die Vorbelastung an **einem** Immissionspunkt (IP 11) überschritten.

Durch die **Zusatzbelastung** (bestehend aus 5x VESTAS V112-3.0 MW) werden an **drei** Immissionspunkten (IP 1, IP 8 und IP 11) die Richtwerte von 30 Stunden Gesamtschattenwurf im Jahr bzw. 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 an **zwei** Immissionspunkten (IP 1 und IP 11) überschritten.

Durch die **Gesamtbelastung** werden an insgesamt **sechs** Immissionspunkten (IP 1, IP 7, IP 8, IP 11, IP 12 und IP 15) die Richtwerte von 30 Stunden Gesamtschattenwurf im Jahr, bzw. an **vier** Immissionspunkten (IP 01, IP 07, IP 08 und IP 11) 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 **drei** Immissionspunkten (IP 1, IP 8 und IP 11) 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 nur eingeschränkt abgelesen werden.



## 4 Zusammenfassung

Die wtg erhielt 2014-07-30 von der PNE WIND AG den Auftrag zur Ermittlung der Schattenwurfbelastung im geplanten Windpark Waldfeucht.

Das vorliegende Gutachten SW13001N2B1 ist der zweite Nachtrag zum Hauptgutachten SW13001B1 (von 2013-01-11). Der erste Nachtrag SW13001N1 (von 2014-02-12) wurde notwendig, da im ursprünglichen Schattenwurfgutachten relevante Immissionspunkte (IP) auf niederländischem Staatsgebiet nicht berücksichtigt wurden. Dies betrifft die Wohnbebauungen entlang der Kapelaan Verdonschotstraat sowie an der Prinsenbaan im Gebiet des Kirchensprengels Koningsbosch. Aufgrund einer Änderung der WEA-Konfigurationen wird der vorliegende Nachtrag notwendig.

*Das Gutachten SW13001B1 sowie die Stellungnahme SW13001N1 behalten weiterhin ihre Gültigkeit und werden durch die in dem vorliegenden Nachtrag vorgenommenen Änderungen ergänzt.*

Die Berechnungen sollen für ausgewählte IP aufzeigen, ob die Richtwerte des LAI [II] eingehalten werden. Der zu berücksichtigende Bereich der Schattenwurfbelastung umfasst gemäß [III] 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 2013-03-11 und 2014-02-11 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-Standes Waldfeucht durchgeführt. Dabei wurde Folgendes berechnet:

- maximale (worst-case) und wahrscheinliche (reale) Schattenwurfimmissionen an 19 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 Waldfeucht mit den in Kapitel 2.4 beschriebenen Konfigurationen und dem bei der Standortbesichtigung vorgefundenen Zustand der Umgebung (Anzahl und Lage der IP). Eine Ergebnisdarstellung erfolgt im Anhang (ab Kapitel 5.6).

Es treten Richtwertüberschreitungen bei Berücksichtigung der maximal möglichen Sonnenscheindauer (worst case) an den IP 1, IP 7, IP 8, IP 11, IP 12 und IP 15 auf. Unter Berücksichtigung der realen Sonnenwahrscheinlichkeit werden die Richtwerte in der Gesamtbelastung für beide Konfigurationen für den Jahreswert an den IP 1, IP 8 und IP 11 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, 2014-09-11

B. Eng. Benjamin Böhme  
Projektmanager



Stempel



## 5 Anhang

### 5.1 Quellenverzeichnis

- [I] Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass), Gemeinsamer Runderlass des Landesumweltamtes NRW, des Bauministeriums NRW und der Staatskanzlei NRW, Stand 2011-07-11.
- [II] 109. Sitzung des Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI): *Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von WEA*, Stand 2002-03-13.
- [III] EMD International A/S: WindPRO Version 2.9.269. Aalborg Ø, 2012-12.
- [IV] Palz, W.; Greif, J.: *European Solar Radiation Atlas – Solar Radiation on horizontal and inclined surfaces*. Springer Berlin Heidelberg New York, 1996.



## 5.2 Bearbeitungsverlauf

<b>Fassung</b>	<b>Datum</b>	<b>Inhalt</b>
SW13001B1	2013-01-11	Gutachten der zu erwartenden Schattenwurfbelastung am Standort Waldfeucht
SW13001N1	2014-02-12	1. Nachtrag zum Gutachten der zu erwartenden Schattenwurfbelastung am Standort Waldfeucht (Stellungnahme)
SW13001N2B1	2014-09-11	2. Nachtrag zum Gutachten der zu erwartenden Schattenwurfbelastung am Standort Waldfeucht

<b>Umlauf</b>	<b>Kopie Nr.</b>
Auftraggeber	1
Projektordner	2
QM-Ablage	3

Kopie Nr.: 1



### 5.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geometrische Abmessungen der Vor- und Zusatzbelastung	8
Tabelle 2: Koordinaten der Vor- und Zusatzbelastung	8
Tabelle 3: Koordinaten der Immissionspunkte	10
Tabelle 4: Prognoseergebnisse je IP der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung	12

### 5.4 Abbildungsverzeichnis Anhang

Abbildung Anhang 1: Vorbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite A	29
Abbildung Anhang 2: Vorbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite B	30
Abbildung Anhang 3: Vorbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite C	31
Abbildung Anhang 4: Zusatzbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite A	32
Abbildung Anhang 5: Zusatzbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite B	33
Abbildung Anhang 6: Gesamtbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite A	34
Abbildung Anhang 7: Gesamtbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite B	35
Abbildung Anhang 8: Gesamtbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite C	36
Abbildung Anhang 9: Gesamtbelastung (worst case), Kartendarstellung	37
Abbildung Anhang 10: Gesamtbelastung (meteorolog. wahrscheinliche), Kartendarstellung	38



