

Schattenwurfanalyse

für den Neubau und Betrieb
von fünf Windenergieanlagen
des Typs

Vestas V172-7.2MW

für den Standort
Wohlbedacht

Auftraggeber

Lackmann Flocke GbR
Renker Weg 1
33175 Bad Lippspringe

Auftragnehmer

Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstr. 6
33100 Paderborn

Berichtnr.: LaPh-2023-53

Datum: 15.11.2023

Ergebnisüberblick

Der Auftraggeber plant im Außenbereich der Gemeinde Bad Wünnenberg in der Gemarkung Fürstenberg den Neubau und Betrieb von insgesamt fünf Windenergieanlagen des Herstellers Vestas. Die Anlagen vom Typ Vestas V172-7.2 MW werden mit einer Nabenhöhe von 175,0 m und einer Nennleistung von 7.200 kW beantragt.

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 15 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 14 der insgesamt 15 betrachteten Immissionsorte bereits durch Schattenwurf vorbelastet. An 13 der insgesamt 15 betrachteten Immissionsorten werden die Richtwerte durch die Vorbelastung überschritten. Die Anlagen der Zusatzbelastung führen an 5 der insgesamt 15 untersuchten Immissionsorten zu zusätzlichem Schattenwurf.

Als Ergebnis der Schattenwurfprognose ist festzuhalten, dass die WEA12, WEA13, WEA15 und WEA16 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.

Paderborn, den 15. November 2023



Dr.-Ing. Jan Lackmann



Tido Hagen, B. Eng.

Inhaltsverzeichnis

Ergebnisüberblick	2
Inhaltsverzeichnis	3
Aufgabenbeschreibung	4
Projektübersicht	5
Grundlagen zum Nachweis von Schattenwurf	11
Eingangsparameter der Berechnung	12
Vorbelastung	13
Zusatzbelastung	19
<i>Zusatzbelastung WEA11</i>	24
<i>Zusatzbelastung WEA12</i>	27
<i>Zusatzbelastung WEA13</i>	30
<i>Zusatzbelastung WEA15</i>	33
<i>Zusatzbelastung WEA16</i>	36
Gesamtbelastung	39
Abschlussbetrachtung	45
Literaturverzeichnis	46
Anhang	47

Aufgabenbeschreibung

Der Auftraggeber plant im Außenbereich der Gemeinde Bad Wünnenberg in der Gemarkung Fürstenberg den Neubau und Betrieb von insgesamt fünf Windenergieanlagen des Herstellers Vestas. Die Anlagen vom Typ Vestas V172-7.2 MW werden mit einer Nabenhöhe von 175,0 m und einer Nennleistung von 7.200 kW beantragt.

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 Schattenwurfabschaltmodul 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 Wohlbedacht mit folgenden Daten berücksichtigt (P = Nennleistung [kW], RD = Rotordurchmesser [m], NH = Nabenhöhe [m]):

WEA	Ost	Nord	Z [m]	Typ	P	RD	NH
WEA11	485.554	5.705.831	390,2	V172-7.2MW	7.200	172	175
WEA12	485.793	5.706.151	376,7	V172-7.2MW	7.200	172	175
WEA13	486.205	5.706.282	383,6	V172-7.2MW	7.200	172	175
WEA15	485.770	5.706.688	375,6	V172-7.2MW	7.200	172	175
WEA16	486.306	5.706.667	382,5	V172-7.2MW	7.200	172	175

Die Standorte der antragsgegenständlichen WEA sind in Abbildung 1 dargestellt.



Abbildung 1: Standort Wohlbedacht

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

WEA	Aktenzeichen	Anlagentyp	Ost	Nord	Z [m]	NH [m]
FUE1	40787-16 (01)	ENERCON E-115 mit G2	487.413	5.707.474	377,7	149,1
FUE2	40787-16 (02)	ENERCON E-126 EP4	487.165	5.706.957	380,0	135,0
WEA KÖ01	40830-23 (WEA KÖ 01)	E-160 EP5 E3	485.694	5.708.675	343,3	166,6
WEA KÖ02	40830-23 (WEA KÖ 02)	E-160 EP5 E3	486.237	5.708.721	351,3	166,6

WEA	Aktenzeichen	Anlagentyp	Ost	Nord	Z [m]	NH [m]
KOE3	00299-11-14 C	ENERCON E-82 E2 TES	485.888	5.708.332	354,0	138,4
KOE7	00299-11-14 D	ENERCON E-82 E2	486.930	5.709.284	344,9	138,4
M116	40414-2023	E-160 EP5 E3 R1/ENERCON	489.341	5.705.519	430,8	166,6
M117	40414-2023	E-160 EP5 E3 R1/ENERCON	488.596	5.706.432	412,1	166,6
M118	40414-2023	E-160 EP5 E3 R1/ENERCON	489.427	5.706.092	418,5	166,6
M119	40414-2023	E-160 EP5 E3 R1/ENERCON	489.897	5.705.603	423,8	166,6
M120	40104-2014	E-115/ENERCON	488.113	5.706.517	399,5	149
M121	40414-2023	E-160 EP5 E3 R1/ENERCON	489.079	5.704.836	427,6	166,6
M122	40104-2014	E-92/ENERCON	488.496	5.706.061	419,0	138,4
M123	40427-2019	E-126 EP3 MST/ENERCON - 4000	489.152	5.707.285	387,5	135,3
M124	40322-2020	E-138 EP3 E2/ENERCON - 4200	488.584	5.707.684	377,3	160,0
M125	40426-2019	E-138 EP3 E2/ENERCON - 4200	487.343	5.708.129	368,8	160,0
M126	40428-2019	E-138 EP3 E2/ENERCON - 4200	487.145	5.708.417	363,0	160,0
M127	40430-2019	E-126 EP3 MST/ENERCON - 4000	489.127	5.707.602	385,1	135,3
M128	40429-2019	E-138 EP3 E2/ENERCON - 4200	487.570	5.708.630	355,0	160,0
M129	40424-2019	E-138 EP3 EP2/ENERCON - 4200	487.559	5.707.825	375,0	160,0
M130	40414-2023	E-160 EP5 E3 R1/ENERCON	488.867	5.705.205	428,7	166,6
M131	40414-2023	E-160 EP5 E3 R1/ENERCON	489.157	5.706.529	403,8	166,6
M132	40414-2023	E-160 EP5 E3 R1/ENERCON	488.947	5.705.962	424,2	166,6
M133	40414-2023	E-160 EP5 E3 R1/ENERCON	488.572	5.704.712	423,7	166,6
M136		E-70/E4/Enercon	490.318	5.704.752	450,0	64,0
M137		E-66/18.70/Enercon - 1800	487.659	5.707.332	381,1	98,0
M138		E-40/ENERCON	488.044	5.704.026	449,9	50
M140		TW 600/GE_Wind_Energy	487.936	5.703.819	444,0	50
M146	40166-2015	E-126 EP4/Enercon - 4200	489.214	5.706.973	398,2	135,0
M149		E-58/10.58/Enercon	488.246	5.707.267	382,7	89
M150	G100/06	E 82/Enercon - 2000	486.760	5.708.784	353,1	98,3
M151	G07/08	E-53/Enercon - 800	487.843	5.707.949	373,1	75,6
M152	G06/08	E 53/Enercon - 800	488.594	5.707.508	381,7	75,6
M153		V-66/Vestas - 500	487.360	5.709.328	353,4	65,0
M154	40118-2012	E-53/Enercon - 800	488.569	5.707.028	393,6	73,3
M159	40282-2019-1	E-138 EP3 E2/Enercon - 4200	487.852	5.707.613	379,5	160,0
M160	40282-2019-2	E-138 EP3 E2/Enercon - 4200	487.133	5.708.778	350,0	160,0
M162	40282-2019-3	E-138 EP3 E2/Enercon - 4200	487.700	5.708.176	367,4	160,0
M163	40514-2016	E-92/Enercon - 2350	486.757	5.708.430	361,4	138,4
M164	40219-2016-1	E-126 EP3 MST/ENERCON - 4000	488.278	5.706.973	391,6	135,3
M165	40219-2016-2	E-126 EP3 MST/ENERCON - 4000	487.856	5.707.032	384,5	135,3

