

Schattenwurfanalyse

für den Neubau und Betrieb
von drei Windenergieanlagen
des Typs

1x V172 – 7.2 MW

1x V162 – 6.2 MW

1x V136 – 4.2 MW

für den Standort
Schwaney Süd

Auftraggeber

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

Auftragnehmer

Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstr. 6
33100 Paderborn

Berichtnr.: LaPh-2023-46

Datum: 16.10.2023

Ergebnisüberblick

Der Auftraggeber Energieplan Ost West plant im Außenbereich der Gemeinde Altenbeken in der Gemarkung Schwaney den Neubau und Betrieb von insgesamt drei Windenergieanlagen.

Die WEA werden in der folgenden Konfiguration beantragt:

Tabelle 1 - Anlagenkonfiguration Zusatzbelastung

WEA	Typ	Nabenhöhe [m]	Vollbetrieb	Nennleistung [kW]
WEA07	Vestas V136-4.2 MW	166	PO1	4.200
WEA11	Vestas V162-6.2 MW	169	PO6200	6.200
WEA17	Vestas V172-7.2 MW	175	PO7200	7.200

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 28 Immissionspunkte betrachtet. In der Programmierung der Abschalteneinrichtung 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 27 der insgesamt 28 betrachteten Immissionsorte bereits durch Schattenwurf vorbelastet. An 21 der insgesamt 28 betrachteten Immissionsorten werden die Richtwerte durch die Vorbelastung überschritten. Die Anlagen der Zusatzbelastung führen an 12 der insgesamt 28 untersuchten Immissionsorten zu zusätzlichem Schattenwurf. Dabei tragen die WEA11 und die WEA17 zu Richtwertüberschreitungen bei. Durch die WEA07 kommt es an keinem der betrachteten Immissionsorte zu Richtwertüberschreitungen.

In der Ortschaft Schwaney kommt es neben den exemplarisch betrachteten Immissionspunkten auch an weiteren Gebäuden zu Überschreitungen. Diese sind in die Programmierung der Abschalteneinrichtung aufzunehmen.

Als Ergebnis der Schattenwurfprognose ist festzuhalten, dass die WEA11 und WEA17 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 16. Oktober 2023



Dr.-Ing. Jan Lackmann



Tido Hagen, B. Eng.

Inhaltsverzeichnis

Ergebnisüberblick	2
Inhaltsverzeichnis	4
Aufgabenbeschreibung	5
Projektübersicht	6
Grundlagen zum Nachweis von Schattenwurf	12
Eingangsparameter der Berechnung	13
Vorbelastung	14
Zusatzbelastung	20
<i>Zusatzbelastung WEA07</i>	<i>25</i>
<i>Zusatzbelastung WEA11</i>	<i>28</i>
<i>Zusatzbelastung WEA17</i>	<i>31</i>
Gesamtbelastung	34
Abschlussbetrachtung	40
Literaturverzeichnis	41
Anhang	42

Aufgabenbeschreibung

Der Auftraggeber Energieplan Ost West plant im Außenbereich der Gemeinde Altenbeken in der Gemarkung Schwaney den Neubau und Betrieb von insgesamt drei Windenergieanlagen.

Geplant sind eine WEA vom Typ Vestas V172-7.2MW, eine WEA vom Typ Vestas V162-6.2MW und eine WEA vom Typ Vestas V136-4.2MW. Koordinaten, Nabenhöhen und Betriebsmodi der Anlagen finden sich im Abschnitt Projektinhalte. Die Standorte der Neuplanungen sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

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

WEA	Ost	Nord	Z [m]	Typ	P	RD	NH
WEA07	493.894	5.727.319	327,1	Vestas V136-4.2 MW	4.200	136	166
WEA11	494.758	5.727.374	336,8	Vestas V162-6.2 MW	7.200	162	169
WEA17	492.581	5.728.278	290,2	Vestas V172-7.2 MW	6.200	172	175

Die Standorte der antragsgegenständlichen WEA sind in Abbildung 1 dargestellt.