## 5.5 Immissionspunkte



Immissionspunkt Nr. 1: An der Villa



Immissionspunkt Nr. 2: Nachbarheid



Immissionspunkt Nr. 3: Am Kreuzweg, Breberen



Immissionspunkt Nr. 4: Heinsberger Str., Saeffeln



Immissionspunkt Nr. 5: Friedhofstr., Saeffeln



Immissionspunkt Nr. 6: Hellstr., Waldfeucht



Immissionspunkt Nr. 7: Erlebnisbauernhof Blomland, Bocket



Immissionspunkt Nr. 8: Müschenend, Bocket



Immissionspunkt Nr. 9: WA, Bocket



Immissionspunkt Nr. 10: WA Saeffel



Immissionspunkt Nr. 11: Kapelaan Verdonschotstraat 56, Koningsbosch



Immissionspunkt Nr. 12: Kapelaan Verdonschotstraat 8, Koningsbosch



Immissionspunkt Nr. 13: Prinsenbaan 77, Koningsbosch



Immissionspunkt Nr. 14: Prinsenbaan 89, Koningsbosch



Immissionspunkt Nr. 15: Prinsenbaan 95, Koningsbosch



Immissionspunkt Nr. 16: Prinsenbaan 111, Koningsbosch



Immissionspunkt Nr. 17: Prinsenbaan 145, Koningsbosch



Immissionspunkt Nr. 18: Prinsenbaan 173, Koningsbosch



Immissionspunkt Nr. 19: Prinsenbaan 207, Koningsbosch



## 5.6 Ergebnisse der Vor-, Zusatz und Gesamtbelastung

WindPRO version 2.9.269 Nov 2013

<b>Projekt:</b> <b>SW13001N2 Waldfeucht</b>  PNE WIND AG Peter-Henlein-Str. 2-4 D-27472 Cuxhaven	<b>Beschreibung:</b> Konfiguration 1: - 4x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m, - 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.  Konfiguration 2: - 3x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m, - 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.  Vorbelastung - worst case, - wahrscheinlicher Schattenwurf.	<b>Ausdruck/Seite:</b> 11.09.2014 11:32 / 1  <b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>windtest grevenbroich gmbh</b> Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 B. Eng. Benjamin Böhme Berechnet: 11.09.2014 10:31/2.9.269
---	---	---

### SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** 140908 K1: 5x V112-3.0MW - VB (wc/ws)

**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) [MAASTRICHT]  
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
 1,51 2,65 3,12 4,87 6,15 5,31 5,98 5,61 4,34 3,29 2,18 1,10

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:  
 Terraindaten 12 Sektoren; Radius: 20.000 m (1)

Betriebsdauer je Sektor	N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
	449	544	555	423	454	478	612	1.167	1.313	915	542	410	7.860

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

**WEA**

GK (Bessel) Zone: 2	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich [m]	U/min
1	2.500.631	5.655.908	70,2	VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
2	2.501.117	5.656.117	68,4	VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
3	2.501.024	5.655.702	70,5	VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
4	2.501.566	5.655.910	69,0	VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
5	2.501.766	5.655.615	68,8	VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
6	2.500.916	5.655.325	72,0	VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
7	2.501.400	5.655.247	71,7	VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
8	2.502.007	5.655.263	70,6	VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
9	2.502.184	5.654.934	71,9	VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
10	2.498.476	5.656.301	70,0	ENERCON E-82....	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0
11	2.498.340	5.656.010	68,8	REpower MD 77....	Ja	REpower	MD 77-1.500	1.500	77,0	85,0	1.415	17,3
12	2.498.818	5.656.192	70,0	REpower MD 77....	Ja	REpower	MD 77-1.500	1.500	77,0	85,0	1.415	17,3
13	2.498.615	5.655.890	70,0	ENERCON E-66....	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0
14	2.499.045	5.655.889	70,0	ENERCON E-66....	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0
15	2.498.384	5.657.473	62,5	ENERCON E-66....	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0
16	2.498.298	5.657.258	65,0	ENERCON E-66....	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0
17	2.498.725	5.657.325	65,0	ENERCON E-66....	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0
18	2.498.830	5.657.108	65,9	ENERCON E-66....	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0
19	2.498.472	5.657.691	59,4	ENERCON E-66....	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	GK (Bessel) Zone: 2		Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus
		Ost	Nord							
A	An der Villa	2.499.495	5.656.258	70,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
B	Nachbarheid	2.499.537	5.655.407	72,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
C	Am Kreuzweg, Breberen	2.498.816	5.655.227	65,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
D	Heinsberger Str., Saeffelen	2.497.640	5.655.600	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
E	Friedhofstr., Saeffelen	2.497.617	5.655.671	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
F	Hellstr., Waldfeucht	2.498.637	5.658.483	55,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

(Fortsetzung nächste Seite)...

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Abbildung Anhang 1: Vorbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite A



WindPRO version 2.9.269 Nov 2013

<b>Projekt:</b> <b>SW13001N2 Waldfeucht</b>  PNE WIND AG Peter-Henlein-Str. 2-4 D-27472 Cuxhaven	<b>Beschreibung:</b> Konfiguration 1: - 4x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m, - 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.  Konfiguration 2: - 3x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m, - 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.  Vorbelastung - worst case, - wahrscheinlicher Schattenwurf.	<b>Ausdruck/Seite:</b> 11.09.2014 11:32 / 2  <b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>windtest grevenbroich gmbh</b> Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 B. Eng. Benjamin Böhme Berechnet: 11.09.2014 10:31/2.9.269
---	---	---