WEA	Aktenzeichen	Anlagentyp	Ost	Nord	Z [m]	NH [m]
M168	40082-2019-2	E-138 EP3 E2/Enercon - 4200	488.126	5.708.050	370,6	160,0
M169	40282-2019-3	E-138 EP3 E2/Enercon - 4200	488.555	5.708.013	370,8	160
M170	40270-2018-1	N-131/Nordex - 3300	487.230	5.709.739	347,9	164,0
M176	40270-2018-2	N-149/Nordex - 4500	487.986	5.708.752	364,2	164,0
M177	40270-2018-3	N-149/Nordex - 4500	487.455	5.709.514	352,9	164,0
M181	40270-2018-6	N-149/Nordex - 4500	488.429	5.708.414	366,4	164,0
M182	40084-2018	E-126 EP3 MST/Enercon - 4000	486.891	5.708.115	367,4	135,3
M183	40270-2018-7	N-149/Nordex - 4500	487.651	5.709.117	359,9	164,0
M186	40013-2020	E-138 EP3 E2/Enercon - 4200	488.281	5.707.505	377,6	160,0
M187	40219-2016	E-126 EP3 MST/Enercon - 4000	487.180	5.707.808	373,1	135,3
M188	40013-2020	E-138 EP3 E2/Enercon - 4200	488.710	5.707.414	385,5	160,0
M189	40273-2019	E-126 EP3 MST/ENERCON - 4000	488.805	5.706.937	399,4	135,3
M190	40397-2020	N-149/Nordex - 5700	487.995	5.708.375	360,8	164,0
M192	40426-2020	N-149/Nordex - 5700	487.355	5.709.183	354,5	164,0
M194	40131-2021	E-138 P3 E2 - 4200	488.004	5.707.318	381,9	160,0
M195	40135-2021	E-138 P3 E2 - 4200	488.483	5.706.736	401,6	160,0
Schuette1	00181-13-14 (1)	ENERCON E-82 E2	485.460	5.706.529	380,8	138,4
Schuette2	00181-13-14 (2)	ENERCON E-82 E2	485.439	5.706.277	384,4	138,4
SH1	40946-16 (SH1)	Enercon E-115	488.473	5.705.480	427,1	149,0
SH2	40947-16 (SH2)	Enercon E-115	488.324	5.704.959	416,2	149,0
WB01	40965-21 (WEA 01)	ENERCON E-138 EP3 E2	487.106	5.705.501	409,0	160,0
WB02	41360-16, 40966-2102	ENERCON E-138 EP3 E2	487.360	5.705.150	417,5	130,1
WB03	40965-21 (WEA 03)	ENERCON E-138 EP3 E2	487.781	5.705.060	415,3	160,0
WB04	40967-21 (WEA 04)	ENERCON E-160 EP5 E2	487.992	5.704.732	431,2	166,6
WB05	40965-21 (WEA 05)	ENERCON E-138 EP3 E2	487.541	5.704.780	417,5	160,0
WB06	41361-16 (WEA 06)	ENERCON E-126 EP3	486.781	5.705.033	405,6	135,3
WB07	40965-21 (WEA 07)	ENERCON E-138 EP3 E2	486.919	5.704.759	400,9	130,1
WB08	40967-21 (WEA 08)	ENERCON E-138 EP3 E3	487.131	5.704.490	424,5	160,0
WB09	40967-21 (WEA 09)	ENERCON E-160 EP5 E3	487.597	5.704.446	432,3	166,6
FB1		Nordex N149/5.X	485.763	5.707.208	366,2	164
FB2		Nordex N163/6.X	485.172	5.707.245	362,7	164

Als **Immissionsorte** werden die Schattenrezeptoren in der folgenden Tabelle berücksichtigt. Jeder Rezeptor 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 3 dargestellt.

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

Immissionsort	Beschreibung	Ost	Nord	Z [m]
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	Gut Wohlbedacht 2, 33181 Bad Wünnenberg	486.250	5.705.361	393,1
IP13	Gut Wohlbedacht 3, 33181 Bad Wünnenberg	486.274	5.705.337	393,0
IP14	Gut Wohlbedacht 4, 33181 Bad Wünnenberg	486.298	5.705.313	392,9
IP15	Gut Wohlbedacht 1 Haus West, 33181 Bad Wünnenberg	486.119	5.705.170	395,2

