

# **Schattenwurfanalyse**

für den Neubau und Betrieb  
von vier Windenergieanlagen  
des Typs

**Vestas V162-6.2MW**

für den Standort  
Fürstenberg-Röhregrund

## **Auftraggeber**

Energieplan Ost West GmbH & Co.KG  
Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

## **Auftragnehmer**

Lackmann Phymetric GmbH  
Vattmannstr. 6  
33100 Paderborn

Berichtnr.: LaPh-2024-20

Datum: 11.04.2024

## Ergebnisüberblick

Die Energieplan Ost West GmbH & Co.KG plant im Außenbereich der Gemeinde Bad Wünnenberg in der Gemarkung Fürstenberg den Neubau und Betrieb von insgesamt vier Windenergieanlagen des Herstellers Vestas.

Die Anlagen vom Typ V162-6.2MW werden mit einer Nabenhöhe von 169,0 m und einer Nennleistung von 6.200 kW beantragt. Die Standorte der neu geplanten Anlagen liegen in der Gemeinde Bad Wünnenberg in der Gemarkung Fürstenberg, Flur 14, 36 und 37.

Um eine erhebliche Belästigung durch Schattenwurf auf umliegende Immissionsorte zu vermeiden, wird in der vorliegenden Schattenwurfprognose der potenzielle Schattenwurf der antragsgegenständlichen WEA untersucht. Die Berechnung wird mittels der EMD-Software WindPro durchgeführt, die auf Grundlage des Sonnenstands im Tages- und Jahresverlauf den Gang des Schattens des WEA-Rotors simuliert. Dabei wird als worst-case Methode die astronomisch maximal mögliche Schattenwurfdauer berechnet. Als Richtwert wird gemäß [2] eine maximale Beschattungsdauer von 30 Stunden pro Jahr sowie 30 Minuten am Tag angenommen.

Die Immissionspunkte für die Berechnungen wurden an die nächstgelegenen Wohnhäuser gesetzt (nächstgelegene Hauswand zur WEA). Insgesamt wurden 29 Immissionspunkte betrachtet. In der Programmierung der Abschaltvorrichtung sind alle betroffenen Immissionspunkte aufzunehmen. Als Vorbelastung werden die WEA in der Umgebung der antragsgegenständlichen WEA in den Berechnungen berücksichtigt.

Durch die WEA in der Umgebung sind 9 der insgesamt 29 betrachteten Immissionsorte bereits durch Schattenwurf vorbelastet. An 7 der insgesamt 29 betrachteten Immissionsorten werden die Richtwerte durch die Vorbelastung überschritten. Die Anlagen der Zusatzbelastung führen an allen untersuchten Immissionsorten zu zusätzlichem Schattenwurf.

**Als Ergebnis der Schattenwurfprognose ist festzuhalten, dass alle antragsgegenständlichen WEA mit einem Schattenwurfabstahlmodul auszustatten sind, um Richtwertüberschreitungen an umliegenden Immissionsorten zu vermeiden.**

**Unter Berücksichtigung der Abschaltungen werden die Richtwerte von 30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten pro Tag an allen Immissionspunkten im Einwirkungsbereich der Neuplanung eingehalten.**

Paderborn, den 11. April 2024



Dr.-Ing. Jan Lackmann



Tido Hagen, B. Eng.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Ergebnisüberblick</b>	<b>2</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>Aufgabenbeschreibung</b>	<b>4</b>
<b>Projektübersicht</b>	<b>5</b>
<b>Grundlagen zum Nachweis von Schattenwurf</b>	<b>11</b>
<b>Eingangsparameter der Berechnung</b>	<b>12</b>
<b>Vorbelastung</b>	<b>13</b>
<b>Zusatzbelastung</b>	<b>19</b>
<i>Zusatzbelastung WEA1</i>	24
<i>Zusatzbelastung WEA2</i>	27
<i>Zusatzbelastung WEA3</i>	30
<i>Zusatzbelastung WEA4</i>	33
<b>Gesamtbelastung</b>	<b>36</b>
<b>Abschlussbetrachtung</b>	<b>43</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>44</b>
<b>Anhang</b>	<b>45</b>

## Aufgabenbeschreibung

Die Energieplan Ost West GmbH & Co.KG plant im Außenbereich der Gemeinde Bad Wünnenberg in der Gemarkung Fürstenberg den Neubau und Betrieb von vier Windenergieanlagen des Herstellers Vestas. Die Anlagen vom Typ V162-6.2MW werden mit einer Nabenhöhe von 169,0 m und einer Nennleistung von 6.200 kW beantragt.

Die Standorte der neu geplanten Anlagen liegen in der Gemeinde Bad Wünnenberg in der Gemarkung Fürstenberg, Flur 14, 36 und 37.

Bei dem Betrieb von Windenergieanlagen kann bei ausreichendem Sonnenschein durch den betriebsbedingt bewegten Rotor periodischer Schattenwurf entstehen, der im Sinne des BImSchG als Immission einzuordnen ist. [1] Lichtdurchlässige Bereiche von Wohnhäusern wie Wohn-, Schlaf- oder Büroräumen sowie an Gebäuden beginnende Außenflächen wie Terrassen oder Balkone können durch potenziellen periodischen Schattenwurf betroffen sein und gelten in diesem Bezug als schutzwürdige Räume. [2]

Periodischer Schattenwurf bei WEA tritt nur unter bestimmten Wetterbedingungen auf und ist damit abhängig von Sonnenstand, Sonneneinstrahlung sowie Windgeschwindigkeit. Des Weiteren sind Tages- und Nachtzeit, WEA-Ausrichtung und WEA- und Rezeptor-Standort entscheidende Faktoren.

Periodischer Schattenwurf kann bei Menschen das Wohlbefinden innerhalb der schutzwürdigen Räume beeinflussen. Um eine erhebliche Belästigung durch Schattenwurf auf umliegende Immissionsorte zu vermeiden, wird im Folgenden der potenzielle Schattenwurf der antragsgegenständlichen WEA untersucht. Die Berechnung wird mittels der EMD-Software WindPro durchgeführt, die auf Grundlage des Sonnenstands im Tages- und Jahresverlauf den Gang des Schattens des WEA-Rotors simuliert.

Auf Grundlage der Berechnungen wird die Einhaltung der Richtwerte von max. 30 min/Tag und 30 h/Jahr der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer überprüft und daran bewertet, ob ein Schattenwurfschaltmodul an der betreffenden WEA installiert werden muss.

Die Immissionspunkte für die Berechnungen wurden an die nächstgelegenen Wohnhäuser gesetzt (nächstgelegene Hauswand zur WEA). In der Programmierung der Abschaltvorrichtung sind alle betroffenen Immissionspunkte aufzunehmen. Als Vorbelastung werden die WEA in der Umgebung der antragsgegenständlichen WEA in den Berechnungen berücksichtigt.

Eine detaillierte Projektübersicht sowie die Berechnungsergebnisse des zu erwartenden Schattenwurfs sind im Folgenden dargestellt.

# Projektübersicht

In dem WindPro-Modell wird als **Zusatzbelastung** die Neuplanung am Standort Fürstenberg mit folgenden Daten berücksichtigt (P = Nennleistung [kW], RD = Rotordurchmesser [m], NH = Nabenhöhe [m]):

WEA	Ost	Nord	Z [m]	Typ	P	RD	NH
WEA1	485.810	5.707.207	366,1	V162-6.2MW	6.200	162	169
WEA2	485.173	5.707.290	361,7	V162-6.2MW	6.200	162	169
WEA3	484.832	5.706.939	363,4	V162-6.2MW	6.200	162	169
WEA4	484.373	5.706.948	375,6	V162-6.2MW	6.200	162	169

Die Standorte der antragsgegenständlichen WEA sind in Abbildung 1 dargestellt.

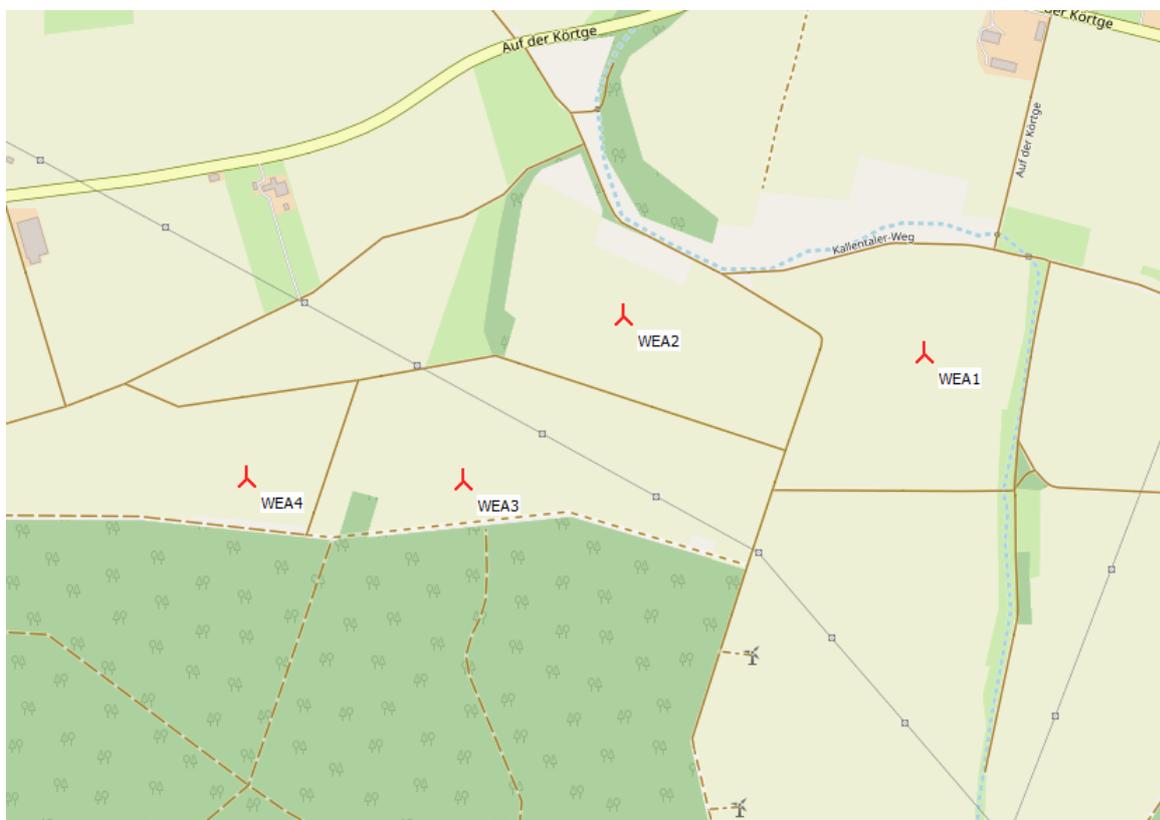


Abbildung 1: Standort Fürstenberg (Neuplanung: rot, Bestand: blau)

Als **Vorbelastung** werden die folgenden WEA berücksichtigt. Die Daten der Vorbelastung wurden von den Genehmigungsbehörden (Kreis Paderborn und Hochsauerlandkreis) zur Verfügung gestellt.

WEA	Anlagentyp	Ost	Nord	Z [m]	NH [m]
FUE1	E-138 EP3 E3-4.260	487.387	5.707.465	377,3	149,1
FUE2	E-160 EP5 E3-5.560	487.141	5.706.941	380,5	135,0
WEA KÖ1	E-160 EP5 E3-5.560	485.694	5.708.675	343,3	166,6
WEA KÖ2	E-160 EP5 E3-5.560	486.237	5.708.721	351,7	166,6
KOE3	E-82 E2 TES-2.300	485.888	5.708.332	354,1	138,4
KOE7	E-82 E2-2.300	486.930	5.709.284	345,1	138,4

<b>WEA</b>	<b>Anlagentyp</b>	<b>Ost</b>	<b>Nord</b>	<b>Z [m]</b>	<b>NH [m]</b>
M116	E-160 EP5 E3-5.560	489.341	5.705.519	430,5	166,6
M117	E-160 EP5 E3-5.560	488.596	5.706.432	412,2	166,6
M118	E-160 EP5 E3-5.560	489.427	5.706.092	416,3	166,6
M119	E-160 EP5 E3-5.560	489.897	5.705.603	423,8	166,6
M120	E-115-3.000	488.113	5.706.517	399,4	149,1
M121	E-160 EP5 E3-5.560	489.079	5.704.836	427,6	166,6
M122	E-92 2,3 MW-2.350	488.496	5.706.062	418,7	138,4
M123	E-126 EP3-4.000	489.152	5.707.285	386,7	135,3
M124	E-138 EP3 E2-4.200	488.584	5.707.684	377,3	160,0
M125	E-138 EP3 E2-4.200	487.343	5.708.129	368,8	160,0
M126	E-138 EP3 E2-4.200	487.145	5.708.417	363,1	160,0
M127	E-126 EP3-4.000	489.122	5.707.583	385,4	135,3
M128	E-138 EP3 E2-4.200	487.570	5.708.630	355	160,0
M129	E-138 EP3 E2-4.200	487.559	5.707.825	375	160,0
M130	E-160 EP5 E3-5.560	488.867	5.705.205	428,2	166,6
M131	E-160 EP5 E3-5.560	489.157	5.706.530	403,6	166,6
M132	E-160 EP5 E3-5.560	488.947	5.705.962	422	166,6
M133	E-160 EP5 E3-5.560	488.572	5.704.712	424,2	166,6
M137	E-66/18.70-1.800	487.658	5.707.330	381,7	98,0
M138	E-40/6.44-600	488.044	5.704.026	450	50,0
M140	TW 600-600/200	487.936	5.703.819	444,5	50,0
M146	E-126 EP4-4.200	489.214	5.706.973	398,4	135,0
M150	E-82-2.000	486.760	5.708.784	353,3	98,3
M151	E-53-800	487.843	5.707.949	373,3	75,6
M152	E-53-800	488.594	5.707.508	382	75,6
M153	V66-1.650/300	487.360	5.709.328	353,5	65,0
M154	E-53-800	488.569	5.707.028	393,6	73,3
M159	E-138 EP3 E2-4.200	487.852	5.707.613	379,6	160,0
M160	E-138 EP3 E2-4.200	487.133	5.708.778	348,3	160,0
M162	E-138 EP3 E2-4.200	487.700	5.708.176	367,5	160,0
M163	E-92 2,3 MW-2.350	486.757	5.708.430	361,1	138,4
M164	E-126 EP3-4.000	488.278	5.706.973	391,7	135,3
M165	E-126 EP3-4.000	487.856	5.707.032	384,2	135,3
M166	E-138 EP3 E2-4.200	488.875	5.707.885	378,9	160,0
M168	E-138 EP3 E2-4.200	488.126	5.708.050	370,7	160,0
M169	E-138 EP3 E2-4.200	488.556	5.708.014	371	160,0
M170	N131/3300 DE-3.300	487.230	5.709.739	348	164,0
M176	N149/4.0-4.5-4.500	487.986	5.708.752	364,1	164,0
M177	N149/4.0-4.5-4.500	487.455	5.709.514	353	164,0
M181	N149/4.0-4.5-4.500	488.429	5.708.414	366,5	164,0
M182	E-126 EP3-4.000	486.891	5.708.115	367,4	135,3
M183	N149/4.0-4.5-4.500	487.651	5.709.117	360	164,0
M186	E-138 EP3 E2-4.200	488.281	5.707.505	377,6	160,0
M187	E-126 EP3-4.000	487.180	5.707.808	373,2	135,3