**SHADOW - Hauptergebnis**

**Berechnung:** 140908 K1: 5x V112-3.0MW - VB (wc/ws)

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	GK (Bessel) Zone: 2		Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
		Ost	Nord							
					[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
G	Erlebnisbauernhof Blomland, Bocket	2.499.141	5.657.799	63,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
H	Müschendorf, Bocket	2.499.592	5.657.194	64,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
I	WA, Bocket	2.499.923	5.657.190	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
J	WA, Saeffelen	2.497.472	5.655.598	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
K	Kapelaan Verdonschotstraat 56, Koningsbosch	2.497.771	5.656.968	70,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
L	Kapelaan Verdonschotstraat 8, Koningsbosch	2.497.168	5.657.307	64,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
M	Prinsenbaan 77, Koningsbosch	2.497.436	5.657.929	58,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
N	Prinsenbaan 89, Koningsbosch	2.497.341	5.657.760	58,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
O	Prinsenbaan 95, Koningsbosch	2.497.303	5.657.681	59,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
P	Prinsenbaan 111, Koningsbosch	2.497.245	5.657.537	60,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
Q	Prinsenbaan 145, Koningsbosch	2.497.064	5.657.216	65,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
R	Prinsenbaan 173, Koningsbosch	2.496.987	5.657.073	66,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
S	Prinsenbaan 207, Koningsbosch	2.496.898	5.656.900	65,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

**Berechnungsergebnisse**

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Stunden/Tag	Stunden/Jahr
		[Std./Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std./Tag]	[Std./Jahr]
A	An der Villa	47:47	160	0:29	7:44
B	Nachbarheid	12:04	43	0:27	2:39
C	Am Kreuzweg, Breberen	0:00	0	0:00	0:00
D	Heinsberger Str., Saeffelen	28:24	117	0:24	6:18
E	Friedhofstr., Saeffelen	27:15	118	0:24	6:15
F	Hellstr., Waldfeucht	0:00	0	0:00	0:00
G	Erlebnisbauernhof Blomland, Bocket	43:06	143	0:28	5:45
H	Müschendorf, Bocket	20:15	114	0:21	3:34
I	WA, Bocket	3:58	31	0:12	0:43
J	WA, Saeffelen	14:02	64	0:20	3:18
K	Kapelaan Verdonschotstraat 56, Koningsbosch	52:22	168	0:30	9:26
L	Kapelaan Verdonschotstraat 8, Koningsbosch	4:12	40	0:12	0:47
M	Prinsenbaan 77, Koningsbosch	10:18	65	0:15	1:19
N	Prinsenbaan 89, Koningsbosch	8:06	57	0:15	1:12
O	Prinsenbaan 95, Koningsbosch	7:40	58	0:15	1:10
P	Prinsenbaan 111, Koningsbosch	5:56	47	0:14	0:59
Q	Prinsenbaan 145, Koningsbosch	2:28	32	0:09	0:29
R	Prinsenbaan 173, Koningsbosch	1:28	21	0:08	0:18
S	Prinsenbaan 207, Koningsbosch	0:40	10	0:06	0:08

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [Std./Jahr]	Erwartet [Std./Jahr]
1	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (22)	10:33	2:04
2	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (23)	0:00	0:00
3	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (24)	0:00	0:00
4	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (25)	0:00	0:00
5	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (26)	0:00	0:00
6	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (27)	0:00	0:00
7	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (28)	0:00	0:00
8	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (29)	0:00	0:00
9	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (30)	0:00	0:00
10	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (49)	23:35	3:03
11	REpower MD 77 1500 77.0 !-! NH: 85,0 m (Ges:123,5 m) (51)	46:06	10:12
12	REpower MD 77 1500 77.0 !-! NH: 85,0 m (Ges:123,5 m) (52)	23:45	4:30
13	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 65,0 m (Ges:100,0 m) (53)	16:58	3:31
14	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 65,0 m (Ges:100,0 m) (54)	22:09	3:16
15	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 65,0 m (Ges:100,0 m) (55)	19:50	3:22
16	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 65,0 m (Ges:100,0 m) (56)	53:27	10:13

(Fortsetzung nächste Seite)...

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Abbildung Anhang 2: Vorbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite B



WindPRO version 2.9.269 Nov 2013

Projekt:  
**SW13001N2 Waldfeucht**

PNE WIND AG  
Peter-Henlein-Str. 2-4  
D-27472 Cuxhaven

Beschreibung:  
Konfiguration 1:  
- 4x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m,  
- 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.  
Konfiguration 2:  
- 3x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m,  
- 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.  
Vorbelastung  
- worst case,  
- wahrscheinlicher Schattenwurf.

Ausdruck/Seite  
11.09.2014 11:32 / 3  
Lizenzierter Anwender:  
**windtest grevenbroich gmbh**  
Frimmersdorfer Straße 73a  
DE-41517 Grevenbroich  
+49 2181 2278 0  
B. Eng. Benjamin Böhme  
Berechnet  
11.09.2014 10:31/2.9.269



**SHADOW - Hauptergebnis**

Berechnung: 140908 K1: 5x V112-3.0MW - VB (wc/ws)

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]	Erwartet [Std/Jahr]
17	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 65,0 m (Ges:100,0 m) (57)	36:37	4:54
18	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 65,0 m (Ges:100,0 m) (58)	9:38	1:45
19	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 65,0 m (Ges:100,0 m) (59)	18:32	3:17

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Abbildung Anhang 3: Vorbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite C



WindPRO version 2.9.269 Nov 2013

Projekt:  
**SW13001N2 Waldfeucht**

PNE WIND AG  
Peter-Henlein-Str. 2-4  
D-27472 Cuxhaven

Beschreibung:  
Konfiguration 1:  
- 4x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m,  
- 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.  
  
Konfiguration 2:  
- 3x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m,  
- 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.  
  
Zusatzbelastung  
- worst case,  
- wahrscheinlicher Schattenwurf.