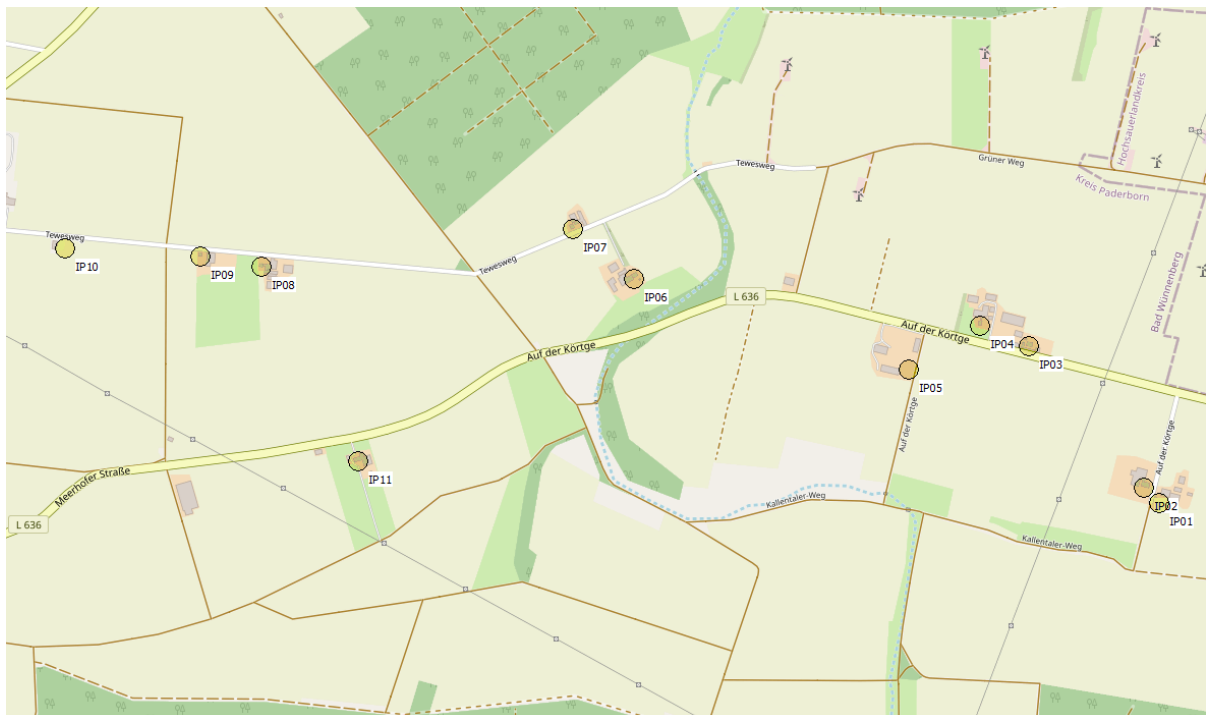


Abbildung 2 - Immissionsorte IP01 - IP11



Abbildung 3 - Immissionsorte IP12 - IP15

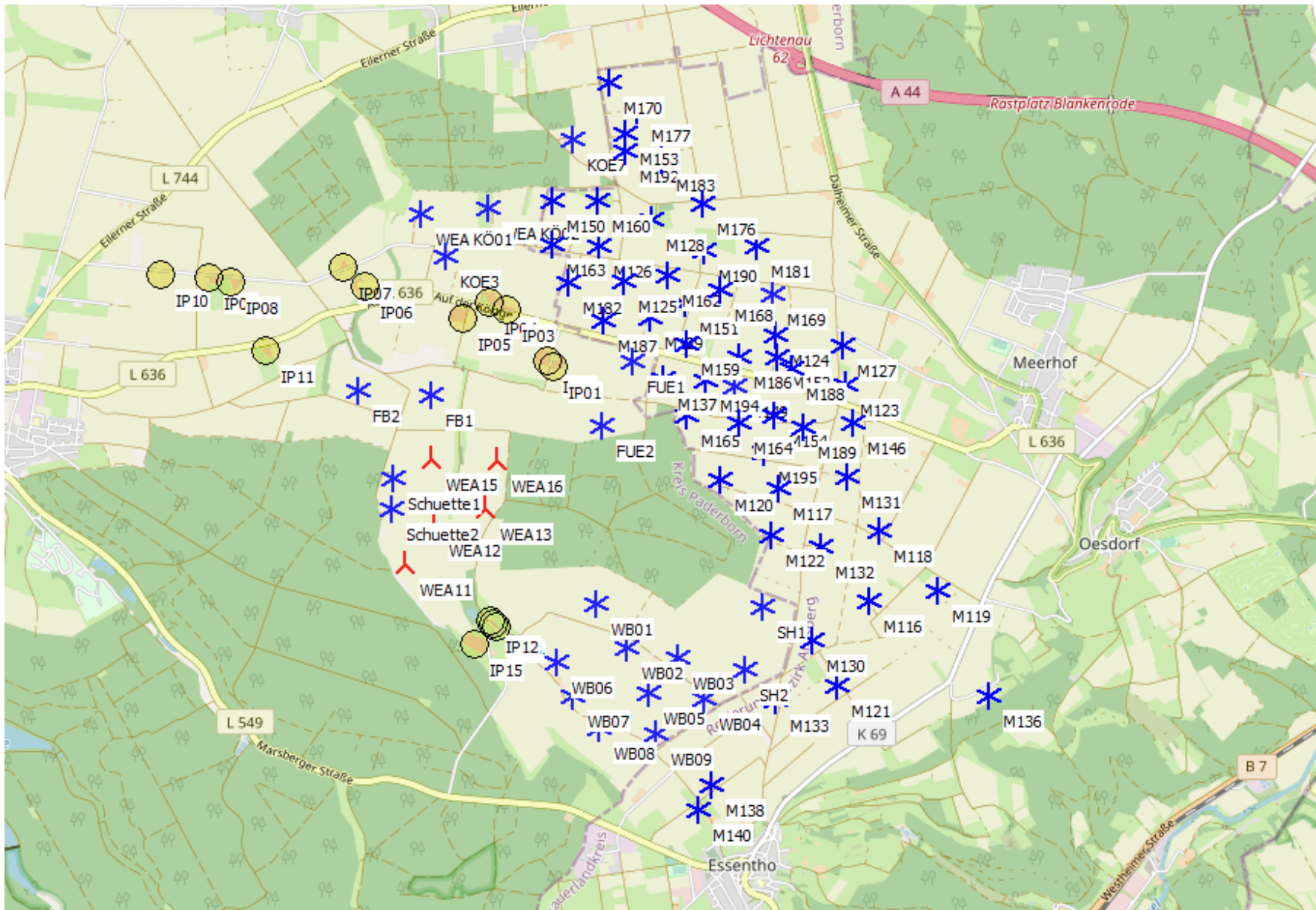


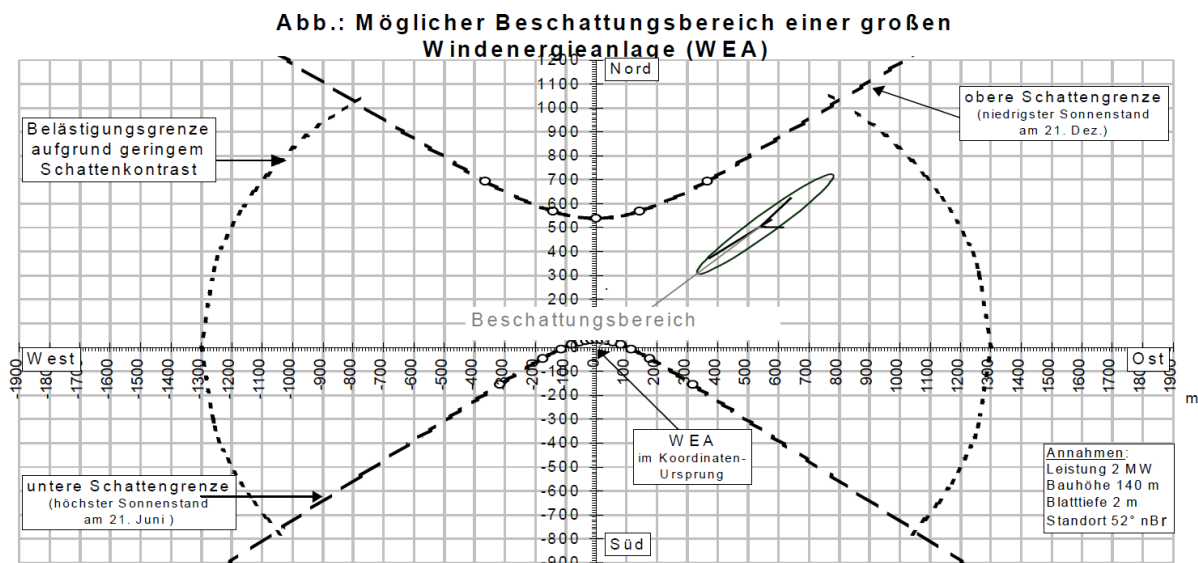
Abbildung 4 Projektübersicht (Vorbelastung in blau, Zusatzbelastung in rot)

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	213:32	01:15
IP02	216:29	01:12
IP03	244:52	01:21
IP04	228:30	01:06
IP05	192:15	01:10
IP06	107:18	01:12
IP07	63:31	00:30
IP08	30:34	00:29
IP09	13:57	00:26
IP10	0:00	00:00
IP11	50:15	01:09
IP12	128:58	01:08
IP13	140:04	01:11
IP14	153:34	01:13
IP15	112:24	01:08

Durch die WEA in der Umgebung sind 14 der insgesamt 15 betrachteten Immissionsorte durch Schattenwurf vorbelastet. An 13 der insgesamt 15 betrachteten Immissionsorte werden die Richtwerte von 30 Stunden/Jahr bzw. 30 Minuten/Tag durch die Vorbelastung überschritten.

An diesen 13 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 Wohlbedacht

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 Koordinatengaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
				Aktuell	Hersteller Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]			[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
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-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	149,0	1.618	12,9
4	488.324	5.704.959	416,2 SH2	Ja	ENERCON E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	149,0	1.618	12,9
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	487.413	5.707.474	377,9 FUE1	Nein	ENERCON E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
7	487.165	5.706.957	380,0 FUE2	Nein	ENERCON E-125 EP4-4.200	4.200	127,0	135,0	2.074	12,4
8	488.119	5.706.515	399,3 M120	Nein	ENERCON E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
9	488.596	5.706.432	412,3 M117	Ja	ENERCON E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
10	489.427	5.706.092	416,3 M118	Ja	ENERCON E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
11	489.341	5.705.519	430,5 M116	Ja	ENERCON E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
12	488.867	5.705.205	428,2 M130	Ja	ENERCON E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
13	489.078	5.704.835	427,7 M121	Ja	ENERCON E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
14	488.541	5.706.054	420,4 M122	Ja	ENERCON E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	17,0
15	488.572	5.704.712	424,2 M133	Ja	ENERCON E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
16	486.760	5.708.784	353,3 M150	Nein	ENERCON E-82-2.000	2.000	82,0	98,3	1.550	19,5
17	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
18	487.659	5.707.332	381,7 M137	Nein	ENERCON E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
19	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
20	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
21	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
22	487.180	5.707.808	373,2 M187	Ja	ENERCON E-125 EP3-4.000	4.000	125,7	135,3	1.746	12,4
23	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
24	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
25	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
26	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
27	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
28	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
29	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
30	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
31	486.757	5.708.430	361,4 M163	Ja	ENERCON E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	17,0
32	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
33	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
34	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
35	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
36	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
37	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
38	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

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Wohlbedacht

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
	[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
39	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
40	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
41	487.992	5.704.732	431,3	WB04	Ja	ENERCON E-160 EPS E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
42	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
43	486.781	5.705.033	405,7	WB06	Nein	ENERCON E-126 EP3-4.000	4.000	127,0	135,3	1.746	12,4
44	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
45	487.131	5.704.490	423,1	WB08	Ja	ENERCON E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
46	487.597	5.704.446	432,3	WB09	Ja	ENERCON E-160 EPS E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
47	489.127	5.707.602	385,4	M127	Ja	ENERCON E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1.746	12,4
48	487.843	5.707.949	373,3	M151	Ja	ENERCON E-53-800	800	53,0	75,6	995	29,0
49	488.594	5.707.508	382,0	M152	Ja	ENERCON E-53-800	800	53,0	75,6	995	29,0
50	487.360	5.709.328	353,5	M153	Nein	VESTAS V66-1.650/300	1.650	66,0	65,0	1.238	19,0
51	488.569	5.707.028	393,6	M154	Ja	ENERCON E-53-800	800	53,0	73,3	996	29,0
52	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
53	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
54	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
55	488.429	5.708.414	366,6	M181	Ja	NORDEX N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	164,0	1.819	10,7
56	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
57	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
58	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
59	488.483	5.706.736	401,4	M195	Ja	ENERCON E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
60	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
61	485.694	5.708.675	343,3	WEA KÖ01	Ja	ENERCON E-160 EPS E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
62	486.237	5.708.721	351,7	WEA KÖ02	Ja	ENERCON E-160 EPS E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
63	488.246	5.707.267	382,5	M149	Nein	ENERCON E-58/10.58-1.000	1.000	58,0	89,0	1.346	24,0
64	489.157	5.706.529	403,7	M131	Ja	ENERCON E-160 EPS E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
65	488.947	5.705.962	422,0	M132	Ja	ENERCON E-160 EPS E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
66	488.555	5.708.013	370,0	M169	Ja	ENERCON E-160 EPS E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
67	485.763	5.707.208	366,2	FB1	Ja	NORDEX N149/5.X-5.700	5.700	149,0	164,0	1.805	10,7
68	485.172	5.707.245	362,7	FB2	Nein	NORDEX N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
69	488.044	5.704.026	450,0	M138	Nein	ENERCON E-40/6.44-600	600	44,0	50,0	837	34,5
70	487.936	5.703.819	444,5	M140	Nein	TACKE TW 600-600/200	600	43,0	50,0	2.500	27,0
71	490.318	5.704.752	451,1	M136	Ja	ENERCON E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	20,0
72	489.897	5.705.603	423,8	M119	Ja	ENERCON E-160 EPS E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[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	486.250	5.705.361	393,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	486.274	5.705.337	393,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	486.298	5.705.313	392,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	486.119	5.705.170	395,2	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
Beratung
15.11.2023 16:47/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Wohlbedacht

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr [h/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	213:32	329
B	IP02	216:29	326
C	IP03	244:52	357
D	IP04	228:30	348
E	IP05	192:15	320
F	IP06	107:18	171
G	IP07	63:31	168
H	IP08	30:34	90
I	IP09	13:57	42
J	IP10	0:00	0
K	IP11	50:15	93
L	IP12	128:58	207
M	IP13	140:04	219
N	IP14	153:34	236
O	IP15	112:24	202

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	60:28
7	FUE2	93:19
8	M120	6:34
9	M117	0:00
10	M118	0:00
11	M116	0:00
12	M130	0:00
13	M121	0:00
14	M122	0:00
15	M133	0:00
16	M150	0:00
17	M146	0:00
18	M137	10:55
19	M189	0:00
20	M164	7:18
21	M165	18:59
22	M187	36:05
23	M159	31:49
24	M186	10:26
25	M188	0:00
26	M123	0:00
27	M168	21:13
28	M162	17:38
29	M125	37:46
30	M182	112:29
31	M163	0:00
32	M160	0:00
33	M129	78:53
34	M124	0:00
35	M194	14:13
36	M128	37:07
37	M126	36:50
38	WB01	73:51
39	WB02	29:35
40	WB03	15:33
41	WB04	0:00
42	WB05	18:55
43	WB06	77:53

(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:
15.11.2023 16:47/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Wohlbedacht