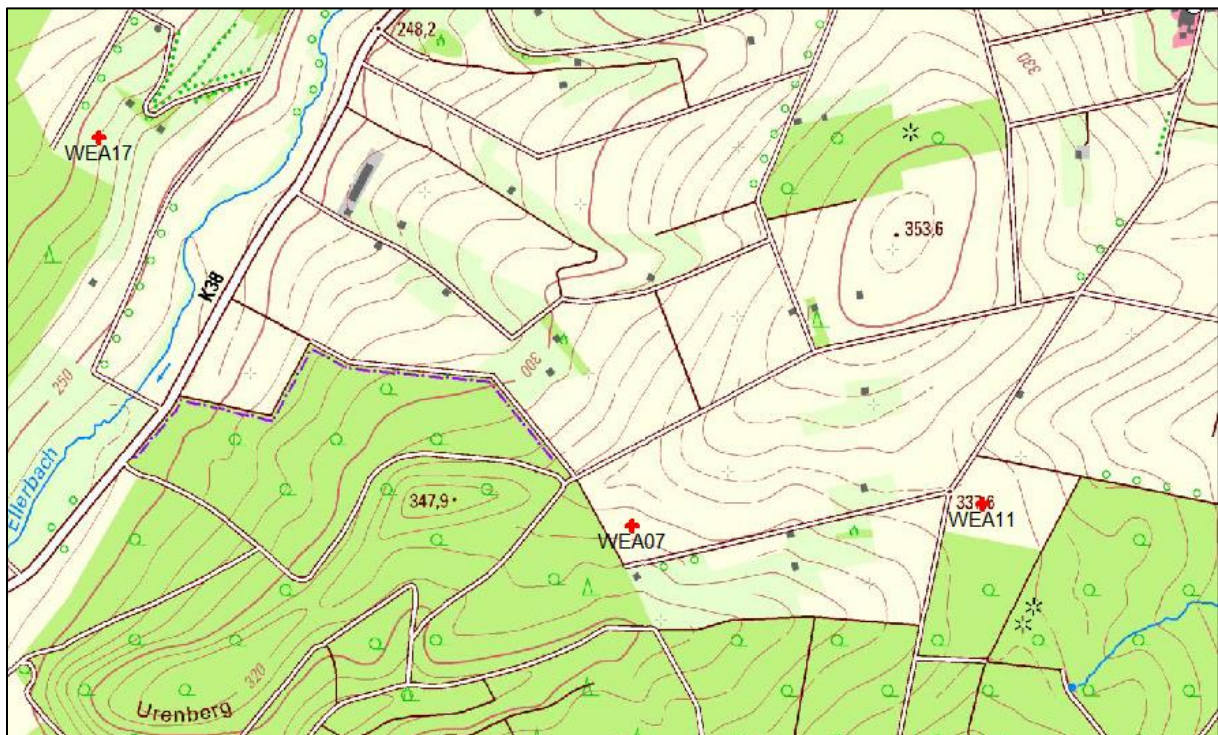


Abbildung 1: Standort Schwaney (Neuplanung: rot)

Als **Vorbelastung** werden die folgenden WEA berücksichtigt. Die Daten der Vorbelastung wurden von der Genehmigungsbehörde des Kreis Paderborn zur Verfügung gestellt.

WEA	Anlagentyp	Ost	Nord	Z [m]	NH [m]
00223-10-14	E-82 E2 TES-2.300	492.882	5.730.530	336,3	138,4
00356-13, 41133-15	E-82 E2 TES-2.300	490.290	5.728.565	271,8	138,4
00628-12-14	E-82 E2 TES-2.300	490.911	5.729.831	292,0	138,4
01538-12	E-70 E4 2,3 MW-2.300	490.772	5.730.198	287,1	113,5
02078-10-14 (1)	E-82 E2 TES-2.300	493.238	5.730.300	352,9	108,4
02078-10-14 (2)	E-82 E2 TES-2.300	493.284	5.730.015	353,0	108,4
02082-10	E-70 E4 2,3 MW-2.300	490.564	5.729.787	273,3	98,2
02346-12-14	E-82 E2 TES-2.300	490.924	5.729.498	290,0	138,4