Ausdruck/Seite  
11.09.2014 11:34 / 1

Lizenzierter Anwender:  
**windtest grevenbroich gmbh**  
Frimmersdorfer Straße 73a  
DE-41517 Grevenbroich  
+49 2181 2278 0  
B. Eng. Benjamin Böhme  
Berechnet:  
10.09.2014 18:40/2.9.269



**SHADOW - Hauptergebnis**

Berechnung: 140908 K1: 5x V112-3.0MW - ZB (wc/ws)

**Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs**

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

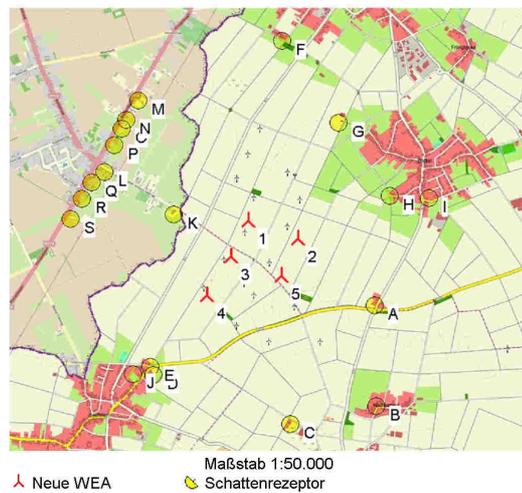
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °  
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)  
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [MAASTRICHT]  
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,51 2,65 3,12 4,87 6,15 5,31 5,98 5,61 4,34 3,29 2,18 1,10

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:  
Terraindaten 12 Sektoren; Radius: 20.000 m (1)

Betriebsdauer je Sektor  
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
473 573 583 444 478 504 644 1.232 1.380 962 569 433 8.275  
: 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: CONTOURLINE\_Waldfeucht.wpo (5)  
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet  
Augenhöhe: 1,5 m  
Rasterauflösung: 10,0 m



**WEA**

GK (Bessel) Zone: 2	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
1	2.498.398	5.656.941	64,9	VESTAS V112 3075 112....	Ja	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	140,0	1.708	17,7
2	2.498.829	5.656.803	69,1	VESTAS V112 3075 112....	Ja	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	140,0	1.708	17,7
3	2.498.262	5.656.629	69,2	VESTAS V112 3075 112....	Ja	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	140,0	1.708	17,7
4	2.498.070	5.656.296	69,0	VESTAS V112 3075 112....	Ja	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	17,7
5	2.498.696	5.656.486	70,0	VESTAS V112 3075 112....	Ja	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	140,0	1.708	17,7

**Schattenrezeptor-Eingabe**

Nr.	Name	GK (Bessel) Zone: 2			Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus
		Ost	Nord	Z						
A	An der Villa	2.499.495	5.656.258	70,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
B	Nachbarheid	2.499.537	5.655.407	72,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
C	Am Kreuzweg, Breberen	2.498.816	5.655.227	65,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
D	Heinsberger Str., Saeffelen	2.497.640	5.655.600	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
E	Friedhofstr., Saeffelen	2.497.617	5.655.671	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
F	Hellstr., Waldfeucht	2.498.637	5.658.483	55,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
G	Erlebnisbauernhof Blomland, Bocket	2.499.141	5.657.799	63,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
H	Müschened, Bocket	2.499.592	5.657.194	64,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
I	WA, Bocket	2.499.923	5.657.190	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
J	WA, Saeffelen	2.497.472	5.655.598	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
K	Kapelaan Verdonschotstraat 56, Koningsbosch	2.497.771	5.656.968	70,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
L	Kapelaan Verdonschotstraat 8, Koningsbosch	2.497.168	5.657.307	64,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
M	Prinsenbaan 77, Koningsbosch	2.497.436	5.657.929	58,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
N	Prinsenbaan 89, Koningsbosch	2.497.341	5.657.760	58,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
O	Prinsenbaan 95, Koningsbosch	2.497.303	5.657.681	59,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
P	Prinsenbaan 111, Koningsbosch	2.497.245	5.657.537	60,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
Q	Prinsenbaan 145, Koningsbosch	2.497.064	5.657.216	65,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
R	Prinsenbaan 173, Koningsbosch	2.496.987	5.657.073	66,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
S	Prinsenbaan 207, Koningsbosch	2.496.898	5.656.900	65,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Abbildung Anhang 4: Zusatzbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite A



WindPRO version 2.9.269 Nov 2013

<b>Projekt:</b> <b>SW13001N2 Waldfeucht</b>  PNE WIND AG Peter-Henlein-Str. 2-4 D-27472 Cuxhaven	<b>Beschreibung:</b> Konfiguration 1: - 4x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m, - 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.  Konfiguration 2: - 3x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m, - 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.  Zusatzbelastung - worst case, - wahrscheinlicher Schattenwurf.	<b>Ausdruck/Seite</b> 11.09.2014 11:34 / 2  <b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>windtest grevenbroich gmbh</b> Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 B. Eng. Benjamin Böhme Berechnet: 10.09.2014 18:40/2.9.269
---	--	--



**SHADOW - Hauptergebnis**

**Berechnung:** 140908 K1: 5x V112-3.0MW - ZB (wc/ws)

**Berechnungsergebnisse**

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. mögl. Beschattungsdauer		met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max. Schatten Stunden/Tag	Stunden/Jahr
		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]
A	An der Villa	46:16	132	0:36	9:08
B	Nachbarheid	0:00	0	0:00	0:00
C	Am Kreuzweg, Breberen	0:00	0	0:00	0:00
D	Heinsberger Str., Saeffelen	0:00	0	0:00	0:00
E	Friedhofstr., Saeffelen	0:00	0	0:00	0:00
F	Hellstr., Waldfeucht	0:00	0	0:00	0:00
G	Erlebnisbauernhof Blomland, Bocket	26:03	66	0:30	2:54
H	Müschendorf, Bocket	40:27	105	0:47	7:12
I	WA, Bocket	19:19	76	0:22	3:33
J	WA, Saeffelen	0:00	0	0:00	0:00
K	Kapelaan Verdonschotstraat 56, Koningsbosch	92:50	174	1:08	14:56
L	Kapelaan Verdonschotstraat 8, Koningsbosch	29:48	106	0:21	3:20
M	Prinsenbaan 77, Koningsbosch	17:32	68	0:20	1:33
N	Prinsenbaan 89, Koningsbosch	19:59	77	0:20	1:55
O	Prinsenbaan 95, Koningsbosch	24:52	90	0:20	2:28
P	Prinsenbaan 111, Koningsbosch	17:58	70	0:20	2:16
Q	Prinsenbaan 145, Koningsbosch	25:56	106	0:20	3:19
R	Prinsenbaan 173, Koningsbosch	20:24	82	0:20	2:57
S	Prinsenbaan 207, Koningsbosch	17:56	76	0:20	3:02