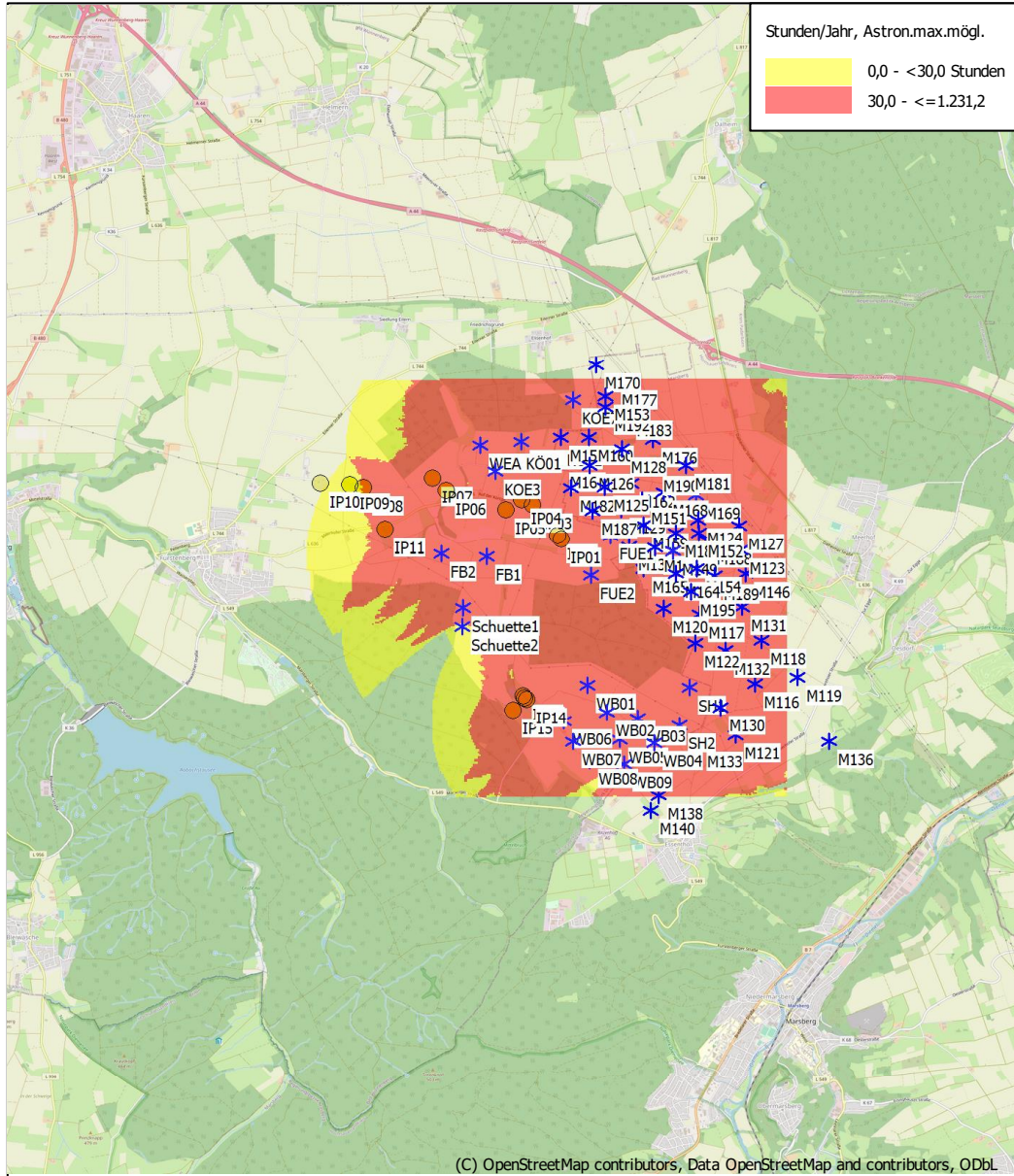
...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]
44	WB07	57:34
45	WB08	32:55
46	WB09	21:11
47	M127	0:00
48	M151	0:00
49	M152	0:00
50	M153	0:00
51	M154	0:00
52	M170	0:00
53	M176	17:57
54	M177	0:00
55	M181	0:00
56	M183	0:00
57	M190	17:56
58	M192	0:00
59	M195	0:00
60	KOE7	0:00
61	WEA K001	11:42
62	WEA K002	42:51
63	M149	0:00
64	M131	0:00
65	M132	0:00
66	M169	0:00
67	FB1	241:53
68	FB2	133:16
69	M138	0:00
70	M140	0:05
71	M136	0:00
72	M119	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 Wohlbedacht



Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:75.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 486.119 Nord: 5.706.779
* 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	100:34	01:12
IP02	87:17	01:09
IP03	05:08	00:17
IP04	00:00	00:00
IP05	00:00	00:00
IP06	16:37	00:24
IP07	00:00	00:00
IP08	00:00	00:00
IP09	00:00	00:00
IP10	00:00	00:00
IP11	12:29	00:26
IP12	00:00	00:00
IP13	00:00	00:00
IP14	00:00	00:00
IP15	00:00	00:00

An 5 der betrachteten 15 Schattenrezeptoren tritt zusätzlicher Schattenwurf durch die Neuplanung auf. An 2 Immissionsorten würden, die Richtwerte dabei durch die Neuplanung überschritten.

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

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

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:
15.11.2023 16:41/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Wohlbedacht
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	WEA-Typ			Schattendaten						
	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Hersteller Typ	Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Beschatt.-Bereich [m]	U/min
1	485.554	5.705.831	390,3	WEA11	Ja VESTAS V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
2	485.793	5.706.151	377,3	WEA12	Ja VESTAS V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
3	486.205	5.706.282	383,6	WEA13	Ja VESTAS V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
4	485.770	5.706.688	375,8	WEA15	Ja VESTAS V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
5	486.306	5.706.667	382,7	WEA16	Ja VESTAS V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-

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	486.250	5.705.361	393,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	486.274	5.705.337	393,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	486.298	5.705.313	392,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	486.119	5.705.170	395,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	100:34	120	1:12
B	IP02	87:17	111	1:09
C	IP03	5:08	24	0:17
D	IP04	0:00	0	0:00
E	IP05	0:00	0	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:
15.11.2023 16:41/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Wohlbedacht

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
F	IP06	16:37	50	0:24
G	IP07	0:00	0	0:00
H	IP08	0:00	0	0:00
I	IP09	0:00	0	0:00
J	IP10	0:00	0	0:00
K	IP11	12:29	38	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

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

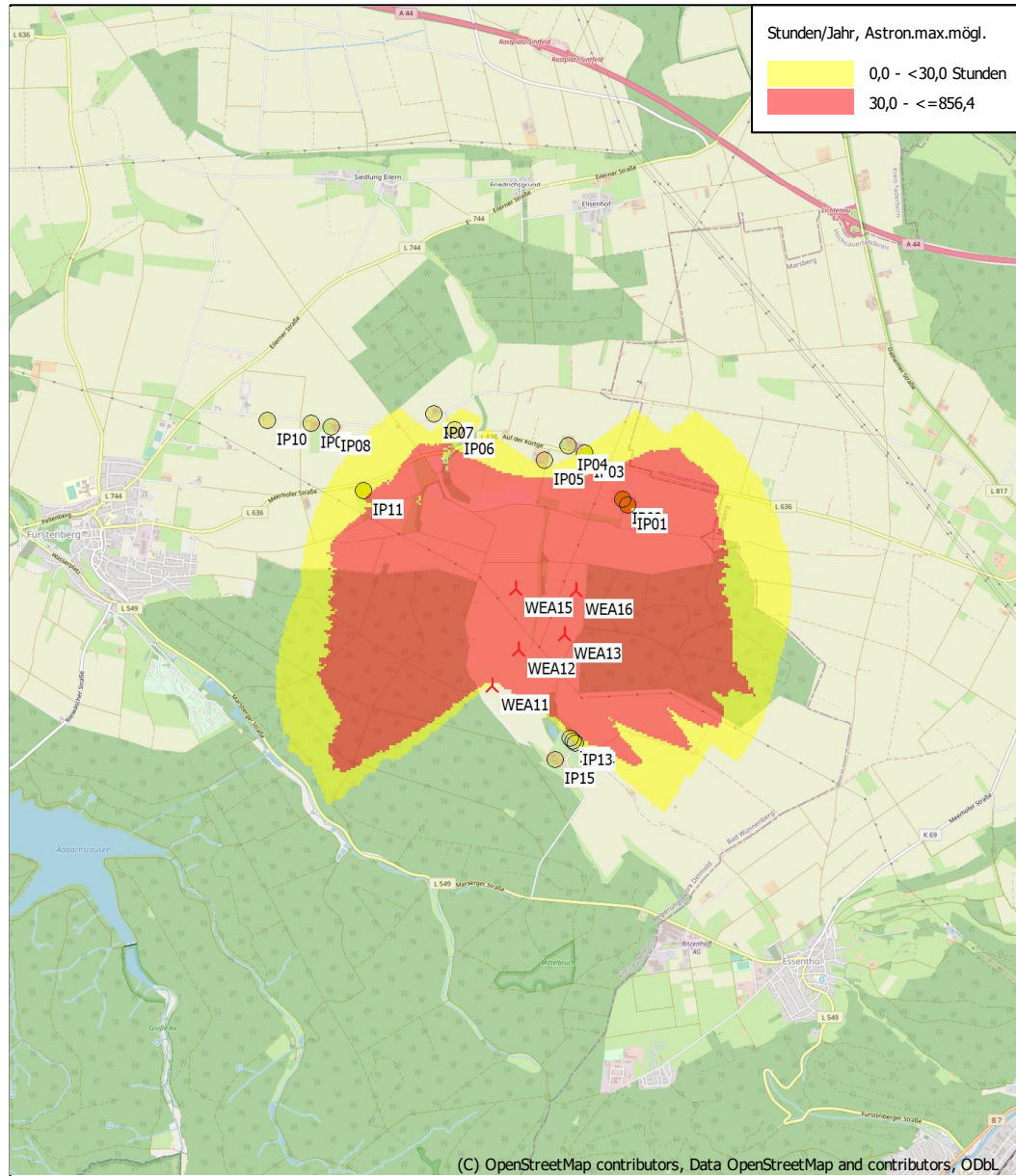
Nr.	Name	Maximal
		[h/a]
1	WEA11	0:00
2	WEA12	21:20
3	WEA13	7:54
4	WEA15	50:48
5	WEA16	94:24