WEA	Anlagentyp	Ost	Nord	Z [m]	NH [m]
02815-11,40569-21	E-82 E2 TES-2.300	491.176	5.729.693	301,3	138,4
02825-12, 40443-15	E-82 E2 TES-2.300	492.988	5.729.518	337,5	138,4
40114-21	E-147 EP5 E2-5.000	490.749	5.728.405	289,2	155,1
40273-20 (01)	E-147 EP5 E2-5.000	491.117	5.728.331	305,5	155,1
40274-20 (02)	E-147 EP5 E2-5.000	490.844	5.728.757	288,1	155,1
40275-20 (03)	E-147 EP5 E2-5.000	491.105	5.729.199	295,4	155,1
40310-21	E-138 EP3 E2-4.200	492.297	5.729.326	323,5	131,0
40318-23	V150-6.0-6.000	494.633	5.730.658	313,8	148,0
40319-23	V162-7.2-7.200	494.838	5.731.372	341,3	169,0
40320-23	V162-7.2-7.200	494.235	5.730.367	327,6	169,0
40321-23	V162-7.2-7.200	495.572	5.731.044	318,3	169,0
40353-16,42370-15(V)	E-82 E2 TES-2.300	492.760	5.730.271	332,0	138,4
40380-15	E-82 E2 TES-2.300	490.301	5.730.546	272,2	98,4
40422-20(42764-17)	E-147 EP5 4.3MW-4.300	494.128	5.731.068	331,6	126,4
40463-15	V112-3.3 Gridstreame- 3.300	490.273	5.729.987	268,4	140,0
40605-15, 41706-19	E-82 E2 TES-2.300	491.492	5.729.990	321,9	138,4
40744-22	E-82 E2 TES-2.300	492.257	5.729.874	327,1	84,6
40751-16	E-82 E2 TES-2.300	492.475	5.730.245	333,8	138,4
40769-19	E-138 EP3 E2-4.200	493.790	5.730.763	328,3	160,0
40828-22	N149/5.X-5.700	491.621	5.729.431	310,1	104,7
40829-22	N149/5.X-5.700	492.133	5.729.613	322,9	105,0
40972-,41972-18	E-82 E2 TES-2.300	490.552	5.730.004	276,9	138,4
41206-23	E-160 EP5 E3 R1-5.560	493.119	5.729.685	346,2	119,8
41256-19 (02)	E-138 EP3 E2-4.200	490.540	5.729.234	274,4	160,0
41403-19 (01)	E-147 EP5 4.3MW-4.300	490.459	5.728.882	273,2	155,1
41419-15,40726-19	E-82 E2 TES-2.300	490.206	5.729.629	264,9	138,4
41499-14	E-82 E2 TES-2.300	492.934	5.730.012	339,0	138,4
41734-21	E-115 EP3 E3-4.200	492.924	5.729.230	335,2	149,0
41776-19	E-82 E2 TES-2.300	490.453	5.730.346	279,5	138,4
41832-16,40727-19	E-82 E2 TES-2.300	490.213	5.730.272	272,9	138,4
42086-15	E-82 E2 TES-2.300	492.618	5.729.338	321,9	138,4
42241-21	N163/6.X-6.800	495.228	5.731.211	312,9	164,0
42299-15 (1)	E-82 E2 TES-2.300	490.214	5.729.364	265,1	138,4
42299-15 (2)	E-82 E2 TES-2.300	489.891	5.729.364	255,9	138,4
42299-15 (3)	E-82 E2 TES-2.300	490.110	5.729.075	260,0	138,4
42299-15 (4)	E-82 E2 TES-2.300	490.121	5.728.793	267,4	138,4
42613-14, 41973-18	E-115-3.000	492.148	5.730.417	336,5	149,0
888-95-14 A	E-40/5.40-500	492.631	5.730.531	339,7	50,0
888-95-14 B	E-40/5.40-500	492.433	5.730.560	341,1	65,0
Q12	TW 600-600/200	491.376	5.729.812	317,2	50,0
Q13	TW 600-600/200	491.340	5.729.981	316,9	50,0
Q14	TW 600e-600/200	491.358	5.730.181	319,3	60,0
WEA01	Vestas V172-7.2	494.031	5.728.700	316,6	175,0