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]	Erwartet [Std/Jahr]
1	VESTAS V112 3075 112.0 !O! NH: 140,0 m (Ges:196,0 m) (55)	139:04	21:27
2	VESTAS V112 3075 112.0 !O! NH: 140,0 m (Ges:196,0 m) (56)	33:10	6:03
3	VESTAS V112 3075 112.0 !O! NH: 140,0 m (Ges:196,0 m) (57)	111:34	15:13
4	VESTAS V112 3075 112.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (58)	61:18	6:38
5	VESTAS V112 3075 112.0 !O! NH: 140,0 m (Ges:196,0 m) (59)	53:59	9:48

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Abbildung Anhang 5: Zusatzbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite B



WindPRO version 2.9.269 Nov 2013

<b>Projekt:</b> <b>SW13001N2 Waldfeucht</b>  PNE WIND AG Peter-Henlein-Str. 2-4 D-27472 Cuxhaven	<b>Beschreibung:</b> Konfiguration 1: - 4x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m, - 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.  Konfiguration 2: - 3x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m, - 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.  Gesamtbelastung - worst case, - wahrscheinlicher Schattenwurf.	<b>Ausdruck/Seite:</b> 11.09.2014 11:36 / 1  <b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>windtest grevenbroich gmbh</b> Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 B. Eng. Benjamin Böhme Berechnet: 10.09.2014 18:41/2.9.269
---	--	---



**SHADOW - Hauptergebnis**

**Berechnung:** 140908 K1: 5x V112-3.0MW - GB (wc/ws)

**Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs**

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

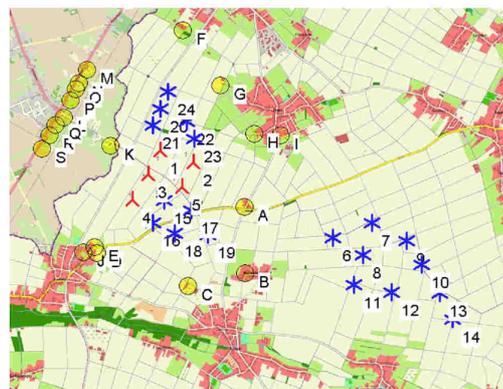
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °  
 Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)  
 Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [MAASTRICHT]  
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
 1,51 2,65 3,12 4,87 6,15 5,31 5,98 5,61 4,34 3,29 2,18 1,10

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:  
 Terraindaten 12 Sektoren; Radius: 20.000 m (1)

Betriebsdauer je Sektor  
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
 454 550 560 427 459 483 619 1.181 1.327 925 548 415 7.947  
 : 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: CONTOURLINE\_Waldfeucht.wpo (5)  
 Hindernisse in Berechnung nicht verwendet  
 Augenhöhe: 1,5 m  
 Rasterauflösung: 10,0 m



Maßstab 1:75.000  
 ▲ Neue WEA    \* Existierende WEA    ● Schattenrezeptor

**WEA**

GK	Zone: 2		Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
	Ost	Nord		Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
1	2.498.398	5.656.941	64,9 VESTAS V112 3...	Ja	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	140,0	1.708	17,7
2	2.498.829	5.656.803	69,1 VESTAS V112 3...	Ja	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	140,0	1.708	17,7
3	2.498.262	5.656.629	69,2 VESTAS V112 3...	Ja	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	140,0	1.708	17,7
4	2.498.070	5.656.296	69,0 VESTAS V112 3...	Ja	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	17,7
5	2.498.696	5.656.486	70,0 VESTAS V112 3...	Ja	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	140,0	1.708	17,7
6	2.500.631	5.655.908	70,2 VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
7	2.501.117	5.656.117	68,4 VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
8	2.501.024	5.655.702	70,5 VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
9	2.501.566	5.655.910	69,0 VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
10	2.501.766	5.655.615	68,8 VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
11	2.500.916	5.655.325	72,0 VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
12	2.501.400	5.655.247	71,7 VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
13	2.502.007	5.655.263	70,6 VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
14	2.502.184	5.654.934	71,9 VESTAS V80-2....	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	100,0	1.366	16,7
15	2.498.476	5.656.301	70,0 ENERCON E-82...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0
16	2.498.340	5.656.010	68,8 REpower MD 77...	Ja	REpower	MD 77-1.500	1.500	77,0	85,0	1.415	17,3
17	2.498.818	5.656.192	70,0 REpower MD 77...	Ja	REpower	MD 77-1.500	1.500	77,0	85,0	1.415	17,3
18	2.498.615	5.655.890	70,0 ENERCON E-66...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0
19	2.499.045	5.655.889	70,0 ENERCON E-66...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0
20	2.498.384	5.657.473	62,5 ENERCON E-66...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0
21	2.498.298	5.657.258	65,0 ENERCON E-66...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0
22	2.498.725	5.657.325	65,0 ENERCON E-66...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0
23	2.498.830	5.657.108	65,9 ENERCON E-66...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0
24	2.498.472	5.657.691	59,4 ENERCON E-66...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Abbildung Anhang 6: Gesamtbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite A