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

Projekt:
Wohlbedacht_Finale Planung

Lizenziertes Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
 Vattmannstraße 6
 DE-33100 Paderborn
 +49 05251-68 25 80
 Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
 Berechnet:
 15.11.2023 16:41/4.0.423

SHADOW - Karte
Berechnung: ZB Wohlbedacht



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 485.760 Nord: 5.706.680
 Neue WEA Schattenrezeptor
 Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster

Zusatzbelastung WEA11

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:
 15.11.2023 16:48/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Wohlbedacht WEA 11

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 Koordinatengaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

	WEA-Typ			Schattendaten								
	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Beschatt.-Bereich [m]	U/min
1	485.554	5.705.831	390,3	WEA11	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]	[m]	
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	486.250	5.705.361	393,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	486.274	5.705.337	393,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	486.298	5.705.313	392,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	486.119	5.705.170	395,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		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	0:00	0	0:00
F	IP06	0:00	0	0:00
G	IP07	0:00	0	0:00
H	IP08	0:00	0	0:00
I	IP09	0:00	0	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:
15.11.2023 16:48/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Wohlbedacht WEA 11

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer				
Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
J	IP10	0:00	0	0:00
K	IP11	0:00	0	0:00
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

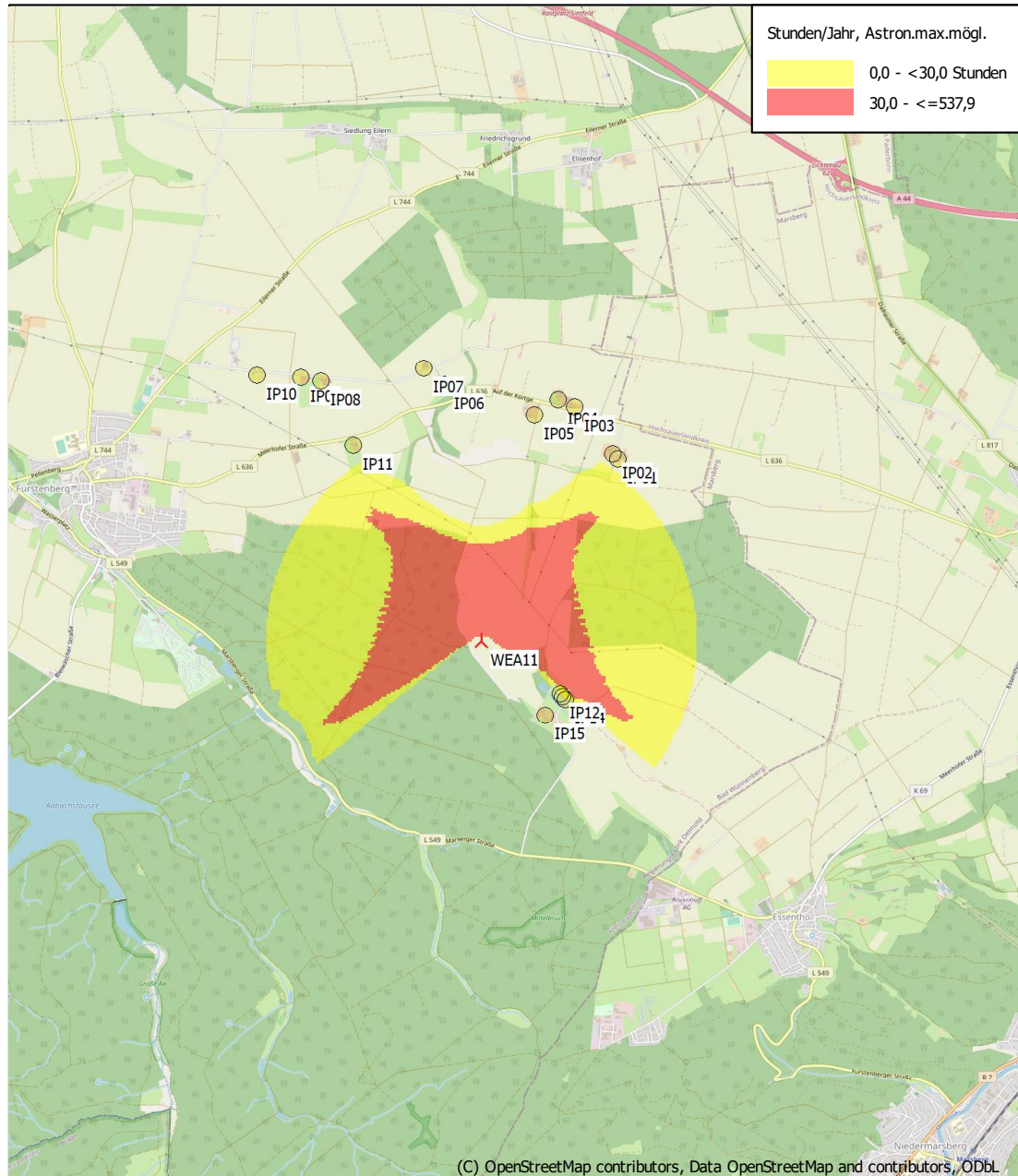
Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA11	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: ZB Wohlbedacht WEA 11



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 485.840 Nord: 5.706.280
 Neue WEA (red pin icon) Schattenrezeptor (yellow circle icon)

Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster

Zusatzbelastung WEA12

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:
 15.11.2023 16:49/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Wohlbedacht WEA 12
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 Koordinatengaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
				Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
1	485.793	5.706.151	377,3 WEA12	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]	[m]	
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	486.250	5.705.361	393,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	486.274	5.705.337	393,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	486.298	5.705.313	392,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	486.119	5.705.170	395,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	17:47	50	0:26
B	IP02	11:24	38	0:23
C	IP03	0:00	0	0:00
D	IP04	0:00	0	0:00
E	IP05	0:00	0	0:00
F	IP06	0:00	0	0:00
G	IP07	0:00	0	0:00
H	IP08	0:00	0	0:00
I	IP09	0:00	0	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:
15.11.2023 16:49/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Wohlbedacht WEA 12

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
J	IP10	0:00	0	0:00
K	IP11	0:00	0	0:00
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

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal
		[h/a]
1	WEA12	21:20

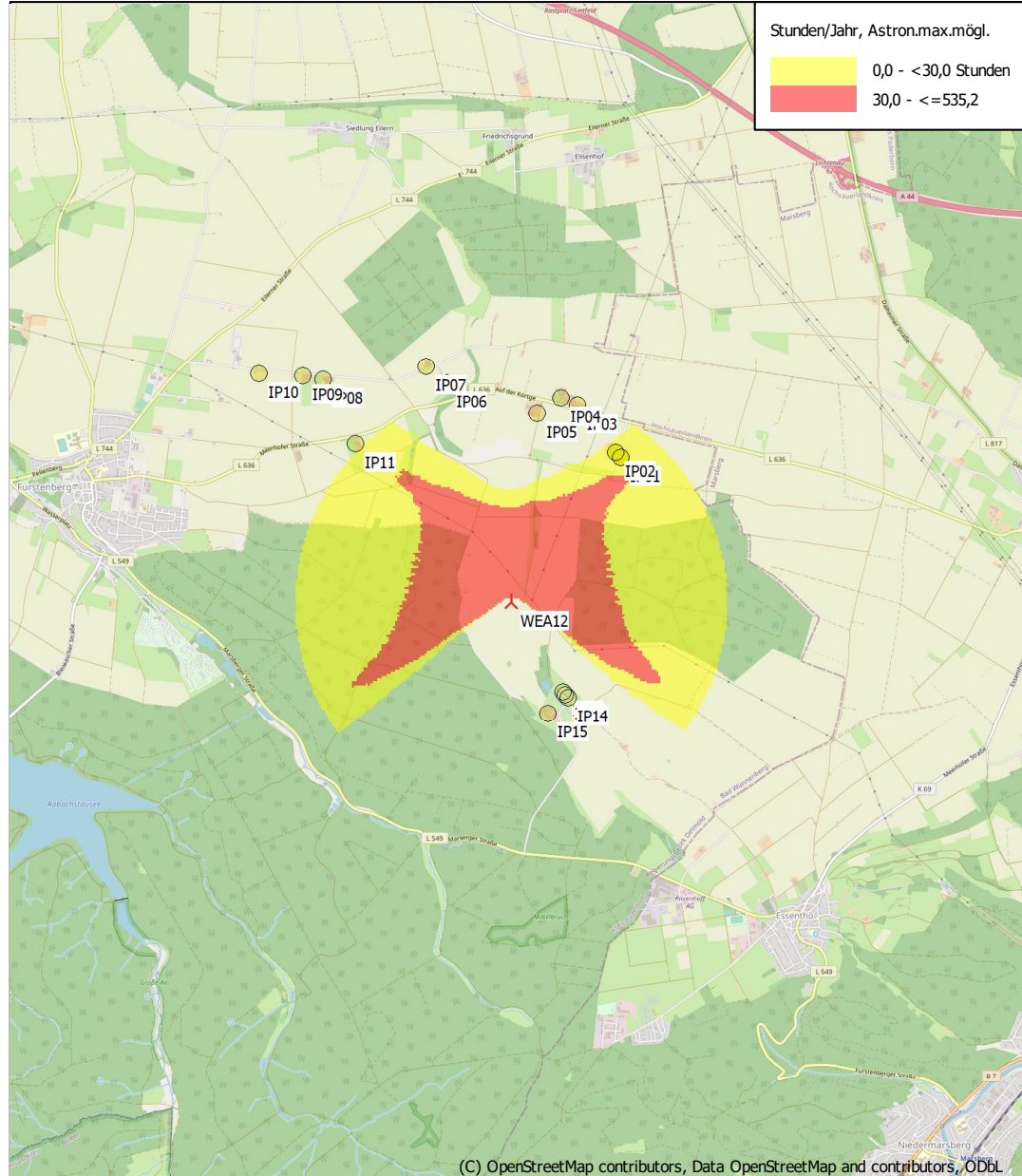
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Projekt:
Wohlbedacht_Finalre Planung