<b>WEA</b>	<b>Anlagentyp</b>	<b>Ost</b>	<b>Nord</b>	<b>Z [m]</b>	<b>NH [m]</b>
M188	E-138 EP3 E2-4.200	488.710	5.707.414	385,6	160,0
M189	E-126 EP3-4.000	488.805	5.706.937	399,4	135,3
M190	N149/5.X-5.700	487.995	5.708.375	360,6	164,0
M192	N149/5.X-5.700	487.355	5.709.183	354,3	164,0
M194	E-138 EP3 E2-4.200	488.004	5.707.318	382,1	160,0
Schuetten1	E-82 E2-2.300	485.460	5.706.529	381,2	138,4
Schuetten2	E-82 E2-2.300	485.439	5.706.277	384,5	138,4
SH1	E-160 EP5 E3-5.560	488.473	5.705.480	426,9	166,6
SH2	E-138 EP3 E3-4.260	488.329	5.704.944	417,2	160,0
WB01	E-138 EP3 E2-4.200	487.106	5.705.501	408,8	160,0
WB02	E-138 EP3 E2-4.200	487.360	5.705.150	417,7	130,1
WB03	E-138 EP3 E2-4.200	487.781	5.705.060	415,4	160,0
WB04	E-138 EP3 E3-4.260	487.992	5.704.732	431,3	166,6
WB05	E-138 EP3 E2-4.200	487.541	5.704.780	417,2	160,0
WB06	E-138 EP3 E3-4.260	486.781	5.705.033	405,7	135,3
WB07	E-138 EP3 E2-4.200	486.919	5.704.759	400,9	130,1
WB08	E-138 EP3 E2-4.200	487.156	5.704.473	424,7	160,0
WB09	E-138 EP3 E2-4.200	487.597	5.704.446	432,3	166,6
WB11	V172-7.2-7.200	485.554	5.705.831	390,3	175,0
WB12	V172-7.2-7.200	485.793	5.706.151	377,3	175,0
WB13	V172-7.2-7.200	486.205	5.706.282	383,5	175,0
WB15	V172-7.2-7.200	485.770	5.706.688	375,8	175,0
WB16	V172-7.2-7.200	486.306	5.706.667	382,7	175,0

Als **Immissionsorte** werden die Schattenrezeptoren in der folgenden Tabelle berücksichtigt. Jeder Receptor wird mit den Maßen (Breite 0,1m x Höhe 0,1m x Höhe über Grund 2m) sowie einer Fensterneigung von 0° im Gewächshausmodus gemäß [2] angenommen. Die Immissionsorte werden in den Abbildungen 2 bis 4 dargestellt.

In Abbildung 4 ist der gesamte Projektinhalt in einer Übersicht dargestellt.

<b>Immissionsort</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Ost</b>	<b>Nord</b>	<b>Z [m]</b>
IP01	Auf der Körtge 6, Bad Wünnenberg	486.766	5.707.431	375,3
IP02	Auf der Körtge 4, Bad Wünnenberg	486.723	5.707.477	375,8
IP03	Auf der Körtge 3, Bad Wünnenberg	486.387	5.707.888	368,7
IP04	Auf der Körtge 1, Bad Wünnenberg	486.242	5.707.950	367,1
IP05	Auf der Körtge 2, Bad Wünnenberg	486.034	5.707.824	365,5
IP06	Tewesweg 8, Bad Wünnenberg	485.231	5.708.090	352,7
IP07	Tewesweg 5, Bad Wünnenberg	485.053	5.708.236	352,7
IP08	Tewesweg 6, Bad Wünnenberg	484.140	5.708.127	350,8
IP09	Tewesweg 4, Bad Wünnenberg	483.963	5.708.158	351,7
IP10	Tewesweg 2, Bad Wünnenberg	483.566	5.708.183	351,5
IP11	Meerhofer Straße 2, Bad Wünnenberg	484.423	5.707.560	364,4
IP12	Tewesweg 3, Bad Wünnenberg	483.392	5.708.277	349,8
IP13	Tewesweg 1, Bad Wünnenberg	483.116	5.708.279	348,6
IP14	Eilener Straße 14, Bad Wünnenberg	482.763	5.707.967	350,7
IP15	Alte Trift 3, Bad Wünnenberg	482.952	5.707.636	356,1
IP16	Alte Trift 1, Bad Wünnenberg	482.631	5.707.667	351,1
IP17	Knickweg 18, Bad Wünnenberg	482.470	5.707.621	348,3
IP18	Knickweg 10, Bad Wünnenberg	482.461	5.707.434	351,7
IP19	Knickweg 6, Bad Wünnenberg	482.427	5.707.342	352,5
IP20	Knickweg 4, Bad Wünnenberg	482.430	5.707.319	353,4
IP21	Knickweg 2, Bad Wünnenberg	482.431	5.707.297	353,7
IP22	Poststraße 21, Bad Wünnenberg	482.485	5.707.319	354,2
IP23	Poststraße 25, Bad Wünnenberg	482.585	5.707.302	356,4
IP24	Gärtnerstraße 1, Bad Wünnenberg	482.926	5.707.136	363,4
IP25	Heddenhagen 1, Bad Wünnenberg	482.575	5.707.208	358,3
IP26	Brunnsteinweg 30, Bad Wünnenberg	482.684	5.707.024	363,1
IP27	Gärtnerstraße 13, Bad Wünnenberg	482.937	5.706.980	365,7
IP28	Langenweg 85, Bad Wünnenberg	482.923	5.706.829	361,6
IP29	Hirsehang 22, Bad Wünnenberg	482.886	5.706.736	352,1

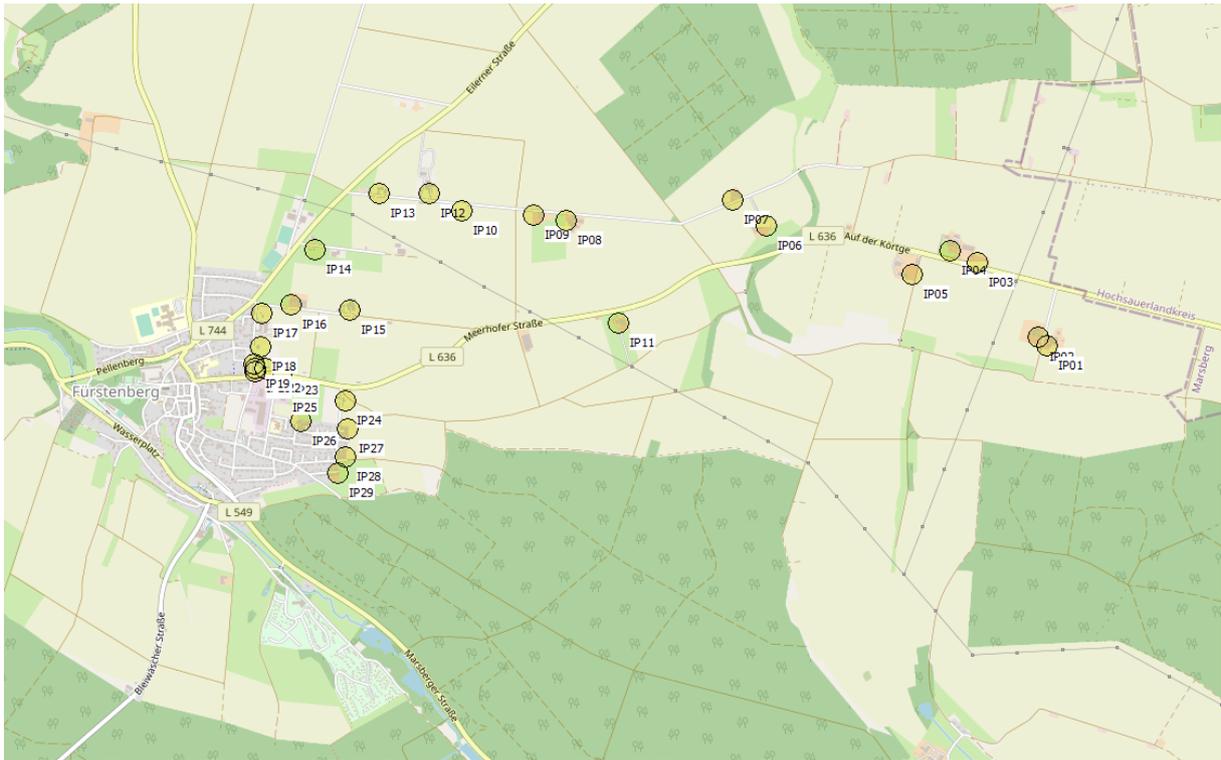


Abbildung 2 - Übersicht Schattenrezeptoren

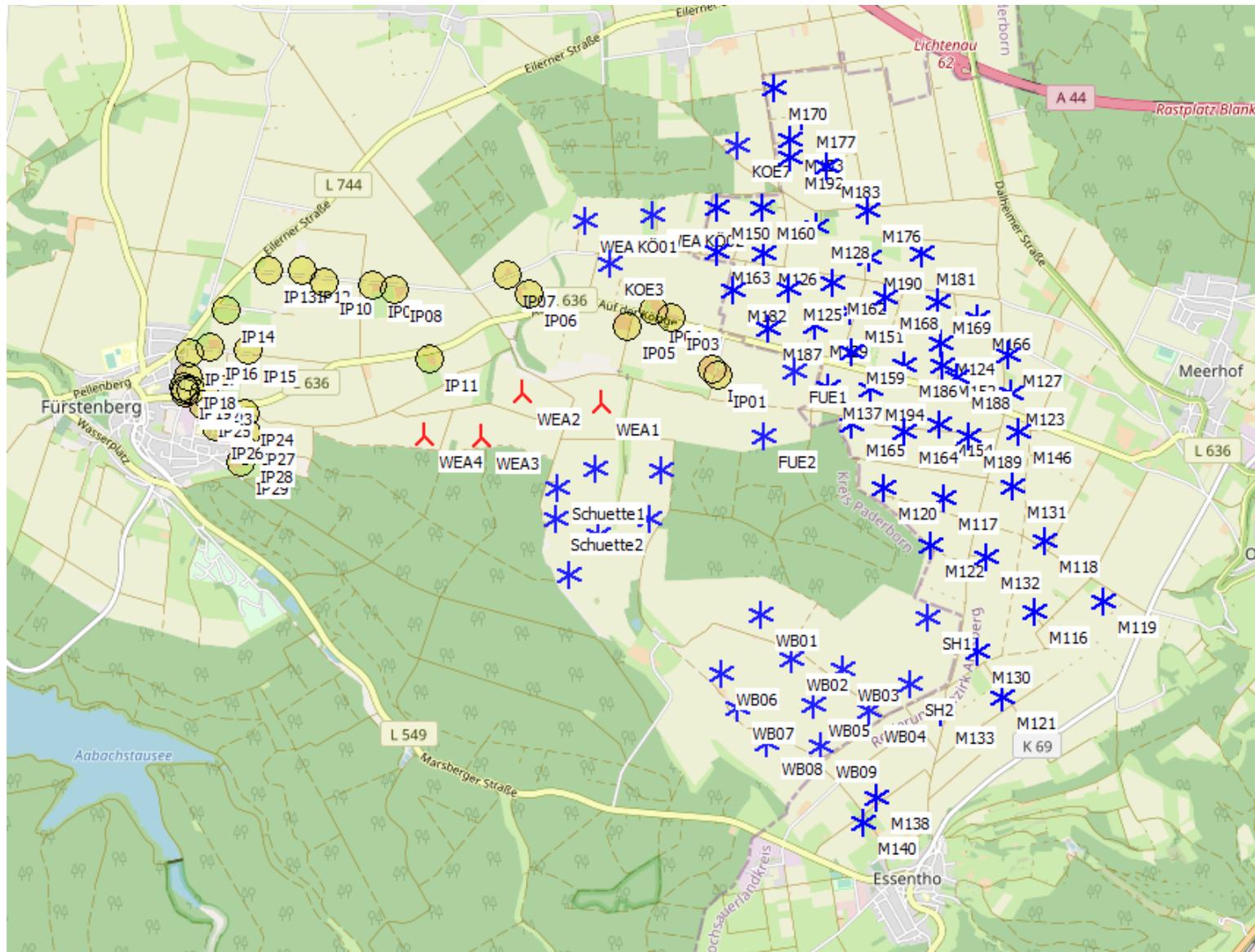


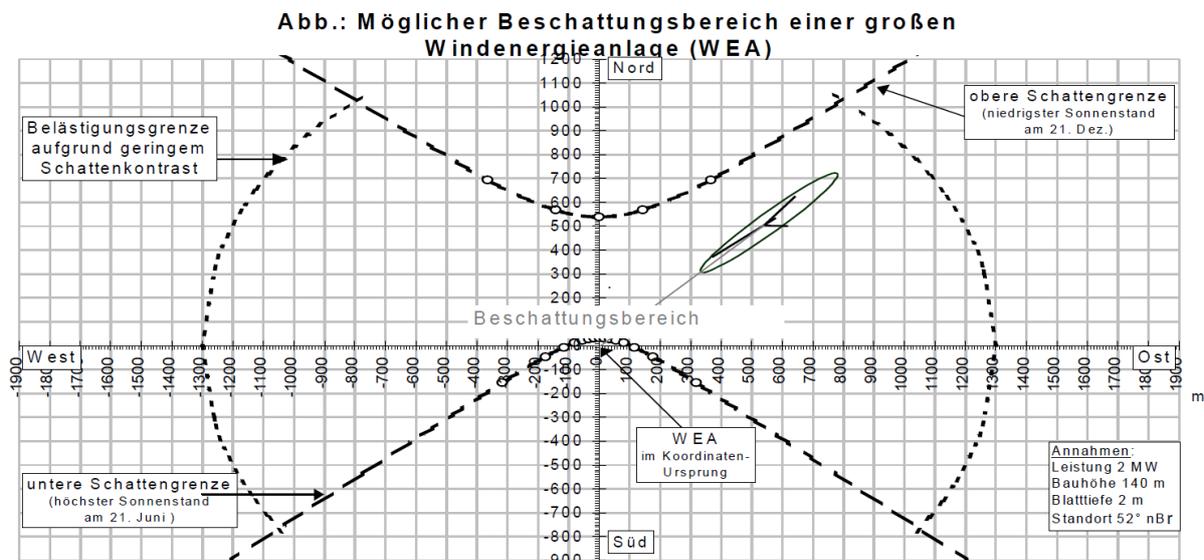
Abbildung 3 - Projektübersicht

## Grundlagen zum Nachweis von Schattenwurf

Wenn eine Windkraftanlage den Flächenwinkel zwischen einem Objekt und der Sonne kreuzt, wirkt sich das als Schattenwurf auf das Objekt oder einen Betrachter aus. Dabei ist zwischen dem Schattenwurf, der von dem Turm der WEA, und dem, der vom bewegten Rotor ausgeht, zu unterscheiden. Der Schattenwurf des Turms oder der WEA bei Stillstand ist gleichzusetzen mit dem Schattenwurf von jedem anderen nicht bewegten Objekt, von dem kein besonderer Effekt ausgeht. Von dem periodischen Schlagschatten des bewegten Rotors bei Betrieb der WEA ist hingegen von einer Belästigung an den betroffenen Immissionsorten auszugehen. Dieser periodische Schlagschatten wird in der vorliegenden Schattenwurfprognose untersucht. [2]

Periodischer Schlagschatten lässt sich in Kernschatten und Halbschatten unterteilen. Beim Kernschatten wird die Sonne durch das Rotorblatt aus Sicht des Immissionsortes vollständig verdeckt, bei Halbschatten hingegen nur teilweise. Eine Unterscheidung zwischen Kern- und Halbschatten ist für die Schattenwurfprognose nicht von Bedeutung. [2]

Der mögliche Beschattungsbereich einer WEA weist gewöhnlich die Schattengrenzen auf, die in der folgenden Abbildung dargestellt sind. [2] Im Osten und Westen der Anlage fallen die Schattengrenzen aufgrund des Sonnenstands deutlich weiter als im Norden der Anlage aus. Im Süden WEA ist über das Jahr hinweg kein Schattenwurf zu verzeichnen.