WindPRO version 2.9.269 Nov 2013

<b>Projekt:</b> <b>SW13001N2 Waldfeucht</b>  PNE WIND AG Peter-Henlein-Str. 2-4 D-27472 Cuxhaven	<b>Beschreibung:</b> Konfiguration 1: - 4x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m, - 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.  Konfiguration 2: - 3x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m, - 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.  Gesamtbelastung - worst case, - wahrscheinlicher Schattenwurf.	<b>Ausdruck/Seite:</b> 11.09.2014 11:36 / 2  <b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>windtest grevenbroich gmbh</b> Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 B. Eng. Benjamin Böhme Berechnet: 10.09.2014 18:41/2.9.269
---	--	---



**SHADOW - Hauptergebnis**

Berechnung: 140908 K1: 5x V112-3.0MW - GB (wc/ws)

**Schattenrezeptor-Eingabe**

Nr.	Name	GK (Bessel) Zone: 2		Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
		Ost	Nord							
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	An der Villa	2.499.495	5.656.258	70,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
B	Nachbarheid	2.499.537	5.655.407	72,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
C	Am Kreuzweg, Breberen	2.498.816	5.655.227	65,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
D	Heinsberger Str., Saeffelen	2.497.640	5.655.600	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
E	Friedhofstr., Saeffelen	2.497.617	5.655.671	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
F	Hellstr., Waldfeucht	2.498.637	5.658.483	55,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
G	Erlebnisbauernhof Blomland, Bocket	2.499.141	5.657.799	63,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
H	Müschened, Bocket	2.499.592	5.657.194	64,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
I	WA, Bocket	2.499.923	5.657.190	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
J	WA, Saeffelen	2.497.472	5.655.598	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
K	Kapelaan Verdonschotstraat 56, Koningsbosch	2.497.771	5.656.968	70,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
L	Kapelaan Verdonschotstraat 8, Koningsbosch	2.497.168	5.657.307	64,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
M	Prinsenbaan 77, Koningsbosch	2.497.436	5.657.929	58,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
N	Prinsenbaan 89, Koningsbosch	2.497.341	5.657.760	58,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
O	Prinsenbaan 95, Koningsbosch	2.497.303	5.657.681	59,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
P	Prinsenbaan 111, Koningsbosch	2.497.245	5.657.537	60,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
Q	Prinsenbaan 145, Koningsbosch	2.497.064	5.657.216	65,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
R	Prinsenbaan 173, Koningsbosch	2.496.987	5.657.073	66,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
S	Prinsenbaan 207, Koningsbosch	2.496.898	5.656.900	65,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

**Berechnungsergebnisse**

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. mögl. Beschattungsdauer		met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Stunden/Jahr	Stunden/Tag
		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]
A	An der Villa	90:55	270	0:36	16:10
B	Nachbarheid	12:04	43	0:27	2:40
C	Am Kreuzweg, Breberen	0:00	0	0:00	0:00
D	Heinsberger Str., Saeffelen	28:24	117	0:24	6:23
E	Friedhofstr., Saeffelen	27:15	118	0:24	6:19
F	Hellstr., Waldfeucht	0:00	0	0:00	0:00
G	Erlebnisbauernhof Blomland, Bocket	49:00	147	0:36	6:28
H	Müschened, Bocket	58:36	190	0:47	10:16
I	WA, Bocket	23:17	98	0:22	4:08
J	WA, Saeffelen	14:02	64	0:20	3:20
K	Kapelaan Verdonschotstraat 56, Koningsbosch	145:12	320	1:08	23:51
L	Kapelaan Verdonschotstraat 8, Koningsbosch	34:00	146	0:21	3:58
M	Prinsenbaan 77, Koningsbosch	27:50	115	0:25	2:48
N	Prinsenbaan 89, Koningsbosch	28:05	131	0:20	3:03
O	Prinsenbaan 95, Koningsbosch	32:32	148	0:20	3:32
P	Prinsenbaan 111, Koningsbosch	23:54	117	0:20	3:10
Q	Prinsenbaan 145, Koningsbosch	28:24	138	0:20	3:40
R	Prinsenbaan 173, Koningsbosch	21:52	103	0:20	3:09
S	Prinsenbaan 207, Koningsbosch	18:36	86	0:20	3:03

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]	Erwartet [Std/Jahr]
1	VESTAS V112 3075 112.0 !O! NH: 140,0 m (Ges:196,0 m) (55)	139:04	20:37
2	VESTAS V112 3075 112.0 !O! NH: 140,0 m (Ges:196,0 m) (56)	33:10	5:48
3	VESTAS V112 3075 112.0 !O! NH: 140,0 m (Ges:196,0 m) (57)	111:34	14:37
4	VESTAS V112 3075 112.0 !O! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (58)	61:18	6:22
5	VESTAS V112 3075 112.0 !O! NH: 140,0 m (Ges:196,0 m) (59)	53:59	9:25
6	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (22)	10:33	2:05
7	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (23)	0:00	0:00
8	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (24)	0:00	0:00
9	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (25)	0:00	0:00
10	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (26)	0:00	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Abbildung Anhang 7: Gesamtbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite B



WindPRO version 2.9.269 Nov 2013

Projekt:  
**SW13001N2 Waldfeucht**PNE WIND AG  
Peter-Henlein-Str. 2-4  
D-27472 CuxhavenBeschreibung:  
Konfiguration 1:  
- 4x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m,  
- 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.Konfiguration 2:  
- 3x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m,  
- 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.Gesamtbelastung  
- worst case,  
- wahrscheinlicher Schattenwurf.Ausdruck/Seite  
11.09.2014 11:36 / 3

Lizenzierter Anwender:

**windtest grevenbroich gmbh**  
Frimmersdorfer Straße 73a  
DE-41517 Grevenbroich  
+49 2181 2278 0  
B. Eng. Benjamin Böhme  
Berechnet:  
10.09.2014 18:41/2.9.269**SHADOW - Hauptergebnis****Berechnung:** 140908 K1: 5x V112-3.0MW - GB (wc/ws)

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]	Erwartet [Std/Jahr]
11	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (27)	0:00	0:00
12	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (28)	0:00	0:00
13	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (29)	0:00	0:00
14	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:140,0 m) (30)	0:00	0:00
15	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 108,4 m (Ges:149,4 m) (49)	23:35	3:05
16	REpower MD 77 1500 77.0 !-! NH: 85,0 m (Ges:123,5 m) (51)	46:06	10:19
17	REpower MD 77 1500 77.0 !-! NH: 85,0 m (Ges:123,5 m) (52)	23:45	4:33
18	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 65,0 m (Ges:100,0 m) (53)	16:58	3:33
19	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 65,0 m (Ges:100,0 m) (54)	22:09	3:18
20	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 65,0 m (Ges:100,0 m) (55)	19:50	3:24
21	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 65,0 m (Ges:100,0 m) (56)	53:27	10:19
22	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 65,0 m (Ges:100,0 m) (57)	36:37	4:57
23	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 65,0 m (Ges:100,0 m) (58)	9:38	1:45
24	ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O! NH: 65,0 m (Ges:100,0 m) (59)	18:32	3:19

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Abbildung Anhang 8: Gesamtbelastung (worst case und meteorolog. wahrscheinliche), Seite C



WindPRO version 2.9.269 Nov 2013

Projekt: SW13001N2 Waldfeucht

Beschreibung: Konfiguration 1: - 4x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m, - 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.

Ausdruck/Seite: 11.09.2014 11:37 / 1

PNE WIND AG Peter-Henlein-Str. 2-4 D-27472 Cuxhaven

Konfiguration 2: - 3x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m, - 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.

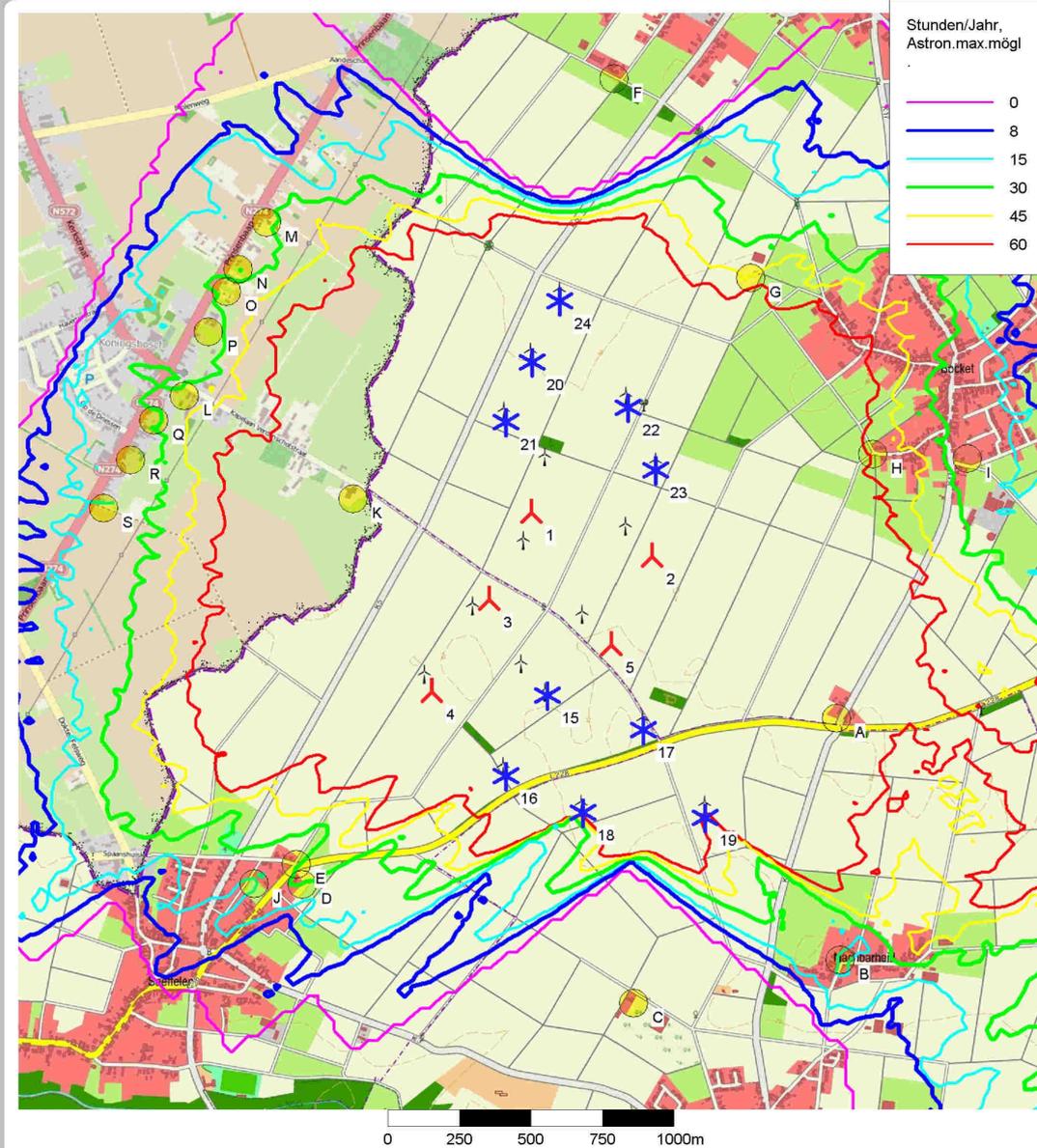
Lizenziertes Anwender: windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Straße 73a DE-41517 Grevenbroich +49 2181 2278 0 B. Eng. Benjamin Böhme Berechnet: 10.09.2014 18:44/2.9.269



Kartendarstellung Gesamtbelastung - worst case.