Lizenziertes Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
15.11.2023 16:49/4.0.423

SHADOW - Karte

Berechnung: ZB Wohlbedacht WEA 12



Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 485.840 Nord: 5.706.280
Neue WEA Schattenrezeptor
Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster

windPRO 4.0.423 | EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

16.11.2023 14:56 / 1



Zusatzbelastung WEA13

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:
 15.11.2023 16:50/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Wohlbedacht WEA 13

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 Koordinatengaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

WEA	Ost Nord Z			WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten		
	Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Typ	Beschatt.-Bereich [m]	U/min						
1	486.205	5.706.282	383,6	WEA13	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
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	486.250	5.705.361	393,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	486.274	5.705.337	393,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	486.298	5.705.313	392,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	486.119	5.705.170	395,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	7:54	28	0:21
B	IP02	0:00	0	0:00
C	IP03	0:00	0	0:00
D	IP04	0:00	0	0:00
E	IP05	0:00	0	0:00
F	IP06	0:00	0	0:00
G	IP07	0:00	0	0:00
H	IP08	0:00	0	0:00
I	IP09	0:00	0	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:
15.11.2023 16:50/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Wohlbedacht WEA 13

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer				
Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
J	IP10	0:00	0	0:00
K	IP11	0:00	0	0:00
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

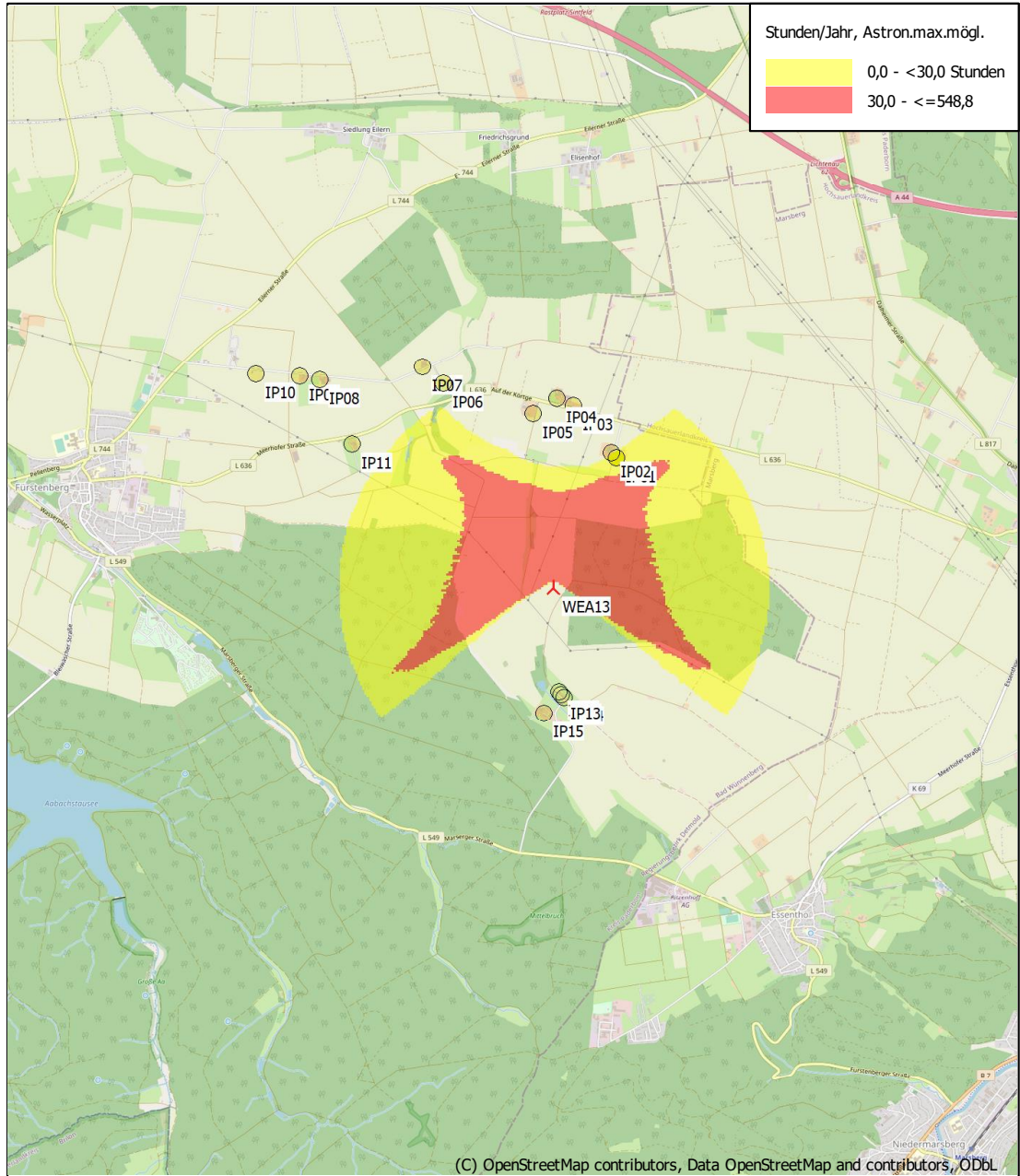
Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA13	7:54

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

SHADOW - Karte

Berechnung: ZB Wohlbedacht WEA 13



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 485.840 Nord: 5.706.280

Neue WEA Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster

Zusatzbelastung WEA15

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:
 15.11.2023 16:51/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Wohlbedacht WEA 15
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	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
				Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
1	485.770	5.706.688	375,8 WEA15	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]	[m]	
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	486.250	5.705.361	393,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	486.274	5.705.337	393,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	486.298	5.705.313	392,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	486.119	5.705.170	395,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	21:35	52	0:33
B	IP02	23:52	57	0:33
C	IP03	5:08	24	0:17
D	IP04	0:00	0	0:00
E	IP05	0:00	0	0:00
F	IP06	0:00	0	0:00
G	IP07	0:00	0	0:00
H	IP08	0:00	0	0:00
I	IP09	0:00	0	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:
15.11.2023 16:51/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Wohlbedacht WEA 15

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer				
Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
J	IP10	0:00	0	0:00
K	IP11	12:29	38	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

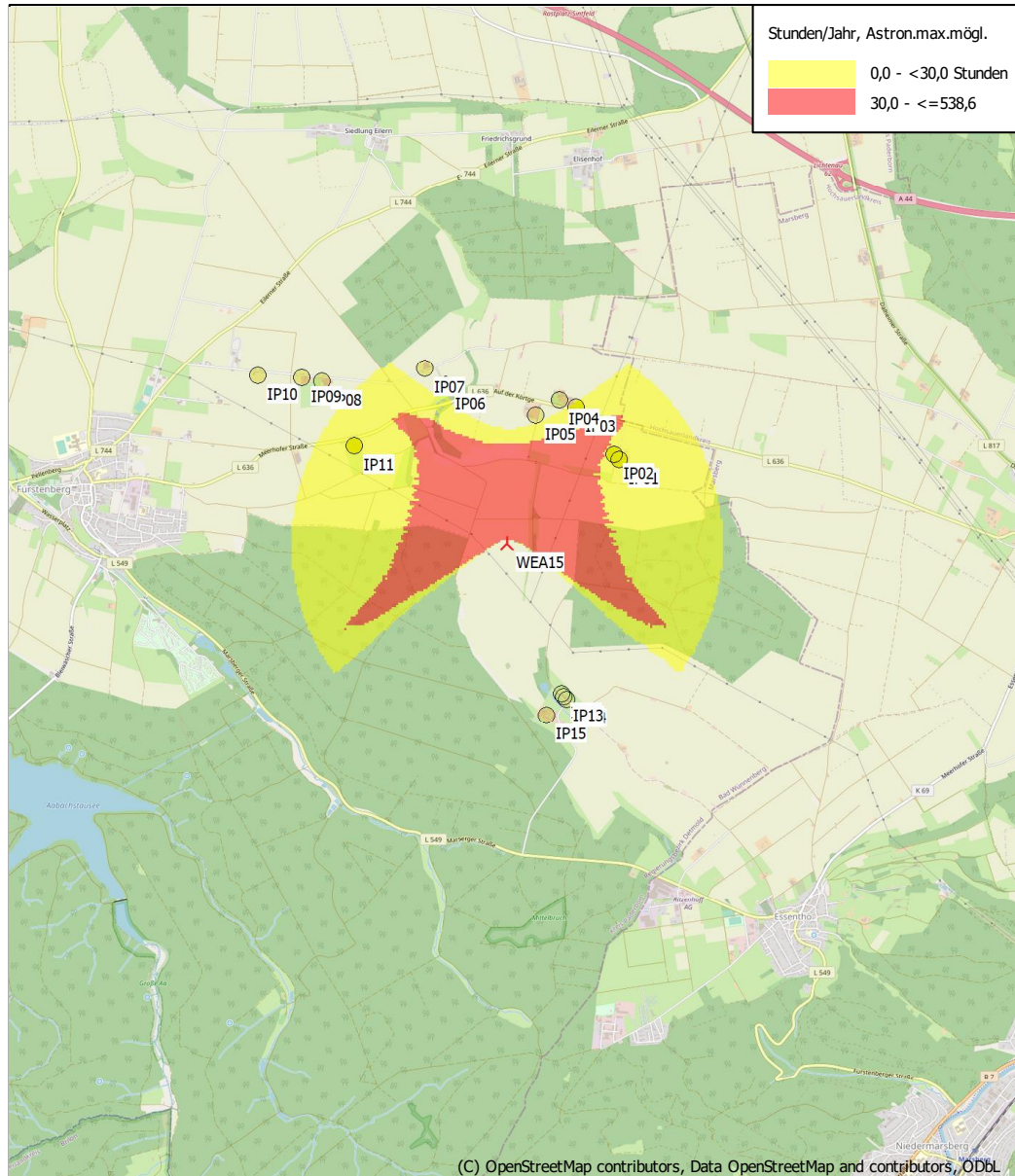
Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA15	50:48