Die Untersuchung und Bewertung von periodischem Schattenwurf von WEA erfolgt gemäß den Hinweisen zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise) des Länderausschusses für Immissionsschutz (2002). Die Hinweise sind bundesweit in Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen bindend. Gemäß den Hinweisen sind folgende Richtwerte bei periodischem Schattenwurf von WEA einzuhalten:

- Schattenwurf von max. 30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten am Tag
- Schattenwurf bei Sonnenständen unter 3° nicht zu berücksichtigen
- Einwirkungsbereich des Schattens endet bei 20% Verdeckungsgrad

## Eingangsparameter der Berechnung

Die Berechnungen der vorliegenden Schattenwurfprognose wurden mittels WindPro und der Berechnungsmethode „Shadow“ durchgeführt. Die Rezeptoren (Immissionsorte) wurden als Terrasse von 0,1 m Breite, 0,1 m Höhe und 2 m Abstand vom Boden modelliert. Der Schattenrezeptor wird im „Gewächshausmodus“ waagrecht angeordnet, wodurch gewährleistet wird, dass der Schattenwurf jeder WEA im Umfeld berücksichtigt wird.

Der Sonnenstand bildet die Grundlage für die Berechnung des Schattenwurfes. Der Sonnenstand ist von der Erdrotation, der elliptischen Umlaufbahn der Erde um die Sonne und der Neigung der Erdoberfläche während der unterschiedlichen Jahreszeiten abhängig. Es wird der Schattenverlauf des Rotors jeder betrachteten Windkraftanlage über den Zeitraum eines Jahres in 1-Minuten-Schritten unter Berücksichtigung des Sonnenverlaufs berechnet. Die betrachteten Objekte werden nach ihrer Lage in der Schattenellipse des Rotors beurteilt. [3]

Die Berechnung beruht dabei auf folgenden Daten und Zusammenhängen [3]:

- Positionen der Windkraftanlagen mit X, Y, und Z - Koordinaten
- Nabenhöhe und Rotordurchmesser der Windkraftanlage
- Position des Immissionspunktes, Koordinaten, seine Größe, Ausrichtung, Neigung und Höhe über Grund
- Geographische Koordinaten der Standorte mit Bezug zur Zeitzone und Zeitverschiebung während der Sommerzeit
- Mathematisches Modell zur Berechnung des genauen Sonnenverlaufes unter Berücksichtigung der Zeitkorrektur durch die elliptische Form der Erdbahn um die Sonne
- Daten über mittlere Rotorblatttiefe der WEA, welche über die Reichweite des Schattenwurfs einer WEA entscheidet

Es wird ein Verdeckungskriterium von 20 % zur Ermittlung der Schattenreichweite angesetzt. Hierbei wird mit den Blattdaten des Herstellers ermittelt, wann die Sonnenscheibe zu 20 % verdeckt ist. Erst dann kann von wahrnehmbarem Schattenwurf ausgegangen werden. Wenn keine Blattdaten des Herstellers in WindPro hinterlegt sind, wird ein maximaler Beschattungsbereich von 2.500 m angenommen. [2, 3]

In den Berechnungen wird die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer betrachtet. Dieses stellt die worst-case Methode dar, indem die Beschattungsdauer berechnet wird, bei der die Sonne theoretisch während der gesamten Zeit zwischen Sonnenaufgang und -untergang durchgehend bei wolkenlosem Himmel scheint, die Rotorfläche senkrecht zur Sonneneinstrahlung steht und die WEA in Betrieb ist. [3]

Über eine vereinfachte Sichtbarkeitsanalyse wird unter Berücksichtigung der Orographie (hinterlegtes Höhenmodell: NRW DGM 5 m) mittels WindPro bestimmt, inwiefern eine Sichtbeziehung zwischen der WEA und dem Immissionsort besteht. Sobald eine Sichtbeziehung mindestens zur oberen Spitze des WEA-Blattes besteht, wird der Rezeptor in vollem Umfang in den Berechnungen berücksichtigt. [3]

In den Berechnungsergebnissen werden Flächen mit gleicher Schattendauer um die Windkraftanlagen dargestellt.

## Vorbelastung

Als Vorbelastung werden die WEA im Umfeld der Neuplanung berücksichtigt. Eine Übersicht über die Berechnungsergebnisse aus WindPro gibt die folgende Tabelle. Darin ist die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer in Stunden pro Jahr und die maximal mögliche Schattendauer pro Tag dargestellt. Wird ein Richtwert (30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten pro Tag) an dem Immissionspunkt überschritten, sind die Zellen orange markiert.

Immissionspunkt	Astronom. Max. mögliche Beschattungsdauer	
	[Std/Jahr]	[Std/Tag]
IP01	328:01:00	02:03
IP02	308:53:00	01:51
IP03	211:28:00	01:21
IP04	174:20:00	01:06
IP05	102:47:00	00:47
IP06	68:27:00	00:48
IP07	38:01:00	00:30
IP08	11:42:00	00:23
IP09	0:00:00	00:00
IP10	0:00:00	00:00
IP11	18:32:00	00:26
IP12	0:00:00	00:00
IP13	0:00:00	00:00
IP14	0:00:00	00:00
IP15	0:00:00	00:00
IP16	00:00	00:00
IP17	00:00	00:00
IP18	00:00	00:00
IP19	00:00	00:00
IP20	00:00	00:00
IP21	00:00	00:00
IP22	00:00	00:00
IP23	00:00	00:00
IP24	00:00	00:00
IP25	00:00	00:00
IP26	00:00	00:00
IP27	00:00	00:00
IP28	00:00	00:00
IP29	00:00	00:00

Durch die WEA in der Umgebung sind 9 der insgesamt 29 betrachteten Immissionsorte durch Schattenwurf vorbelastet. An 7 der insgesamt 29 betrachteten Immissionsorte werden die Richtwerte von 30 Stunden/Jahr bzw. 30 Minuten/Tag durch die Vorbelastung überschritten. An diesen 7 Immissionsorten ist kein weiterer Schattenwurf durch die Zusatzbelastung zulässig. Die Beschattungsdauer der Vorbelastung überschreitet die Richtwerte in der Höhe, da in den Berechnungen die programmierten Schattenabschaltungen der umliegenden WEA nicht berücksichtigt wurden. Das Hauptergebnis der Vorbelastung ist im Folgenden dargestellt.

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** VB Fürstenberg  
**Annahmen für Schattenwurfberechnung**

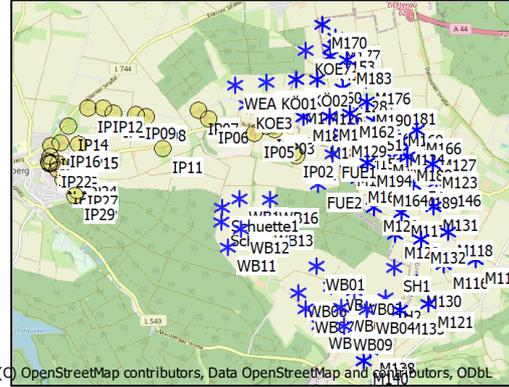
Beschattungsbereich der WEA  
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt  
 Siehe WEA-Tabelle

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

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:  
 Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang  
 Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung  
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:  
 Verwendete Höhenlinien: PrjAss Höhenraster  
 Rasterauflösung: 1,0 m

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



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

Maßstab 1:100.000  
 \* Existierende WEA    ● Schattenrezeptor

### WEA

	Ost			Nord			Z			Beschreibung	WEA-Typ			Schattendaten		
											Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	NH [m]
1	485.460	5.706.529	381,2	Schuette1	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0				
2	485.439	5.706.277	384,5	Schuette2	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0				
3	488.473	5.705.480	426,9	SH1	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6				
4	488.329	5.704.944	417,2	SH2	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	160,0	1.686	11,1				
5	485.888	5.708.332	354,1	KOE3	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0				
6	487.387	5.707.465	377,3	FUE1	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	160,0	1.686	11,1				
7	487.141	5.706.941	380,5	FUE2	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6				
8	488.113	5.706.517	399,4	M120	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4				
9	488.596	5.706.432	412,2	M117	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6				
10	489.157	5.706.530	403,6	M131	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6				
11	488.947	5.705.962	422,0	M132	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6				
12	489.427	5.706.092	416,3	M118	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6				
13	489.341	5.705.519	430,5	M116	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6				
14	488.867	5.705.205	428,2	M130	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6				
15	489.079	5.704.836	427,6	M121	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6				
16	488.496	5.706.062	418,7	M122	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	17,0				
17	488.572	5.704.712	424,2	M133	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6				
18	486.760	5.708.784	353,3	M150	Nein	ENERCON	E-82-2.000	2.000	82,0	98,3	1.550	19,5				
19	489.214	5.706.973	398,4	M146	Nein	ENERCON	E-126 EP4-4.200	4.200	127,0	135,0	2.074	12,4				
20	487.658	5.707.330	381,7	M137	Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0				
21	488.805	5.706.937	399,4	M189	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1.746	12,4				
22	488.278	5.706.973	391,7	M164	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1.746	12,4				
23	487.856	5.707.032	384,2	M165	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1.746	12,4				
24	487.180	5.707.808	373,2	M187	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1.746	12,4				
25	487.852	5.707.613	379,6	M159	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1				
26	488.281	5.707.505	377,6	M186	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1				
27	488.710	5.707.414	385,6	M188	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1				
28	489.152	5.707.285	386,7	M123	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1.746	12,4				
29	488.126	5.708.050	370,7	M168	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1				
30	487.700	5.708.176	367,5	M162	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1				
31	487.343	5.708.129	368,8	M125	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1				
32	486.891	5.708.115	367,4	M182	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1.746	12,4				
33	486.757	5.708.430	361,1	M163	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	17,0				
34	487.133	5.708.778	348,3	M160	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1				
35	487.559	5.707.825	375,0	M129	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1				
36	488.584	5.707.684	377,3	M124	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1				
37	488.004	5.707.318	382,1	M194	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1				
38	487.570	5.708.630	355,0	M128	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1				

(Fortsetzung nächste Seite)...

**SHADOW - Hauptergebnis**

**Berechnung:** VB Fürstenberg

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost Nord Z			Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	NH [m]	Schattendaten	
	Aktuell	Hersteller	Typ		Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]						
39	487.145	5.708.417	363,1	M126	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
40	487.106	5.705.501	408,8	WB01	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
41	487.360	5.705.150	417,7	WB02	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	130,1	1.681	11,1
42	487.781	5.705.060	415,4	WB03	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
43	487.992	5.704.732	431,3	WB04	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	166,6	1.685	11,1
44	487.541	5.704.780	417,2	WB05	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
45	486.781	5.705.033	405,7	WB06	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	135,3	1.688	11,1
46	486.919	5.704.759	400,9	WB07	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	130,1	1.681	11,1
47	487.156	5.704.473	424,7	WB08	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
48	487.597	5.704.446	432,3	WB09	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	166,6	1.678	11,1
49	489.122	5.707.583	385,4	M127	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1.746	12,4
50	488.556	5.708.014	371,0	M169	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
51	487.230	5.709.739	348,0	M170	Ja	NORDEX	N131/3300 DE-3.300	3.300	131,0	164,0	1.719	10,9
52	487.986	5.708.752	364,1	M176	Ja	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	164,0	1.819	10,7
53	487.455	5.709.514	353,0	M177	Ja	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	164,0	1.819	10,7
54	488.429	5.708.414	366,5	M181	Ja	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	164,0	1.819	10,7
55	487.651	5.709.117	360,0	M183	Ja	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	164,0	1.819	10,7
56	487.995	5.708.375	360,6	M190	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	164,0	1.805	10,7
57	487.355	5.709.183	354,3	M192	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	164,0	1.805	10,7
58	486.930	5.709.284	345,1	KOE7	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
59	485.694	5.708.675	343,3	WEA KÖ01	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
60	486.237	5.708.721	351,7	WEA KÖ02	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
61	488.875	5.707.885	378,9	M166	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
62	485.554	5.705.831	390,3	WB11	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
63	486.205	5.706.282	383,5	WB13	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
64	486.306	5.706.667	382,7	WB16	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
65	485.793	5.706.151	377,3	WB12	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
66	485.770	5.706.688	375,8	WB15	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
67	487.843	5.707.949	373,3	M151	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	75,6	995	29,0
68	488.594	5.707.508	382,0	M152	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	75,6	995	29,0
69	487.360	5.709.328	353,5	M153	Nein	VESTAS	V66-1.650/300	1.650	66,0	65,0	1.238	19,0
70	488.569	5.707.028	393,6	M154	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	73,3	996	29,0
71	489.897	5.705.603	423,8	M119	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
72	488.044	5.704.026	450,0	M138	Nein	ENERCON	E-40/6.44-600	600	44,0	50,0	837	34,5
73	487.936	5.703.819	444,5	M140	Nein	TACKE	TW 600-600/200	600	43,0	50,0	2.500	27,0

**Schattenrezeptor-Eingabe**

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
A	IP01	486.766	5.707.431	375,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	486.723	5.707.477	375,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	486.387	5.707.888	368,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	486.242	5.707.950	367,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	486.034	5.707.824	365,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	485.231	5.708.090	352,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	485.053	5.708.236	352,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	484.140	5.708.127	350,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	483.963	5.708.158	351,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	483.566	5.708.183	351,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	484.423	5.707.560	364,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	483.392	5.708.277	349,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	483.116	5.708.279	348,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	482.763	5.707.967	350,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	482.952	5.707.636	356,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	482.631	5.707.667	351,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	482.470	5.707.621	348,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	482.461	5.707.434	351,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	IP19	482.427	5.707.342	352,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP20	482.430	5.707.319	353,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP21	482.431	5.707.297	353,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP22	482.485	5.707.319	354,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Wohlbedacht\_Finale Planung