SHADOW - Karte

Berechnung: 140908 K1: 5x V112-3.0MW - GB Karte (wc)



WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Abbildung Anhang 9: Gesamtbelastung (worst case), Kartendarstellung



WindPRO version 2.9.269 Nov 2013

Projekt: SW13001N2 Waldfeucht

PNE WIND AG  
Peter-Henlein-Str. 2-4  
D-27472 Cuxhaven

Beschreibung:  
Konfiguration 1:  
- 4x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m,  
- 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.

Konfiguration 2:  
- 3x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 140 m,  
- 1x VESTAS V112, 3.000 kW, NH: 119 m.

Kartendarstellung Gesamtbelastung  
- wahrscheinlicher Schattenwurf.

Ausdruck/Seite  
11.09.2014 11:38 / 1

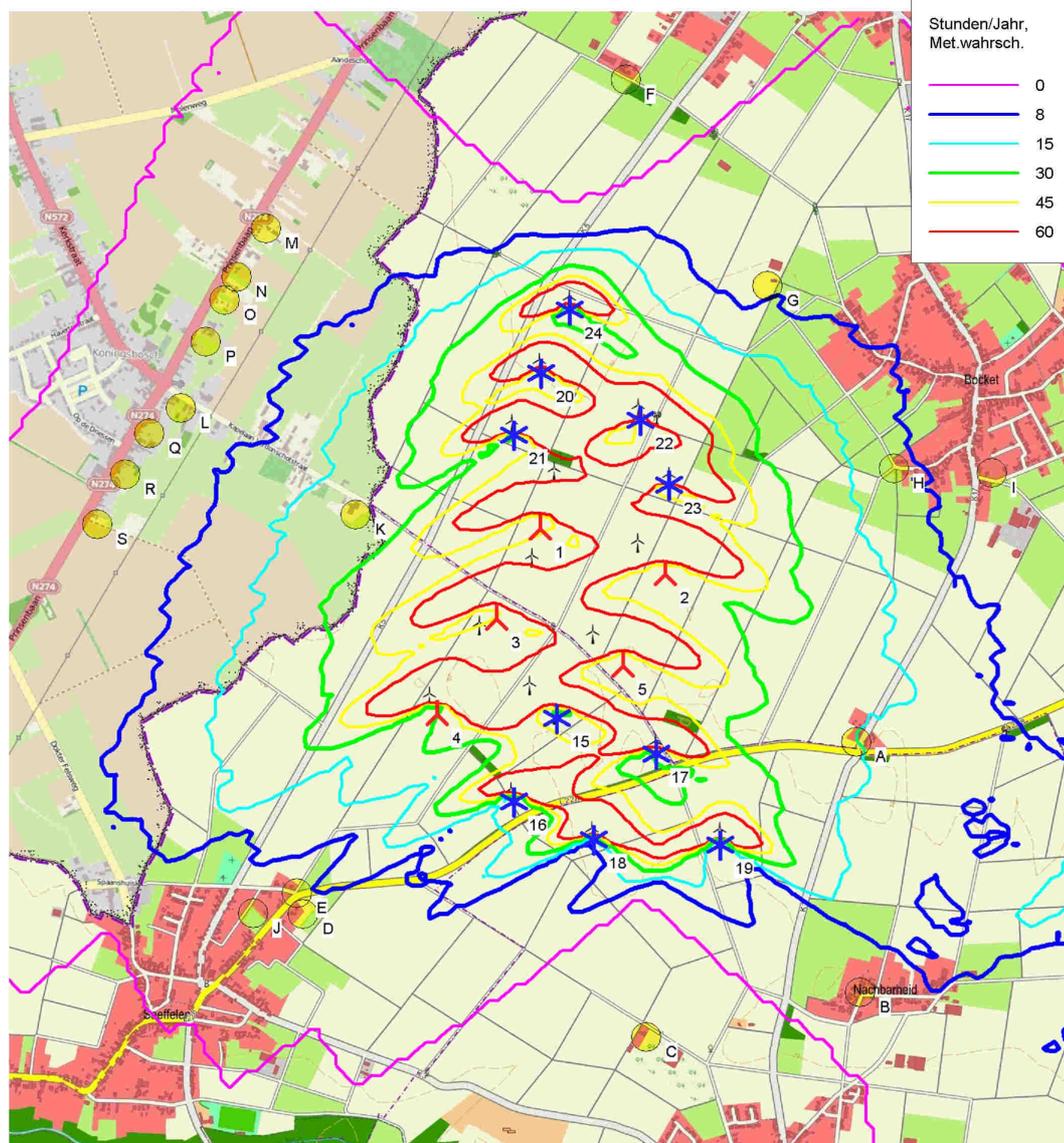
Lizenzierter Anwender:

windtest grevenbroich gmbh  
Frimmersdorfer Straße 73a  
DE-41517 Grevenbroich  
+49 2181 2278 0  
B. Eng. Benjamin Böhme  
Berechnet:  
10.09.2014 18:47/2.9.269



**SHADOW - Karte**

Berechnung: 140908 K1: 5x V112-3.0MW - GB Karte (ws)



Karte: Waldfeucht\_Kombi\_TK25 , Maßstab 1:20.000, Mitte: GK (Bessel) Zone: 2 Ost: 2.498.250 Nord: 5.656.628  
Neue WEA \* Existierende WEA Schattenrezeptor  
Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: CONTOURLINE\_Waldfeucht.wpo (5)

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Abbildung Anhang 10: Gesamtbelastung (meteorolog. wahrscheinliche), Kartendarstellung