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

SHADOW - Karte

Berechnung: ZB Wohlbedacht WEA15



0 500 1000 1500 2000 m
 Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 485.840 Nord: 5.706.280
 Neue WEA Schattenrezeptor
 Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster

Zusatzbelastung WEA16

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:
15.11.2023 16:50/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Wohlbedacht WEA 16
Annahmen für Schattenwurfberechnung

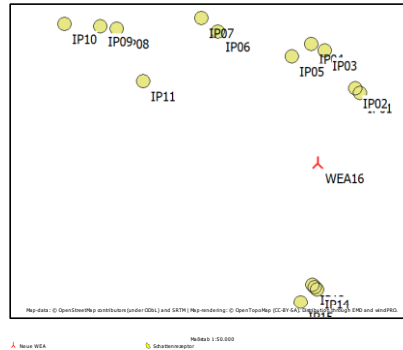
Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

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 [kW]	Rotor Durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten			
			Beschreibung	Aktuell	Hersteller				Typ	Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]	
1	486.306	5.706.667	382,7	WEA16	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe ü.Gr. [m]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [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	486.250	5.705.361	393,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	486.274	5.705.337	393,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	486.298	5.705.313	392,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	486.119	5.705.170	395,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	61:07	88	0:47
B	IP02	52:01	77	0:47
C	IP03	0:00	0	0:00
D	IP04	0:00	0	0:00
E	IP05	0:00	0	0:00
F	IP06	16:37	50	0:24
G	IP07	0:00	0	0:00
H	IP08	0:00	0	0:00
I	IP09	0:00	0	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:
15.11.2023 16:50/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Wohlbedacht WEA 16

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
J	IP10	0:00	0	0:00
K	IP11	0:00	0	0:00
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

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA16	94:24

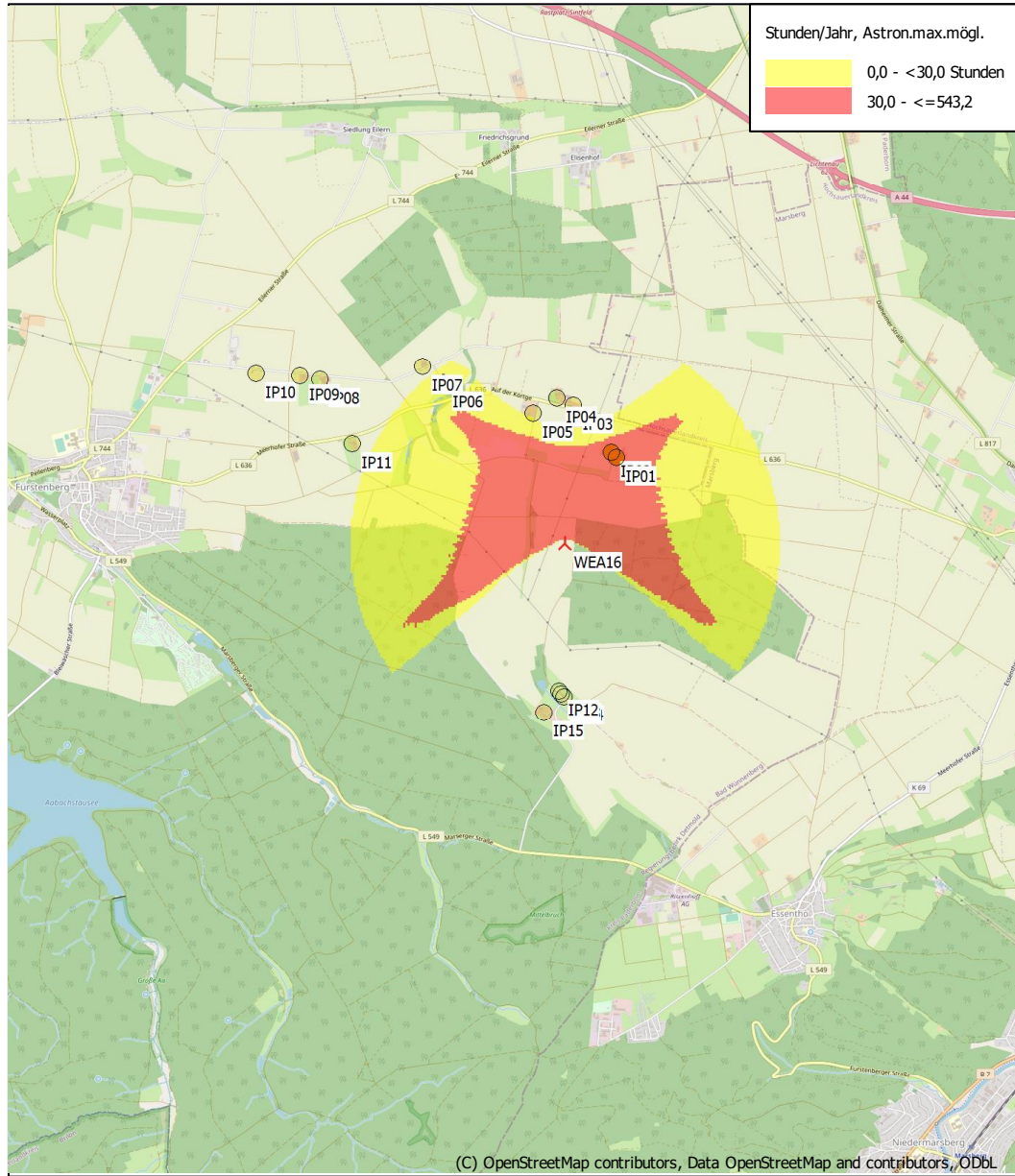
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Projekt:
Wohlbedacht_Finale Planung

Lizenziertes Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
15.11.2023 16:50/4.0.423

SHADOW - Karte

Berechnung: ZB Wohlbedacht WEA 16



Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 485.840 Nord: 5.706.280
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	312:03	01:53
IP02	302:09	01:44
IP03	250:00	01:21
IP04	228:30	01:06
IP05	192:15	01:10
IP06	123:51	01:35
IP07	63:31	00:30
IP08	30:34	00:29
IP09	13:57	00:26
IP10	00:00	00:00
IP11	62:44	01:09
IP12	128:58	01:08
IP13	140:04	01:11
IP14	153:34	01:13
IP15	112:24	01:08

An 13 der insgesamt 15 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.