Lizenzierter Anwender:

**Lackmann Phymetric GmbH**  
 Vattmannstraße 6  
 DE-33100 Paderborn  
 +49 05251-68 25 80  
 Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de  
 Berechnet:  
 11.04.2024 14:20/4.0.540

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** VB Fürstenberg

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
W	IP23	482.585	5.707.302	356,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP24	482.926	5.707.136	363,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Y	IP25	482.575	5.707.208	358,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Z	IP26	482.684	5.707.024	363,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AA	IP27	482.937	5.706.980	365,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AB	IP28	482.923	5.706.829	361,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AC	IP29	482.886	5.706.736	352,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

## Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

**astron. max. mögl. Beschattungsdauer**

Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
A	IP01	328:01	352	2:03
B	IP02	308:53	354	1:51
C	IP03	211:28	345	1:21
D	IP04	174:20	309	1:06
E	IP05	102:47	236	0:47
F	IP06	68:27	153	0:48
G	IP07	38:01	108	0:30
H	IP08	11:42	40	0:23
I	IP09	0:00	0	0:00
J	IP10	0:00	0	0:00
K	IP11	18:32	72	0:26
L	IP12	0:00	0	0:00
M	IP13	0:00	0	0:00
N	IP14	0:00	0	0:00
O	IP15	0:00	0	0:00
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	0:00	0	0:00
S	IP19	0:00	0	0:00
T	IP20	0:00	0	0:00
U	IP21	0:00	0	0:00
V	IP22	0:00	0	0:00
W	IP23	0:00	0	0:00
X	IP24	0:00	0	0:00
Y	IP25	0:00	0	0:00
Z	IP26	0:00	0	0:00
AA	IP27	0:00	0	0:00
AB	IP28	0:00	0	0:00
AC	IP29	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal
		[h/a]
1	Schuette1	12:19
2	Schuette2	0:00
3	SH1	0:00
4	SH2	0:00
5	KOE3	41:51
6	FUE1	89:23
7	FUE2	133:05
8	M120	6:37
9	M117	0:00
10	M131	0:00
11	M132	0:00
12	M118	0:00
13	M116	0:00
14	M130	0:00
15	M121	0:00
16	M122	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:  
**Wohlbedacht\_Finale Planung**

Lizenzierter Anwender:  
**Lackmann Phymetric GmbH**  
Vattmannstraße 6  
DE-33100 Paderborn  
+49 05251-68 25 80  
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de  
Berechnet:  
11.04.2024 14:20/4.0.540

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** VB Fürstenberg

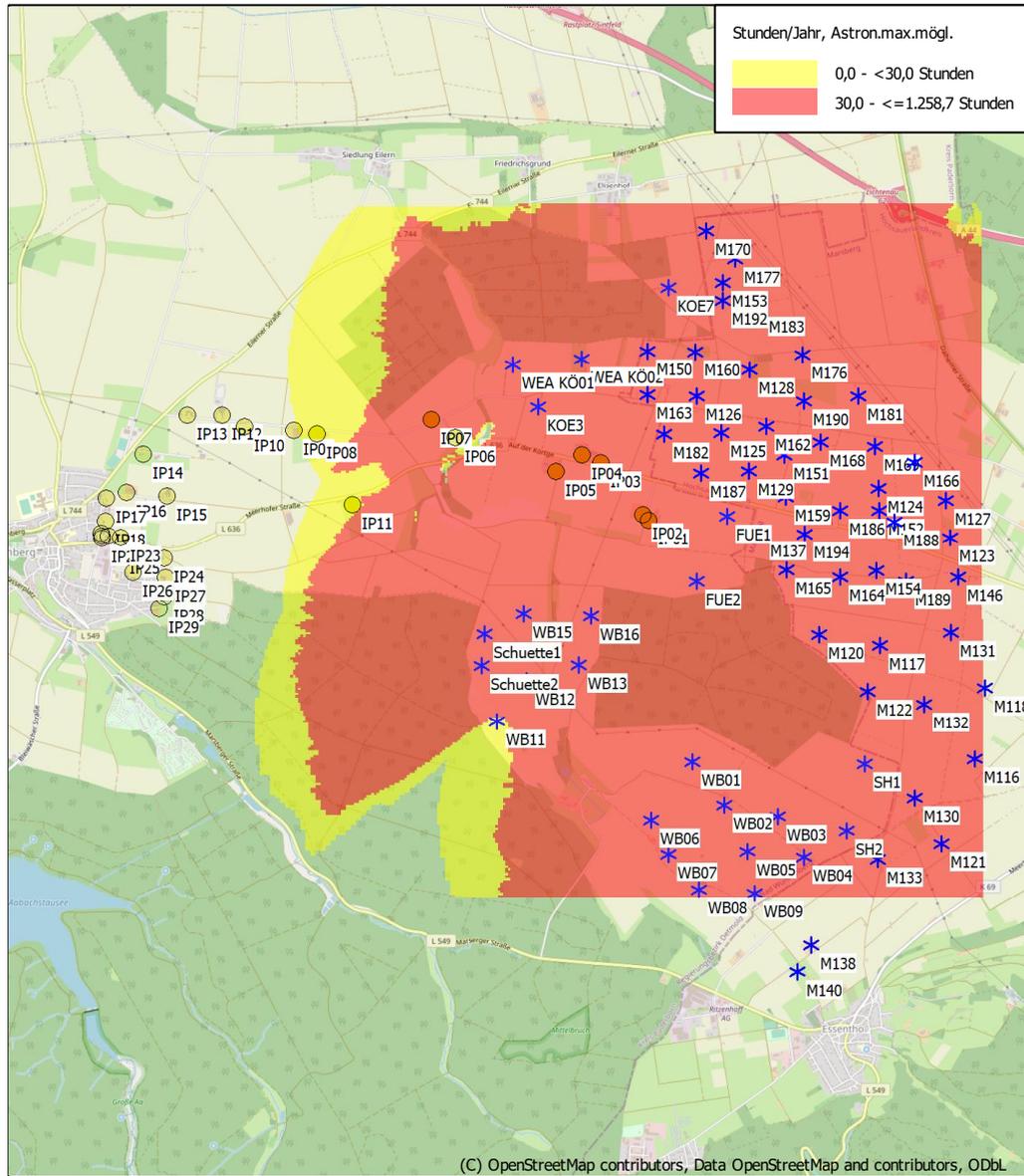
...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]
17	M133	0:00
18	M150	0:00
19	M146	0:00
20	M137	10:55
21	M189	0:00
22	M164	7:18
23	M165	18:59
24	M187	36:05
25	M159	31:49
26	M186	10:26
27	M188	0:00
28	M123	0:00
29	M168	21:13
30	M162	17:38
31	M125	37:46
32	M182	112:29
33	M163	0:00
34	M160	0:00
35	M129	78:53
36	M124	0:00
37	M194	14:13
38	M128	37:07
39	M126	36:50
40	WB01	0:00
41	WB02	0:00
42	WB03	0:00
43	WB04	0:00
44	WB05	0:00
45	WB06	0:00
46	WB07	0:00
47	WB08	0:00
48	WB09	0:00
49	M127	0:00
50	M169	0:00
51	M170	0:00
52	M176	17:57
53	M177	0:00
54	M181	0:00
55	M183	0:00
56	M190	17:56
57	M192	0:00
58	KOE7	0:00
59	WEA KÖ01	11:42
60	WEA KÖ02	42:51
61	M166	0:00
62	WB11	0:00
63	WB13	7:54
64	WB16	94:24
65	WB12	21:20
66	WB15	50:48
67	M151	0:00
68	M152	0:00
69	M153	0:00
70	M154	0:00
71	M119	0:00
72	M138	0:00
73	M140	0:00

*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.*

**SHADOW - Karte**

Berechnung: VB Fürstenberg



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:45.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 485.729 Nord: 5.706.879

\* Existierende WEA    Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster

## Zusatzbelastung

Als Zusatzbelastung werden die antragsgegenständlichen Windenergieanlagen betrachtet. Eine Übersicht über die Berechnungsergebnisse aus WindPro gibt die folgende Tabelle. Darin ist die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer in Stunden pro Jahr (h/a), die Schattentage pro Jahr sowie die maximal mögliche Schattendauer pro Tag (h/a) der Zusatzbelastung dargestellt. Erzeugen die WEA grundsätzlich Schattenwurf an einem Immissionspunkt, sind die Zellen blau markiert.

Immissionspunkt	Astronom. Max. mögliche Beschattungsdauer	
	[Std/Jahr]	[Std/Tag]
IP01	34:21:00	00:59
IP02	36:22:00	00:58
IP03	79:16:00	00:51
IP04	80:41:00	00:46
IP05	124:19:00	01:10
IP06	100:07:00	01:49
IP07	37:03:00	00:55
IP08	36:10:00	00:38
IP09	31:32:00	00:27
IP10	41:42:00	00:38
IP11	209:03:00	01:53
IP12	35:23:00	00:33
IP13	20:11:00	00:22
IP14	7:56:00	00:20
IP15	15:49:00	00:40
IP16	6:49:00	00:20
IP17	5:50:00	00:18
IP18	6:00:00	00:19
IP19	5:53:00	00:19
IP20	5:53:00	00:19
IP21	5:54:00	00:19
IP22	6:11:00	00:19
IP23	6:50:00	00:21
IP24	12:55:00	00:32
IP25	6:54:00	00:20
IP26	8:05:00	00:22
IP27	12:50:00	00:27
IP28	14:05:00	00:26
IP29	15:03:00	00:25

An allen betrachteten Schattenrezeptoren tritt zusätzlicher Schattenwurf durch die Neuplanung auf. An 12 Immissionsorten würden, die Richtwerte dabei durch die Neuplanung überschritten.

In der folgenden Tabelle sind die Berechnungsergebnisse für jede einzelne WEA separat dargestellt.

IP	WEA1		WEA2		WEA3		WEA4	
	[Std/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]	[Std/Tag]
IP01	23:07	00:37	8:35	00:23	5:00	00:19	00:00	00:00
IP02	24:38	00:39	8:59	00:24	5:13	00:19	00:00	00:00
IP03	57:34	00:44	13:45	00:28	8:17	00:21	00:00	00:00
IP04	55:38	00:46	17:13	00:30	10:32	00:23	00:00	00:00
IP05	82:51	01:00	24:57	00:37	14:18	00:26	7:27	00:20
IP06	42:00	00:38	32:38	00:44	00:00	00:00	25:29	00:28
IP07	31:21	00:32	4:34	00:17	00:00	00:00	1:08	00:08
IP08	7:28	00:20	17:54	00:29	10:48	00:23	00:00	00:00
IP09	00:00	00:00	13:31	00:26	18:01	00:27	00:00	00:00
IP10	00:00	00:00	8:06	00:21	17:32	00:22	16:04	00:26
IP11	11:01	00:26	34:27	00:46	77:20	00:52	87:58	01:03
IP12	00:00	00:00	6:23	00:19	12:36	00:21	16:24	00:24
IP13	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	20:11	00:22
IP14	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	7:56	00:20
IP15	00:00	00:00	00:00	00:00	5:51	00:19	9:58	00:24
IP16	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	6:49	00:20
IP17	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	5:50	00:18
IP18	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	6:00	00:19
IP19	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	5:53	00:19
IP20	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	5:53	00:19
IP21	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	5:54	00:19
IP22	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	6:11	00:19
IP23	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	6:50	00:21
IP24	00:00	00:00	00:00	00:00	5:58	00:20	10:31	00:25
IP25	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	6:54	00:20
IP26	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	8:05	00:22
IP27	00:00	00:00	00:00	00:00	6:01	00:19	11:19	00:25
IP28	00:00	00:00	00:00	00:00	6:22	00:20	11:35	00:26
IP29	00:00	00:00	00:00	00:00	6:23	00:19	11:36	00:25

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse aus WindPro einschließlich der Schattenwurfkarten für die Neuplanung dargestellt.

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** ZB Fürstenberg  
**Annahmen für Schattenwurfberechnung**

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

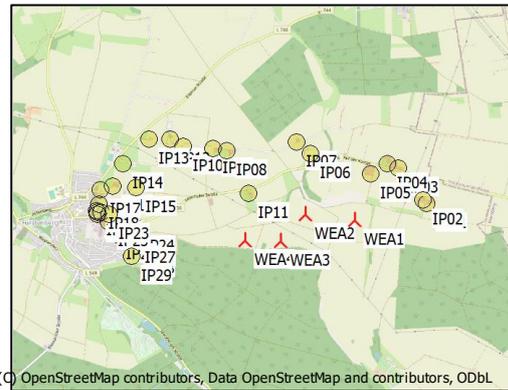
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °  
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)  
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche  
Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:  
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang  
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung  
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der  
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf  
den folgenden Annahmen:

Verwendete Höhenlinien: PrjAss Höhenraster  
Rasterauflösung: 1,0 m

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



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

Maßstab 1:75.000  
▲ Neue WEA ● Schattenrezeptor

### WEA

	Ost Nord Z			WEA-Typ			Nenn-leistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	NH [m]	Schattendaten		
	Beschreibung			Aktuell	Hersteller Typ					Beschatt.-Bereich [m]	U/min	
1	485.810	5.707.207	366,1	WEA1	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
2	485.173	5.707.290	361,7	WEA2	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
3	484.832	5.706.939	363,4	WEA3	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
4	484.373	5.706.948	375,6	WEA4	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
A	IP01	486.766	5.707.431	375,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	486.723	5.707.477	375,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	486.387	5.707.888	368,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	486.242	5.707.950	367,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	486.034	5.707.824	365,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	485.231	5.708.090	352,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	485.053	5.708.236	352,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	484.140	5.708.127	350,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	483.963	5.708.158	351,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	483.566	5.708.183	351,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	484.423	5.707.560	364,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	483.392	5.708.277	349,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	483.116	5.708.279	348,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	482.763	5.707.967	350,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	482.952	5.707.636	356,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	482.631	5.707.667	351,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	482.470	5.707.621	348,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	482.461	5.707.434	351,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	IP19	482.427	5.707.342	352,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP20	482.430	5.707.319	353,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP21	482.431	5.707.297	353,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP22	482.485	5.707.319	354,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W	IP23	482.585	5.707.302	356,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP24	482.926	5.707.136	363,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Y	IP25	482.575	5.707.208	358,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Z	IP26	482.684	5.707.024	363,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AA	IP27	482.937	5.706.980	365,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AB	IP28	482.923	5.706.829	361,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AC	IP29	482.886	5.706.736	352,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Projekt:

Wohlbedacht\_Finale Planung

Lizenzierter Anwender:

**Lackmann Phymetric GmbH**  
Vattmannstraße 6  
DE-33100 Paderborn  
+49 05251-68 25 80  
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de  
Berechnet:  
21.03.2024 15:20/4.0.540

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Fürstenberg

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

#### astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	34:21	59	0:59
B	IP02	36:22	59	0:58
C	IP03	79:16	142	0:51
D	IP04	80:41	130	0:46
E	IP05	124:19	142	1:10
F	IP06	100:07	76	1:49
G	IP07	37:03	68	0:55
H	IP08	36:10	98	0:38
I	IP09	31:32	91	0:27
J	IP10	41:42	106	0:38
K	IP11	209:03	162	1:53
L	IP12	35:23	102	0:33
M	IP13	20:11	70	0:22
N	IP14	7:56	30	0:20
O	IP15	15:49	38	0:40
P	IP16	6:49	26	0:20
Q	IP17	5:50	24	0:18
R	IP18	6:00	25	0:19
S	IP19	5:53	24	0:19
T	IP20	5:53	24	0:19
U	IP21	5:54	24	0:19
V	IP22	6:11	25	0:19
W	IP23	6:50	26	0:21
X	IP24	12:55	32	0:32
Y	IP25	6:54	26	0:20
Z	IP26	8:05	28	0:22
AA	IP27	12:50	38	0:27
AB	IP28	14:05	44	0:26
AC	IP29	15:03	48	0:25

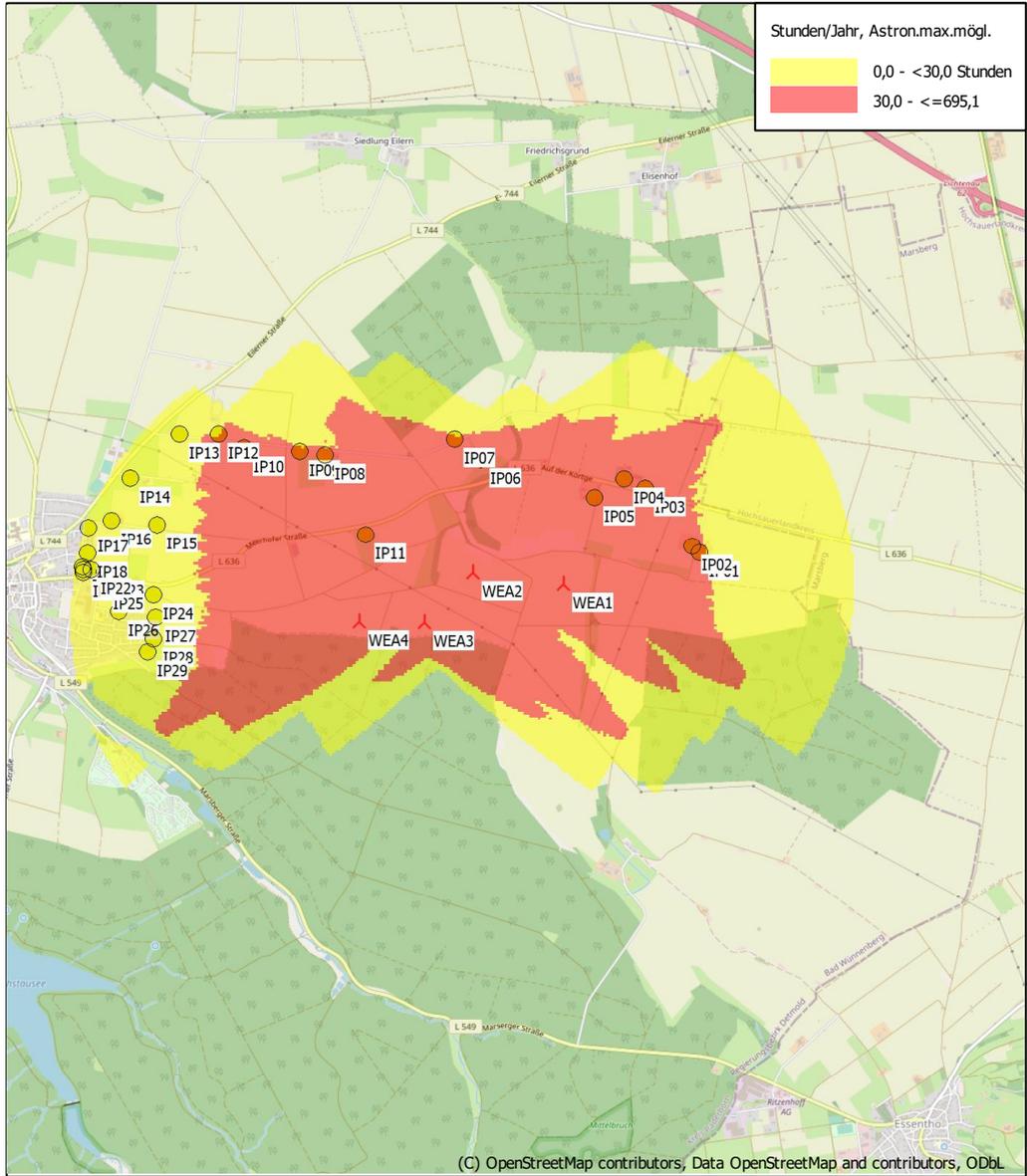
Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA1	296:14
2	WEA2	156:13
3	WEA3	163:12
4	WEA4	248:42

*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.*

**SHADOW - Karte**

Berechnung: ZB Fürstenberg



Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 485.480 Nord: 5.707.180  
 Neue WEA (red triangle icon) Schattenrezeptor (yellow circle icon)  
 Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster

# Zusatzbelastung WEA1

Projekt:  
**Wohlbedacht\_Finale Planung**

Lizenzierter Anwender:  
**Lackmann Phymetric GmbH**  
Vattmannstraße 6  
DE-33100 Paderborn  
+49 05251-68 25 80  
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de  
Berechnet:  
21.03.2024 15:29/4.0.540

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** ZB Fürstenberg WEA 1

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

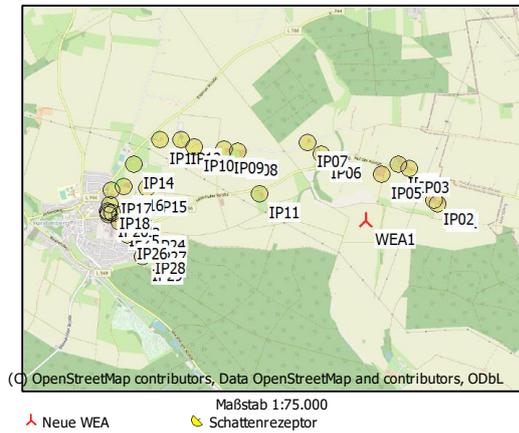
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °  
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)  
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche  
Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:  
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang  
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung  
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der  
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf  
den folgenden Annahmen:

Verwendete Höhenlinien: PrjAss Höhenraster  
Rasterauflösung: 1,0 m

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



### WEA

Ost	Nord	Z	WEA-Typ			Nennleistung	Rotordurchmesser	NH	Schattendaten		
			Beschreibung	Aktuell	Hersteller				Beschatt.-Bereich	U/min	
1	485.810	5.707.207	366,1 [m]	WEA1	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200 [kW]	162,0 [m]	169,0 [m]	2,041 [U/min]

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)	ü.Gr.
A	IP01	486.766	5.707.431	375,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
B	IP02	486.723	5.707.477	375,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
C	IP03	486.387	5.707.888	368,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
D	IP04	486.242	5.707.950	367,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
E	IP05	486.034	5.707.824	365,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
F	IP06	485.231	5.708.090	352,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
G	IP07	485.053	5.708.236	352,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
H	IP08	484.140	5.708.127	350,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
I	IP09	483.963	5.708.158	351,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
J	IP10	483.566	5.708.183	351,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
K	IP11	484.423	5.707.560	364,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
L	IP12	483.392	5.708.277	349,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
M	IP13	483.116	5.708.279	348,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
N	IP14	482.763	5.707.967	350,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
O	IP15	482.952	5.707.636	356,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
P	IP16	482.631	5.707.667	351,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
Q	IP17	482.470	5.707.621	348,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
R	IP18	482.461	5.707.434	351,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
S	IP19	482.427	5.707.342	352,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
T	IP20	482.430	5.707.319	353,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
U	IP21	482.431	5.707.297	353,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
V	IP22	482.485	5.707.319	354,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
W	IP23	482.585	5.707.302	356,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
X	IP24	482.926	5.707.136	363,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
Y	IP25	482.575	5.707.208	358,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
Z	IP26	482.684	5.707.024	363,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
AA	IP27	482.937	5.706.980	365,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
AB	IP28	482.923	5.706.829	361,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
AC	IP29	482.886	5.706.736	352,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0

Projekt:  
**Wohlbedacht\_Finale Planung**

Lizenzierter Anwender:  
**Lackmann Phymetric GmbH**  
Vattmannstraße 6  
DE-33100 Paderborn  
+49 05251-68 25 80  
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de  
Berechnet:  
21.03.2024 15:29/4.0.540

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** ZB Fürstenberg WEA 1

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

#### astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	23:07	47	0:37
B	IP02	24:38	49	0:39
C	IP03	57:34	103	0:44
D	IP04	55:38	82	0:46
E	IP05	82:51	94	1:00
F	IP06	42:00	76	0:38
G	IP07	31:21	68	0:32
H	IP08	7:28	28	0:20
I	IP09	0:00	0	0:00
J	IP10	0:00	0	0:00
K	IP11	11:01	33	0:26
L	IP12	0:00	0	0:00
M	IP13	0:00	0	0:00
N	IP14	0:00	0	0:00
O	IP15	0:00	0	0:00
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	0:00	0	0:00
S	IP19	0:00	0	0:00
T	IP20	0:00	0	0:00
U	IP21	0:00	0	0:00
V	IP22	0:00	0	0:00
W	IP23	0:00	0	0:00
X	IP24	0:00	0	0:00
Y	IP25	0:00	0	0:00
Z	IP26	0:00	0	0:00
AA	IP27	0:00	0	0:00
AB	IP28	0:00	0	0:00
AC	IP29	0:00	0	0:00

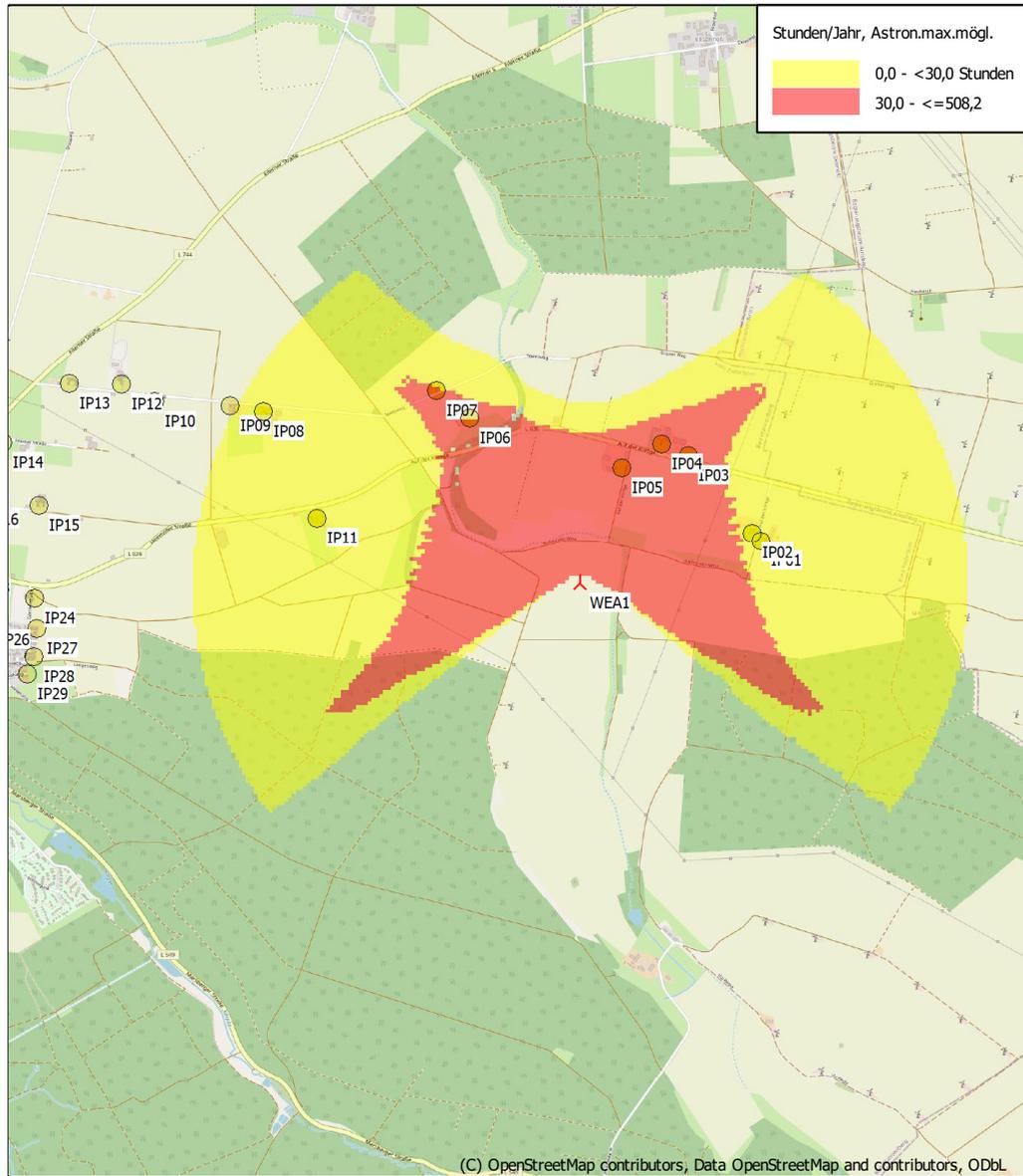
Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA1	296:14

*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.*

### SHADOW - Karte

Berechnung: ZB Fürstenberg WEA 1



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:30.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 485.480 Nord: 5.707.180  
▲ Neue WEA    ● Schattenrezeptor  
Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster

# Zusatzbelastung WEA2

Projekt:  
**Wohlbedacht\_Finale Planung**

Lizenzierter Anwender:  
**Lackmann Phymetric GmbH**  
Vattmannstraße 6  
DE-33100 Paderborn  
+49 05251-68 25 80  
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de  
Berechnet:  
21.03.2024 15:30/4.0.540

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** ZB Fürstenberg WEA 2

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

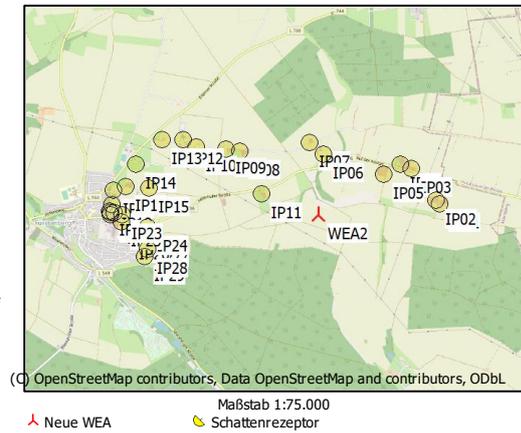
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °  
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)  
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche  
Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:  
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang  
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung  
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der  
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf  
den folgenden Annahmen:

Verwendete Höhenlinien: PrjAss Höhenraster  
Rasterauflösung: 1,0 m

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



### WEA

	Ost		Nord		Z		Beschreibung		WEA-Typ		Hersteller Typ	Nenn- leistung [kW]	Rotordurch- messer [m]	NH [m]	Schattendaten	
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	Aktuell		Beschatt.- Bereich [m]	U/min						
1	485.173	5.707.290	361,7	WEA2	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-				

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe	Neigung des	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)	ü.Gr.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]	
A	IP01	486.766	5.707.431	375,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
B	IP02	486.723	5.707.477	375,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
C	IP03	486.387	5.707.888	368,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
D	IP04	486.242	5.707.950	367,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
E	IP05	486.034	5.707.824	365,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
F	IP06	485.231	5.708.090	352,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
G	IP07	485.053	5.708.236	352,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
H	IP08	484.140	5.708.127	350,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
I	IP09	483.963	5.708.158	351,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
J	IP10	483.566	5.708.183	351,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
K	IP11	484.423	5.707.560	364,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
L	IP12	483.392	5.708.277	349,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
M	IP13	483.116	5.708.279	348,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
N	IP14	482.763	5.707.967	350,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
O	IP15	482.952	5.707.636	356,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
P	IP16	482.631	5.707.667	351,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Q	IP17	482.470	5.707.621	348,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
R	IP18	482.461	5.707.434	351,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
S	IP19	482.427	5.707.342	352,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
T	IP20	482.430	5.707.319	353,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
U	IP21	482.431	5.707.297	353,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
V	IP22	482.485	5.707.319	354,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
W	IP23	482.585	5.707.302	356,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
X	IP24	482.926	5.707.136	363,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Y	IP25	482.575	5.707.208	358,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Z	IP26	482.684	5.707.024	363,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
AA	IP27	482.937	5.706.980	365,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
AB	IP28	482.923	5.706.829	361,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
AC	IP29	482.886	5.706.736	352,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	

Projekt:  
**Wohlbedacht\_Finale Planung**

Lizenzierter Anwender:  
**Lackmann Phymetric GmbH**  
Vattmannstraße 6  
DE-33100 Paderborn  
+49 05251-68 25 80  
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de  
Berechnet:  
21.03.2024 15:30/4.0.540

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** ZB Fürstenberg WEA 2

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

#### astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	8:35	30	0:23
B	IP02	8:59	29	0:24
C	IP03	13:45	38	0:28
D	IP04	17:13	44	0:30
E	IP05	24:57	52	0:37
F	IP06	32:38	54	0:44
G	IP07	4:34	20	0:17
H	IP08	17:54	48	0:29
I	IP09	13:31	41	0:26
J	IP10	8:06	30	0:21
K	IP11	34:27	57	0:46
L	IP12	6:23	26	0:19
M	IP13	0:00	0	0:00
N	IP14	0:00	0	0:00
O	IP15	0:00	0	0:00
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	0:00	0	0:00
S	IP19	0:00	0	0:00
T	IP20	0:00	0	0:00
U	IP21	0:00	0	0:00
V	IP22	0:00	0	0:00
W	IP23	0:00	0	0:00
X	IP24	0:00	0	0:00
Y	IP25	0:00	0	0:00
Z	IP26	0:00	0	0:00
AA	IP27	0:00	0	0:00
AB	IP28	0:00	0	0:00
AC	IP29	0:00	0	0:00

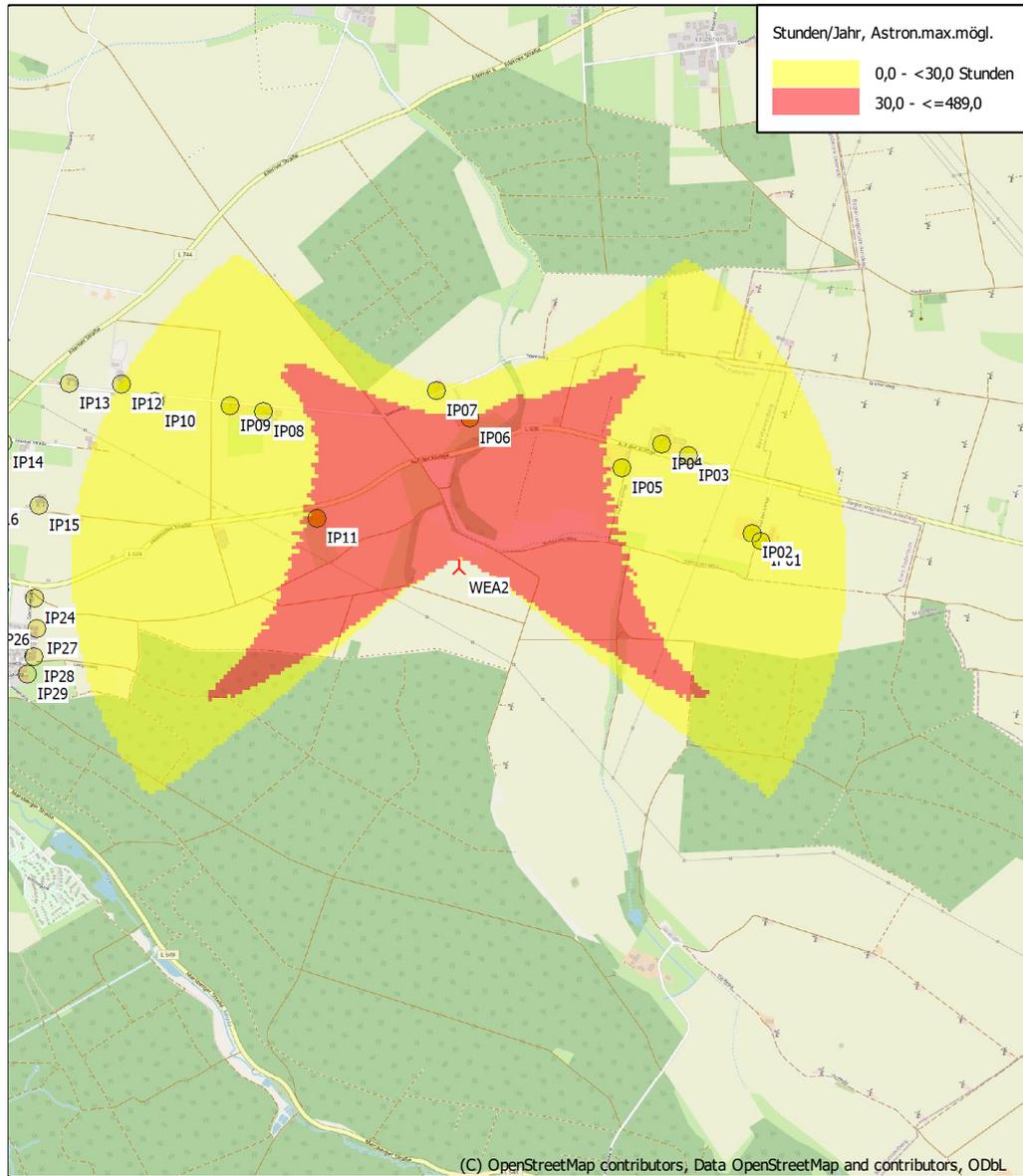
Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA2	156:13

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

### SHADOW - Karte

Berechnung: ZB Fürstenberg WEA2



0 500 1000 1500 2000 m  
Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:30.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 485.480 Nord: 5.707.180  
▲ Neue WEA   ● Schattenrezeptor   Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster

# Zusatzbelastung WEA3

Projekt:  
**Wohlbedacht\_Finale Planung**

Lizenzierter Anwender:  
**Lackmann Phymetric GmbH**  
 Vattmannstraße 6  
 DE-33100 Paderborn  
 +49 05251-68 25 80  
 Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de  
 Berechnet:  
 21.03.2024 15:31/4.0.540

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** ZB Fürstenberg WEA 3  
**Annahmen für Schattenwurfberechnung**

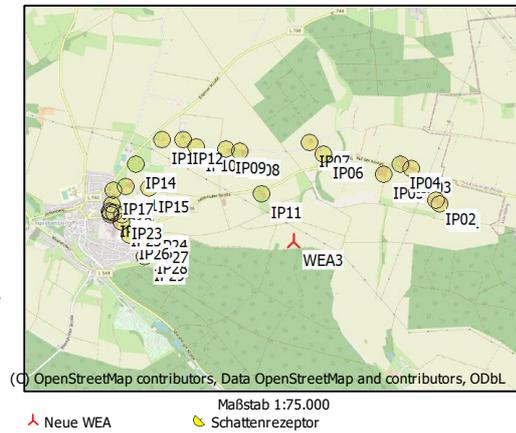
Beschattungsbereich der WEA  
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt  
 Siehe WEA-Tabelle

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

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche  
 Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:  
 Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang  
 Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung  
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der  
 Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf  
 den folgenden Annahmen:  
 Verwendete Höhenlinien: PrjAss Höhenraster  
 Rasterauflösung: 1,0 m

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



### WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Nenn-leistung	Rotordurch-messer	NH	Schattendaten	
				Aktuell	Hersteller Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
1	484.832	5.706.939	363,4 WEA3	Ja	VESTAS V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2,041	-

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe	Neigung des	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)	ü.Gr.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]	
A	IP01	486.766	5.707.431	375,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
B	IP02	486.723	5.707.477	375,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
C	IP03	486.387	5.707.888	368,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
D	IP04	486.242	5.707.950	367,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
E	IP05	486.034	5.707.824	365,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
F	IP06	485.231	5.708.090	352,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
G	IP07	485.053	5.708.236	352,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
H	IP08	484.140	5.708.127	350,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
I	IP09	483.963	5.708.158	351,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
J	IP10	483.566	5.708.183	351,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
K	IP11	484.423	5.707.560	364,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
L	IP12	483.392	5.708.277	349,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
M	IP13	483.116	5.708.279	348,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
N	IP14	482.763	5.707.967	350,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
O	IP15	482.952	5.707.636	356,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
P	IP16	482.631	5.707.667	351,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Q	IP17	482.470	5.707.621	348,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
R	IP18	482.461	5.707.434	351,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
S	IP19	482.427	5.707.342	352,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
T	IP20	482.430	5.707.319	353,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
U	IP21	482.431	5.707.297	353,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
V	IP22	482.485	5.707.319	354,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
W	IP23	482.585	5.707.302	356,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
X	IP24	482.926	5.707.136	363,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Y	IP25	482.575	5.707.208	358,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Z	IP26	482.684	5.707.024	363,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
AA	IP27	482.937	5.706.980	365,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
AB	IP28	482.923	5.706.829	361,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
AC	IP29	482.886	5.706.736	352,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	

Projekt:  
**Wohlbedacht\_Finale Planung**

Lizenzierter Anwender:  
**Lackmann Phymetric GmbH**  
Vattmannstraße 6  
DE-33100 Paderborn  
+49 05251-68 25 80  
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de  
Berechnet:  
21.03.2024 15:31/4.0.540

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** ZB Fürstenberg WEA 3

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

#### astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	5:00	23	0:19
B	IP02	5:13	24	0:19
C	IP03	8:17	32	0:21
D	IP04	10:32	38	0:23
E	IP05	14:18	44	0:26
F	IP06	0:00	0	0:00
G	IP07	0:00	0	0:00
H	IP08	10:48	36	0:23
I	IP09	18:01	50	0:27
J	IP10	17:32	65	0:22
K	IP11	77:20	105	0:52
L	IP12	12:36	50	0:21
M	IP13	0:00	0	0:00
N	IP14	0:00	0	0:00
O	IP15	5:51	25	0:19
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	0:00	0	0:00
S	IP19	0:00	0	0:00
T	IP20	0:00	0	0:00
U	IP21	0:00	0	0:00
V	IP22	0:00	0	0:00
W	IP23	0:00	0	0:00
X	IP24	5:58	25	0:20
Y	IP25	0:00	0	0:00
Z	IP26	0:00	0	0:00
AA	IP27	6:01	24	0:19
AB	IP28	6:22	26	0:20
AC	IP29	6:23	26	0:19

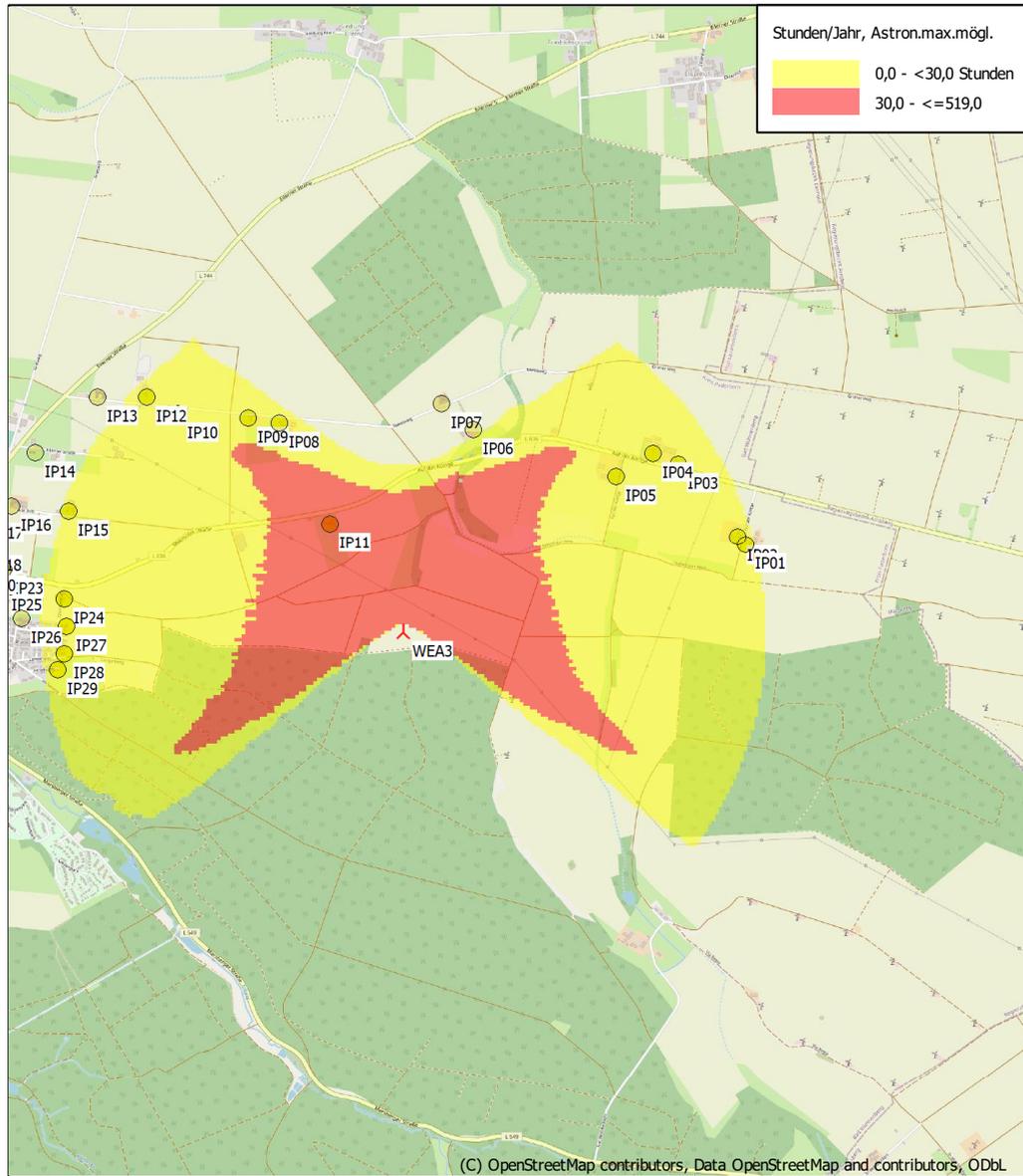
Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA3	163:12