WEA	Anlagentyp	Ost	Nord	Z [m]	NH [m]
WEA02	Vestas V172-7.2	493.386	5.728.145	267,3	175
WEA06	Vestas V162-6.2	494.539	5.728.001	353,2	169
WEA08	Vestas V150-5.6	494.492	5.727.618	343,8	169
WEA12	Vestas V136-4.2	495.125	5.727.795	330,9	166
WEA13	Vestas V172-7.2	495.507	5.727.572	299,4	175
WEA14	Vestas V162-6.2	493.787	5.727.698	318,0	169
WEA15	Vestas V172-7.2	492.953	5.727.695	252,6	175
WEA16	E-138 EP3 E3	492.650	5.728.729	326,0	160

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 – 4 dargestellt. Die Bezeichnung der Immissionsorte ist der Vergleichbarkeit halber bei gleichen Immissionsorten aus der ebenfalls erstellten Schallimmissionsprognose übernommen.

In Abbildung 6 ist der gesamte Projektinhalt in einer Übersicht dargestellt.

Immissionsort	Beschreibung	Ost	Nord	Z [m]
IP10	IP10 Ahlenmeier, Auf dem Heng 1, Altenbeken	492.563	5.729.826	323,0
IP11	IP11 Koch junior, Auf dem Heng 3a, Altenbeken	491.854	5.729.587	317,6
IP12	IP12 Koch, Auf dem Heng 3, Altenbeken	491.813	5.729.572	316,7
IP13	IP13 Koch Bernhard, Braun-sohle 25, Paderborn	491.607	5.728.816	321,4
IP14	IP14 Rössler, Braunsohle 23, Paderborn	491.528	5.728.806	322,0
IP15	IP15 Ellerweg 9, Altbeken	493.420	5.728.832	246,7
IP16	IP16 Ellerweg 10, Altenbeken	493.947	5.729.475	262,7
IP17	IP17 Ellerweg 6, Altenbeken	494.679	5.729.589	263,5
IP18	IP18 Am Knobbenberg (3), Baulücke, Altenbeken-Schwaney	495.156	5.729.763	272,1
IP19	IP19 Am Knobbenberg 6, Altenbeken-Schwaney	495.199	5.729.740	272,0
IP20	IP20 Westtorstr. 21, Altenbeken-Schwaney	495.008	5.729.358	261,4
IP21	IP21 Hellweg 35, Alt-enbeken-Schwaney	495.046	5.729.338	263,0
IP22	IP22 Urenberg 1, Altenbeken-Schwaney	492.291	5.727.318	239,5
IP23	IP23 Urenberg 4, Altenbeken	491.763	5.727.153	240,2
IP24	IP24 Urenberg 3, Altenbeken	491.729	5.727.143	242,5
IP26	IP26 Heinz-Küting Weg 20, Altenbeken	495.173	5.728.888	293,3
IP27	IP27 Heinz-Küting Weg 4, Altenbeken	495.116	5.729.042	287,3
IP28	IP28 Tannenweg 4, Altenbeken	496.385	5.728.481	287,1
IP29	IP29 Am Koksberg 15, Altenbeken	495.860	5.728.636	292,9
IP30	IP30, Am Saule 8, Altenbeken	495.280	5.728.607	288,6
IP31	IP31 Urenberg 2, Altenbeken-Schwaney	492.267	5.726.937	238,2
IP32	IP32 Neuenheerser Straße 1, Altenbeken-Schwaney	495.892	5.728.078	285,9
IP33	IP33 Neuenheerser Straße 2, Altenbeken-Schwaney	496.022	5.727.937	286,5
IP34	IP34 Neuenheerser Straße 3, Altenbeken-Schwaney	496.357	5.727.817	295,0
IP35	IP35 Westtorstraße 30, Altenbeken-Schwaney	494.523	5.729.363	257,6