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:
 16.11.2023 16:03/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB Wohlbedacht

Annahmen für Schattenschwurberechnung

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

	WEA-Typ			Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotor- durch- messer [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
	Ost	Nord	Z								Beschatt.- Bereich	U/min
			[m]								[m]	[U/min]
1	485.554	5.705.831	390,3	WEA11	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
2	485.793	5.706.151	377,3	WEA12	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
3	486.205	5.706.282	383,6	WEA13	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
4	485.770	5.706.688	375,8	WEA15	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
5	486.306	5.706.667	382,7	WEA16	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
6	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
7	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
8	488.473	5.705.480	426,9	SH1	Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	149,0	1.618	12,9
9	488.324	5.704.959	416,2	SH2	Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	149,0	1.618	12,9
10	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
11	487.413	5.707.474	377,9	FUE1	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
12	487.165	5.706.957	380,0	FUE2	Nein	ENERCON	E-126 EP4-4.200	4.200	127,0	135,0	2.074	12,4
13	488.119	5.706.515	399,3	M120	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
14	488.596	5.706.432	412,2	M117	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
15	489.427	5.706.092	416,3	M118	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
16	489.341	5.705.519	430,5	M116	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
17	488.867	5.705.205	428,2	M130	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
18	489.078	5.704.835	427,7	M121	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
19	488.541	5.706.054	420,4	M122	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	17,0
20	488.572	5.704.712	424,2	M133	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
21	486.760	5.708.784	353,3	M150	Nein	ENERCON	E-82-2.000	2.000	82,0	98,3	1.550	19,5
22	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
23	487.659	5.707.332	381,7	M137	Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
24	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
25	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
26	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
27	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
28	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
29	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
30	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
31	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
32	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
33	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
34	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
35	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
36	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
37	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
38	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

(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:
16.11.2023 16:03/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB Wohlbedacht

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
	[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
39	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
40	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
41	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
42	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
43	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
44	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
45	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
46	487.992	5.704.732	431,3	WB04	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
47	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
48	486.781	5.705.033	405,7	WB06	Nein	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	127,0	135,3	1.746	12,4
49	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
50	487.131	5.704.490	423,1	WB08	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
51	487.597	5.704.446	432,3	WB09	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
52	489.127	5.707.602	385,4	M127	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3	1.746	12,4
53	487.843	5.707.949	373,3	M151	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	75,6	995	29,0
54	488.594	5.707.508	382,0	M152	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	75,6	995	29,0
55	487.360	5.709.328	353,5	M153	Nein	VESTAS	V66-1.650/300	1.650	66,0	65,0	1.238	19,0
56	488.569	5.707.028	393,6	M154	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	73,3	996	29,0
57	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
58	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
59	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
60	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
61	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
62	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
63	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
64	488.483	5.706.736	401,4	M195	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
65	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
66	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
67	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
68	488.246	5.707.267	382,5	M149	Nein	ENERCON	E-58/10.58-1.000	1.000	58,0	89,0	1.346	24,0
69	489.157	5.706.529	403,7	M131	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
70	488.947	5.705.962	422,0	M132	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
71	488.555	5.708.013	370,9	M169	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
72	485.763	5.707.208	366,2	FB1	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	164,0	1.805	10,7
73	485.172	5.707.245	362,7	FB2	Nein	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
74	488.044	5.704.026	450,0	M138	Nein	ENERCON	E-40/6.44-600	600	44,0	50,0	837	34,5
75	487.936	5.703.819	444,5	M140	Nein	TACKE	TW 600-600/200	600	43,0	50,0	2.500	27,0
76	490.318	5.704.752	451,1	M136	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	20,0
77	489.897	5.705.603	423,8	M119	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
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	486.250	5.705.361	393,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	486.274	5.705.337	393,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	486.298	5.705.313	392,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	486.119	5.705.170	395,2	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:
16.11.2023 16:03/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB Wohlbedacht

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	312:03	357	1:53
B	IP02	302:09	342	1:44
C	IP03	250:00	357	1:21
D	IP04	228:30	348	1:06
E	IP05	192:15	320	1:10
F	IP06	123:51	171	1:35
G	IP07	63:31	168	0:30
H	IP08	30:34	90	0:29
I	IP09	13:57	42	0:26
J	IP10	0:00	0	0:00
K	IP11	62:44	131	1:09
L	IP12	128:58	207	1:08
M	IP13	140:04	219	1:11
N	IP14	153:34	236	1:13
O	IP15	112:24	202	1:08

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA11	0:00
2	WEA12	21:20
3	WEA13	7:54
4	WEA15	50:48
5	WEA16	94:24
6	Schuette1	12:19
7	Schuette2	0:00
8	SH1	0:00
9	SH2	0:00
10	KOE3	41:51
11	FUE1	60:28
12	FUE2	93:19
13	M120	6:34
14	M117	0:00
15	M118	0:00
16	M116	0:00
17	M130	0:00
18	M121	0:00
19	M122	0:00
20	M133	0:00
21	M150	0:00
22	M146	0:00
23	M137	10:55
24	M189	0:00
25	M164	7:18
26	M165	18:59
27	M187	36:05
28	M159	31:49
29	M186	10:26
30	M188	0:00
31	M123	0:00
32	M168	21:13
33	M162	17:38
34	M125	37:46
35	M182	112:29
36	M163	0:00
37	M160	0:00
38	M129	78:53
39	M124	0:00
40	M194	14:13
41	M128	37:07
42	M126	36:50
43	WB01	73:51

(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:
16.11.2023 16:03/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB Wohlbedacht

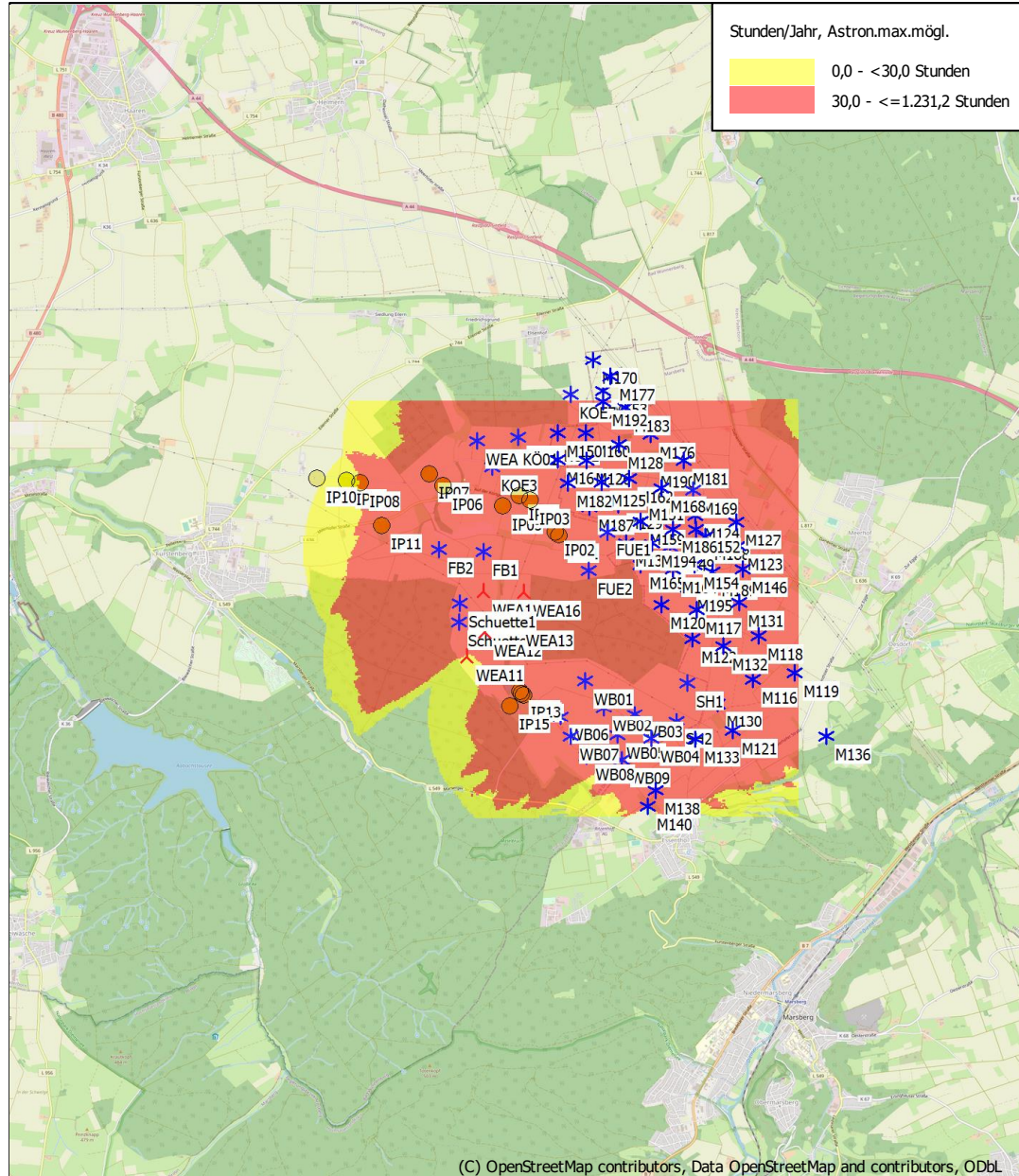
...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]
44	WB02	29:35
45	WB03	15:33
46	WB04	0:00
47	WB05	18:55
48	WB06	77:53
49	WB07	57:34
50	WB08	32:55
51	WB09	21:11
52	M127	0:00
53	M151	0:00
54	M152	0:00
55	M153	0:00
56	M154	0:00
57	M170	0:00
58	M176	17:57
59	M177	0:00
60	M181	0:00
61	M183	0:00
62	M190	17:56
63	M192	0:00
64	M195	0:00
65	KOE7	0:00
66	WEA KÖ01	11:42
67	WEA KÖ02	42:51
68	M149	0:00
69	M131	0:00
70	M132	0:00
71	M169	0:00
72	FB1	241:53
73	FB2	133:16
74	M138	0:00
75	M140	0:05
76	M136	0:00
77	M119	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: GB Wohlbedacht



Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:75.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 486.209 Nord: 5.706.709
 Neue WEA (red triangle) Existierende WEA (blue asterisk) Schattenrezeptor (yellow circle)
 Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster

Abschlussbetrachtung

Die Anlagen der Zusatzbelastung führen an 5 der insgesamt 15 untersuchten Immissionsorten zu zusätzlichem Schattenwurf. An allen diesen Immissionsorten 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 die WEA12, WEA13, WEA15 und WEA16 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,
Letzter Zugriff am 11.12.2019

Anhang

Kalender pro IP	1
Grafischer Kalender pro IP	18
Kalender pro WEA	21
Grafischer Kalender pro WEA	26