*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.*

### SHADOW - Karte

Berechnung: ZB Fürstenberg WEA 3



Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:32.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 485.480 Nord: 5.707.180  
▲ Neue WEA    ● Schattenrezeptor  
Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster

# Zusatzbelastung WEA4

Projekt:  
**Wohlbedacht\_Finale Planung**

Lizenzierter Anwender:  
**Lackmann Phymetric GmbH**  
Vattmannstraße 6  
DE-33100 Paderborn  
+49 05251-68 25 80  
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de  
Berechnet:  
21.03.2024 15:32/4.0.540

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** ZB Fürstenberg WEA 4  
**Annahmen für Schattenwurfberechnung**

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

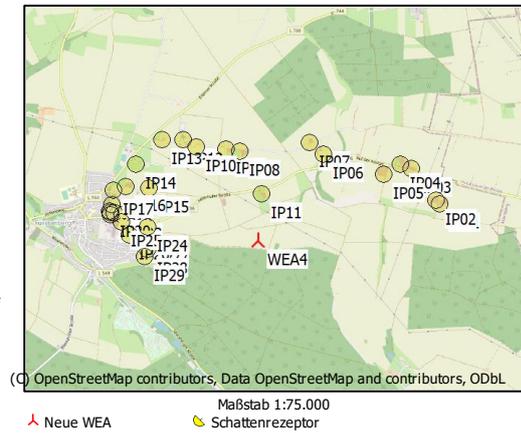
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °  
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)  
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche  
Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:  
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang  
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung  
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der  
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf  
den folgenden Annahmen:

Verwendete Höhenlinien: PrjAss Höhenraster  
Rasterauflösung: 1,0 m

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



### WEA

	Ost			Nord			Z			Beschreibung		WEA-Typ		Hersteller Typ	Nenn-leistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	NH [m]	Schattendaten	
													Beschatt.-Bereich [m]					U/min	
1	484.373	5.706.948	375,6	WEA4	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-							

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe ü.Gr. [m]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) [m]	ü.Gr.
A	IP01	486.766	5.707.431	375,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
B	IP02	486.723	5.707.477	375,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
C	IP03	486.387	5.707.888	368,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
D	IP04	486.242	5.707.950	367,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
E	IP05	486.034	5.707.824	365,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
F	IP06	485.231	5.708.090	352,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
G	IP07	485.053	5.708.236	352,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
H	IP08	484.140	5.708.127	350,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
I	IP09	483.963	5.708.158	351,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
J	IP10	483.566	5.708.183	351,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
K	IP11	484.423	5.707.560	364,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
L	IP12	483.392	5.708.277	349,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
M	IP13	483.116	5.708.279	348,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
N	IP14	482.763	5.707.967	350,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
O	IP15	482.952	5.707.636	356,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
P	IP16	482.631	5.707.667	351,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
Q	IP17	482.470	5.707.621	348,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
R	IP18	482.461	5.707.434	351,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
S	IP19	482.427	5.707.342	352,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
T	IP20	482.430	5.707.319	353,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
U	IP21	482.431	5.707.297	353,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
V	IP22	482.485	5.707.319	354,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
W	IP23	482.585	5.707.302	356,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
X	IP24	482.926	5.707.136	363,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
Y	IP25	482.575	5.707.208	358,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
Z	IP26	482.684	5.707.024	363,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
AA	IP27	482.937	5.706.980	365,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
AB	IP28	482.923	5.706.829	361,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
AC	IP29	482.886	5.706.736	352,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0

Projekt:  
**Wohlbedacht\_Finale Planung**

Lizenzierter Anwender:  
**Lackmann Phymetric GmbH**  
Vattmannstraße 6  
DE-33100 Paderborn  
+49 05251-68 25 80  
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de  
Berechnet:  
21.03.2024 15:32/4.0.540

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** ZB Fürstenberg WEA 4

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

#### astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	0:00	0	0:00
B	IP02	0:00	0	0:00
C	IP03	0:00	0	0:00
D	IP04	0:00	0	0:00
E	IP05	7:27	28	0:20
F	IP06	25:29	62	0:28
G	IP07	1:08	11	0:08
H	IP08	0:00	0	0:00
I	IP09	0:00	0	0:00
J	IP10	16:04	46	0:26
K	IP11	87:58	94	1:03
L	IP12	16:24	48	0:24
M	IP13	20:11	70	0:22
N	IP14	7:56	30	0:20
O	IP15	9:58	32	0:24
P	IP16	6:49	26	0:20
Q	IP17	5:50	24	0:18
R	IP18	6:00	25	0:19
S	IP19	5:53	24	0:19
T	IP20	5:53	24	0:19
U	IP21	5:54	24	0:19
V	IP22	6:11	25	0:19
W	IP23	6:50	26	0:21
X	IP24	10:31	32	0:25
Y	IP25	6:54	26	0:20
Z	IP26	8:05	28	0:22
AA	IP27	11:19	34	0:25
AB	IP28	11:35	34	0:26
AC	IP29	11:36	36	0:25

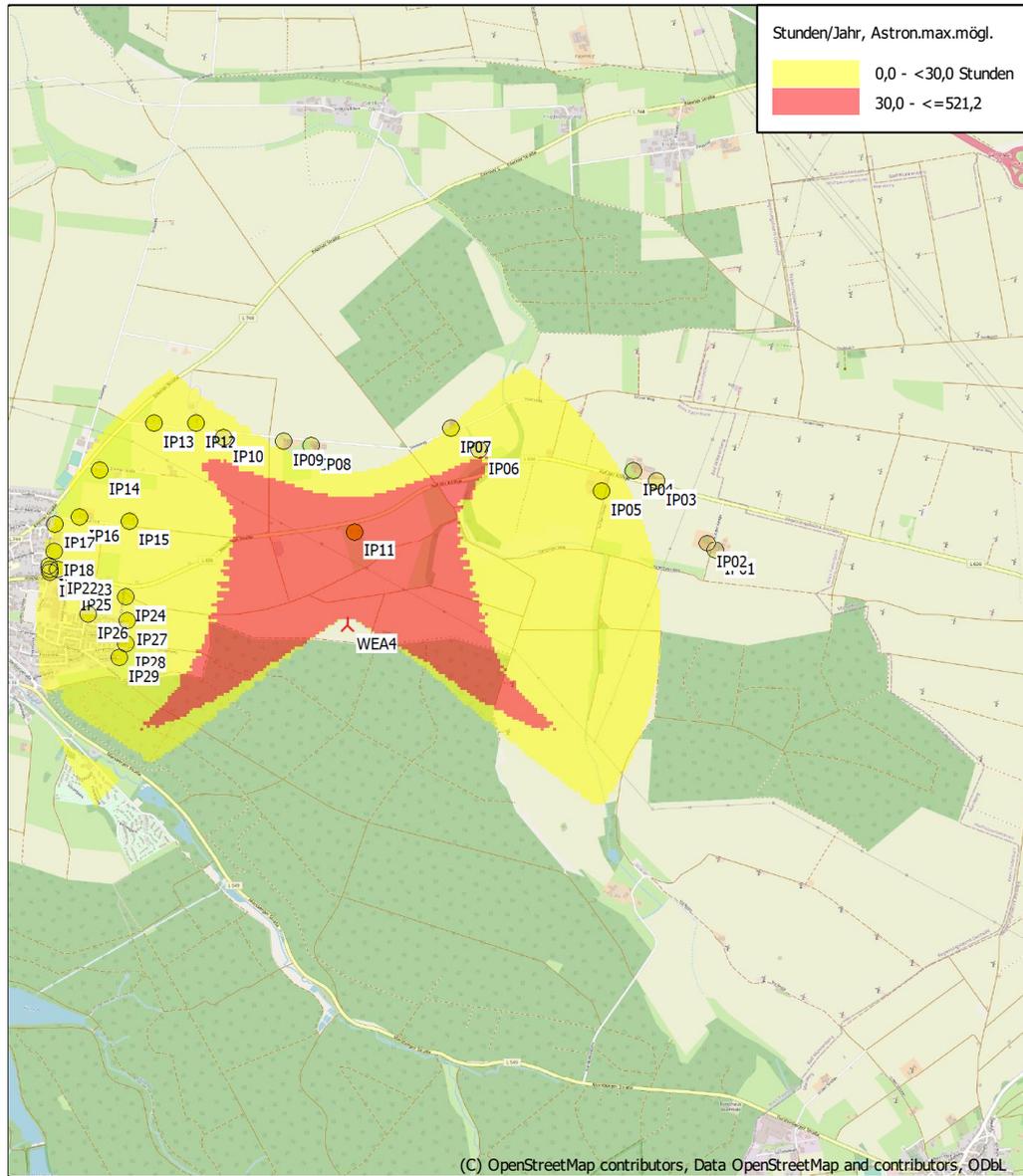
Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA4	248:42

*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.*

### SHADOW - Karte

Berechnung: ZB Fürstenberg WEA 4



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:37.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 485.480 Nord: 5.707.180  
▲ Neue WEA    ● Schattenrezeptor    Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster

## Gesamtbelastung

Die Ergebnisse der Gesamtbelastung unter Berücksichtigung der Vor- und Zusatzbelastung sind im Folgenden dargestellt. Eine Übersicht über die Berechnungsergebnisse aus WindPro gibt die folgende Tabelle. Darin ist die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer in Stunden pro Jahr, die und die maximal mögliche Schattendauer pro Tag dargestellt. Wird ein Richtwert (30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten pro Tag) an dem Immissionspunkt überschritten, sind die Zellen orange markiert.

Immissionspunkt	Astronom. Max. mögliche Beschattungsdauer	
	[Std/Jahr]	[Std/Tag]
IP01	362:22	02:03
IP02	345:15	01:51
IP03	290:44	01:21
IP04	255:01	01:14
IP05	227:06	01:34
IP06	162:09	02:03
IP07	75:04	00:55
IP08	47:52	00:38
IP09	31:32	00:27
IP10	41:42	00:38
IP11	227:35	02:06
IP12	35:23	00:33
IP13	20:11	00:22
IP14	7:56	00:20
IP15	15:49	00:40
IP16	6:49	00:20
IP17	5:50	00:18
IP18	6:00	00:19
IP19	5:53	00:19
IP20	5:53	00:19
IP21	5:54	00:19
IP22	6:11	00:19
IP23	6:50	00:21
IP24	12:55	00:32
IP25	6:54	00:20
IP26	8:05	00:22
IP27	12:50	00:27
IP28	14:05	00:26
IP29	15:03	00:25

An 12 der insgesamt 29 betrachteten Immissionspunkte werden die Richtwerte überschritten. Die hohen Werte der Beschattungsdauer in den Berechnungen der Vor- und Gesamtbelastung kommen dadurch zustande, dass die Schattenabschaltungen der Bestands-WEA in den Berechnungen nicht berücksichtigt werden.

Das Hauptergebnis mit der dazugehörigen Karte ist im Folgenden dargestellt. Die kalendarischen Daten sind übersichtshalber im Anhang dargestellt.

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** GB Fürstenberg  
**Annahmen für Schattenwurfberechnung**

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

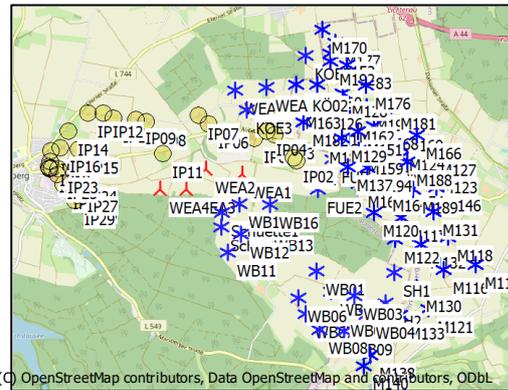
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °  
 Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)  
 Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche  
 Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:  
 Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang  
 Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung  
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der  
 Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf  
 den folgenden Annahmen:

Verwendete Höhenlinien: PrjAss Höhenraster  
 Rasterauflösung: 1,0 m

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



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL  
 Maßstab 1:100.000  
 ▲ Neue WEA \* Existierende WEA  
 ● Schattenrezeptor

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	NH [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
1	485.810	5.707.207	366,1	WEA1	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2,041	-
2	485.173	5.707.290	361,7	WEA2	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2,041	-
3	484.832	5.706.939	363,4	WEA3	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2,041	-
4	484.373	5.706.948	375,6	WEA4	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2,041	-
5	485.460	5.706.529	381,2	Schuette1	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1,599	18,0
6	485.439	5.706.277	384,5	Schuette2	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1,599	18,0
7	488.473	5.705.480	426,9	SH1	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1,781	9,6
8	488.329	5.704.944	417,2	SH2	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	160,0	1,686	11,1
9	485.888	5.708.332	354,1	KOE3	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1,599	18,0
10	487.387	5.707.465	377,3	FUE1	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	160,0	1,686	11,1
11	487.141	5.706.941	380,5	FUE2	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1,781	9,6
12	488.113	5.706.517	399,4	M120	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2,066	12,4
13	488.596	5.706.432	412,2	M117	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1,781	9,6
14	489.157	5.706.530	403,6	M131	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1,781	9,6
15	488.947	5.705.962	422,0	M132	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1,781	9,6
16	489.427	5.706.092	416,3	M118	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1,781	9,6
17	489.341	5.705.519	430,5	M116	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1,781	9,6
18	488.867	5.705.205	428,2	M130	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1,781	9,6
19	489.079	5.704.836	427,6	M121	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1,781	9,6
20	488.496	5.706.062	418,7	M122	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1,513	17,0
21	488.572	5.704.712	424,2	M133	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1,781	9,6
22	486.760	5.708.784	353,3	M150	Nein	ENERCON	E-82-2.000	2.000	82,0	98,3	1,550	19,5
23	489.214	5.706.973	398,4	M146	Nein	ENERCON	E-126 EP4-4.200	4.200	127,0	135,0	2,074	12,4
24	487.658	5.707.330	381,7	M137	Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1,486	22,0
25	488.805	5.706.937	399,4	M189	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1,746	12,4
26	488.278	5.706.973	391,7	M164	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1,746	12,4
27	487.856	5.707.032	384,2	M165	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1,746	12,4
28	487.180	5.707.808	373,2	M187	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1,746	12,4
29	487.852	5.707.613	379,6	M159	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1,679	11,1
30	488.281	5.707.505	377,6	M186	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1,679	11,1
31	488.710	5.707.414	385,6	M188	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1,679	11,1
32	489.152	5.707.285	386,7	M123	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1,746	12,4
33	488.126	5.708.050	370,7	M168	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1,679	11,1
34	487.700	5.708.176	367,5	M162	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1,679	11,1
35	487.343	5.708.129	368,8	M125	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1,679	11,1
36	486.891	5.708.115	367,4	M182	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1,746	12,4
37	486.757	5.708.430	361,1	M163	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1,513	17,0
38	487.133	5.708.778	348,3	M160	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1,679	11,1

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Wohlbedacht\_Finale Planung

Lizenzierter Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH  
 Vattmannstraße 6  
 DE-33100 Paderborn  
 +49 05251-68 25 80  
 Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de  
 Berechnet:  
 11.04.2024 14:31/4.0.540

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB Fürstenberg

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	NH [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
			[m]									
39	487.559	5.707.825	375,0	M129	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
40	488.584	5.707.684	377,3	M124	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
41	488.004	5.707.318	382,1	M194	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
42	487.570	5.708.630	355,0	M128	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
43	487.145	5.708.417	363,1	M126	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
44	487.106	5.705.501	408,8	WB01	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
45	487.360	5.705.150	417,7	WB02	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	130,1	1.681	11,1
46	487.781	5.705.060	415,4	WB03	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
47	487.992	5.704.732	431,3	WB04	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	166,6	1.685	11,1
48	487.541	5.704.780	417,2	WB05	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
49	486.781	5.705.033	405,7	WB06	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	135,3	1.688	11,1
50	486.919	5.704.759	400,9	WB07	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	130,1	1.681	11,1
51	487.156	5.704.473	424,7	WB08	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
52	487.597	5.704.446	432,3	WB09	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	166,6	1.678	11,1
53	489.122	5.707.583	385,4	M127	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1.746	12,4
54	488.556	5.708.014	371,0	M169	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
55	487.230	5.709.739	348,0	M170	Ja	NORDEX	N131/3300 DE-3.300	3.300	131,0	164,0	1.719	10,9
56	487.986	5.708.752	364,1	M176	Ja	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	164,0	1.819	10,7
57	487.455	5.709.514	353,0	M177	Ja	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	164,0	1.819	10,7
58	488.429	5.708.414	366,5	M181	Ja	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	164,0	1.819	10,7
59	487.651	5.709.117	360,0	M183	Ja	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	164,0	1.819	10,7
60	487.995	5.708.375	360,6	M190	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	164,0	1.805	10,7
61	487.355	5.709.183	354,3	M192	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	164,0	1.805	10,7
62	486.930	5.709.284	345,1	KOE7	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
63	485.694	5.708.675	343,3	WEA KÖ01	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
64	486.237	5.708.721	351,7	WEA KÖ02	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
65	488.875	5.707.885	378,9	M166	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
66	485.554	5.705.831	390,3	WB11	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
67	486.205	5.706.282	383,5	WB13	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
68	486.306	5.706.667	382,7	WB16	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
69	485.793	5.706.151	377,3	WB12	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
70	485.770	5.706.688	375,8	WB15	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
71	487.843	5.707.949	373,3	M151	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	75,6	995	29,0
72	488.594	5.707.508	382,0	M152	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	75,6	995	29,0
73	487.360	5.709.328	353,5	M153	Nein	VESTAS	V66-1.650/300	1.650	66,0	65,0	1.238	19,0
74	488.569	5.707.028	393,6	M154	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	73,3	996	29,0
75	489.897	5.705.603	423,8	M119	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
76	488.044	5.704.026	450,0	M138	Nein	ENERCON	E-40/6.44-600	600	44,0	50,0	837	34,5
77	487.936	5.703.819	444,5	M140	Nein	TACKE	TW 600-600/200	600	43,0	50,0	2.500	27,0

## Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe	Neigung des	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)	ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]	
A	IP01	486.766	5.707.431	375,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
B	IP02	486.723	5.707.477	375,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
C	IP03	486.387	5.707.888	368,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
D	IP04	486.242	5.707.950	367,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
E	IP05	486.034	5.707.824	365,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
F	IP06	485.231	5.708.090	352,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
G	IP07	485.053	5.708.236	352,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
H	IP08	484.140	5.708.127	350,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
I	IP09	483.963	5.708.158	351,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
J	IP10	483.566	5.708.183	351,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
K	IP11	484.423	5.707.560	364,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
L	IP12	483.392	5.708.277	349,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
M	IP13	483.116	5.708.279	348,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
N	IP14	482.763	5.707.967	350,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
O	IP15	482.952	5.707.636	356,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
P	IP16	482.631	5.707.667	351,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Q	IP17	482.470	5.707.621	348,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
R	IP18	482.461	5.707.434	351,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	

(Fortsetzung nächste Seite)...

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** GB Fürstenberg

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
S	IP19	482.427	5.707.342	352,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP20	482.430	5.707.319	353,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP21	482.431	5.707.297	353,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP22	482.485	5.707.319	354,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W	IP23	482.585	5.707.302	356,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP24	482.926	5.707.136	363,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Y	IP25	482.575	5.707.208	358,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Z	IP26	482.684	5.707.024	363,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AA	IP27	482.937	5.706.980	365,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AB	IP28	482.923	5.706.829	361,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AC	IP29	482.886	5.706.736	352,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

## Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

**astron. max. mögl. Beschattungsdauer**

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	362:22	365	2:03
B	IP02	345:15	364	1:51
C	IP03	290:44	357	1:21
D	IP04	255:01	351	1:14
E	IP05	227:06	333	1:34
F	IP06	162:09	179	2:03
G	IP07	75:04	176	0:55
H	IP08	47:52	138	0:38
I	IP09	31:32	91	0:27
J	IP10	41:42	106	0:38
K	IP11	227:35	177	2:06
L	IP12	35:23	102	0:33
M	IP13	20:11	70	0:22
N	IP14	7:56	30	0:20
O	IP15	15:49	38	0:40
P	IP16	6:49	26	0:20
Q	IP17	5:50	24	0:18
R	IP18	6:00	25	0:19
S	IP19	5:53	24	0:19
T	IP20	5:53	24	0:19
U	IP21	5:54	24	0:19
V	IP22	6:11	25	0:19
W	IP23	6:50	26	0:21
X	IP24	12:55	32	0:32
Y	IP25	6:54	26	0:20
Z	IP26	8:05	28	0:22
AA	IP27	12:50	38	0:27
AB	IP28	14:05	44	0:26
AC	IP29	15:03	48	0:25

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA1	296:14
2	WEA2	156:13
3	WEA3	163:12
4	WEA4	248:42
5	Schuette1	12:19
6	Schuette2	0:00
7	SH1	0:00
8	SH2	0:00
9	KOE3	41:51
10	FUE1	89:23
11	FUE2	133:05
12	M120	6:37

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:  
**Wohlbedacht\_Finale Planung**

Lizenzierter Anwender:  
**Lackmann Phymetric GmbH**  
Vattmannstraße 6  
DE-33100 Paderborn  
+49 05251-68 25 80  
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de  
Berechnet:  
11.04.2024 14:31/4.0.540

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** GB Fürstenberg

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]
13	M117	0:00
14	M131	0:00
15	M132	0:00
16	M118	0:00
17	M116	0:00
18	M130	0:00
19	M121	0:00
20	M122	0:00
21	M133	0:00
22	M150	0:00
23	M146	0:00
24	M137	10:55
25	M189	0:00
26	M164	7:18
27	M165	18:59
28	M187	36:05
29	M159	31:49
30	M186	10:26
31	M188	0:00
32	M123	0:00
33	M168	21:13
34	M162	17:38
35	M125	37:46
36	M182	112:29
37	M163	0:00
38	M160	0:00
39	M129	78:53
40	M124	0:00
41	M194	14:13
42	M128	37:07
43	M126	36:50
44	WB01	0:00
45	WB02	0:00
46	WB03	0:00
47	WB04	0:00
48	WB05	0:00
49	WB06	0:00
50	WB07	0:00
51	WB08	0:00
52	WB09	0:00
53	M127	0:00
54	M169	0:00
55	M170	0:00
56	M176	17:57
57	M177	0:00
58	M181	0:00
59	M183	0:00
60	M190	17:56
61	M192	0:00
62	KOE7	0:00
63	WEA KÖ01	11:42
64	WEA KÖ02	42:51
65	M166	0:00
66	WB11	0:00
67	WB13	7:54
68	WB16	94:24
69	WB12	21:20
70	WB15	50:48
71	M151	0:00
72	M152	0:00
73	M153	0:00
74	M154	0:00
75	M119	0:00
76	M138	0:00
77	M140	0:00

Projekt:

**Wohlbedacht\_Finale Planung**

Lizenzierter Anwender:

**Lackmann Phymetric GmbH**

Vattmannstraße 6

DE-33100 Paderborn

+49 05251-68 25 80

Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de

Berechnet:

11.04.2024 14:31/4.0.540

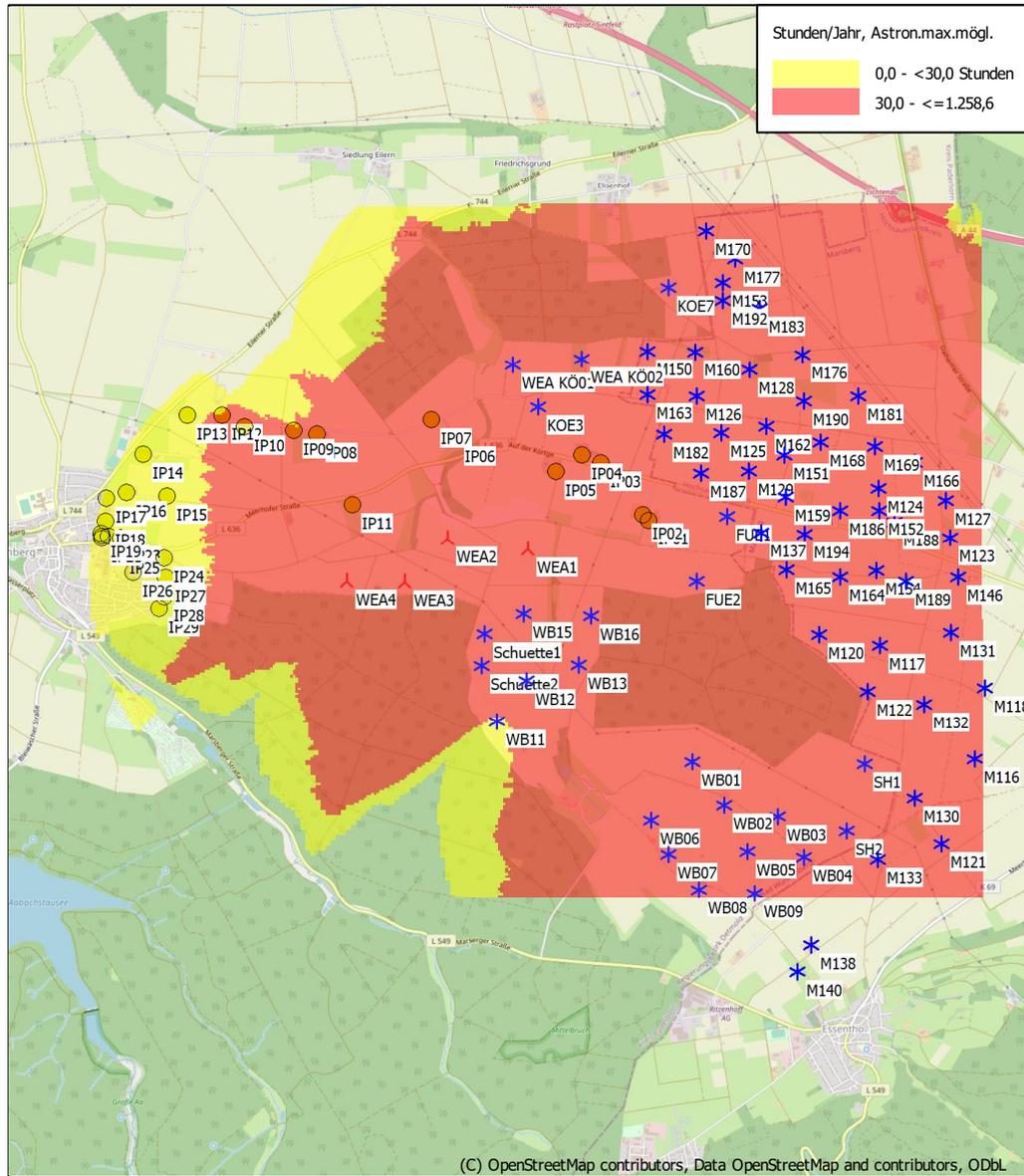
## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** GB Fürstenberg

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.

**SHADOW - Karte**

Berechnung: GB Fürstenberg



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



Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:45.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 485.729 Nord: 5.706.879  
 ▲ Neue WEA    \* Existierende WEA    ● Schattenrezeptor  
 Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster



## Abschlussbetrachtung

Die Anlagen der Zusatzbelastung führen an allen untersuchten Immissionsorten zu zusätzlichem Schattenwurf. An 7 dieser Immissionsorte ist der zulässige Richtwert von 30 Stunden pro Jahr bereits durch die Vorbelastung überschritten. An diesen Punkten ist kein weiterer Schattenwurf durch die Zusatzbelastung zulässig.

**Als Ergebnis der Schattenwurfprognose ist festzuhalten, dass alle antragsgegenständlichen WEA mit einem Schattenwurfabschaltmodul auszustatten sind, um Richtwertüberschreitungen an umliegenden Immissionsorten zu vermeiden.**

**Unter Berücksichtigung der Abschaltungen werden die Richtwerte von 30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten pro Tag an allen Immissionspunkten im Einwirkungsbereich der Neuplanung eingehalten.**

## Literaturverzeichnis

- [1] BImSchG Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG)
  
- [2] Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise)  
Länderausschuss für Immissionsschutz, Arbeitskreis Lichtimmissionen  
2002
  
- [3] windPRO Wiki, EMD International A/S,  
[http://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=Handbuch\\_SHADOW](http://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=Handbuch_SHADOW),  
Letzter Zugriff am 11.12.2019

## Anhang

Kalender pro IP	<b>1</b>
Grafischer Kalender pro IP	<b>38</b>
Kalender pro WEA	<b>43</b>
Grafischer Kalender pro WEA	<b>51</b>