Immissionsort	Beschreibung	Ost	Nord	Z [m]
IP36	IP36 Urenberg 6, Altenbeken-Schwaney	491.740	5.726.916	231,8
IP37	IP37 Urenberg 5, Altenbeken-Schwaney	491.710	5.726.860	230,8
IP38	IP38 Ellerstraße 125, Paderborn	491.686	5.726.824	230,3

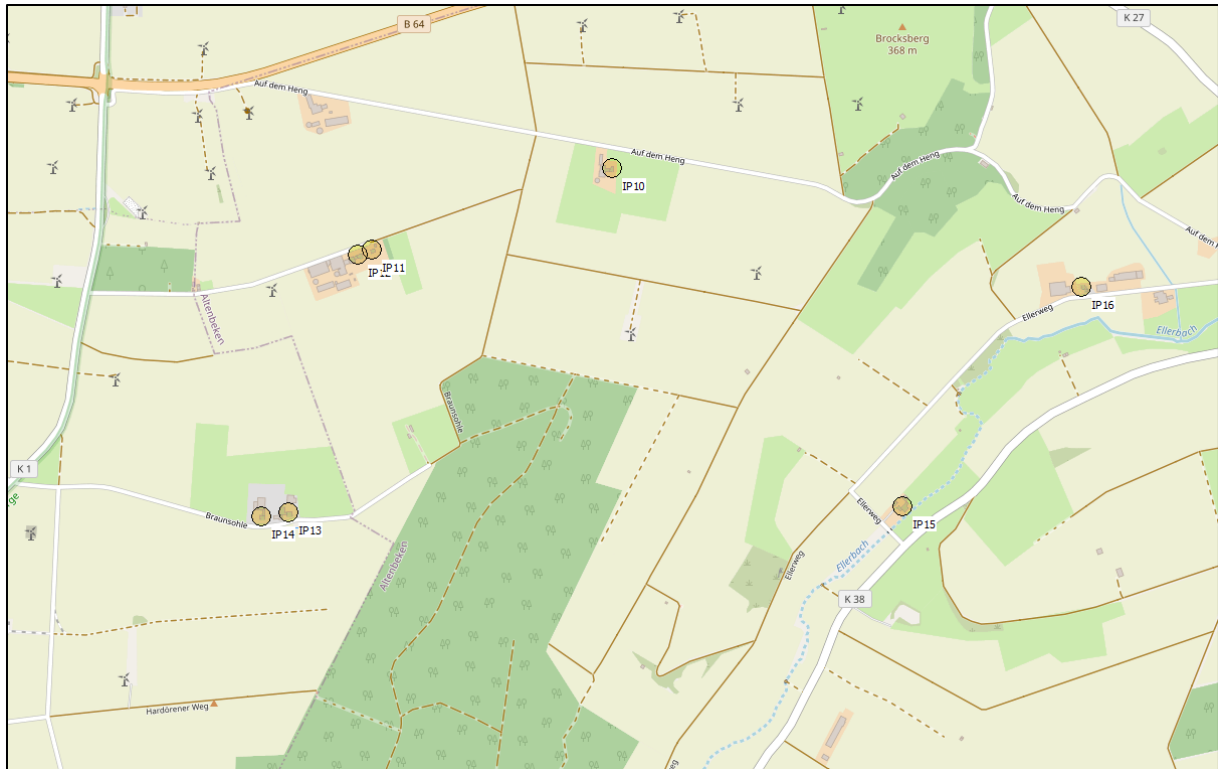


Abbildung 2 - Schattenrezeptoren IP10 – IP16

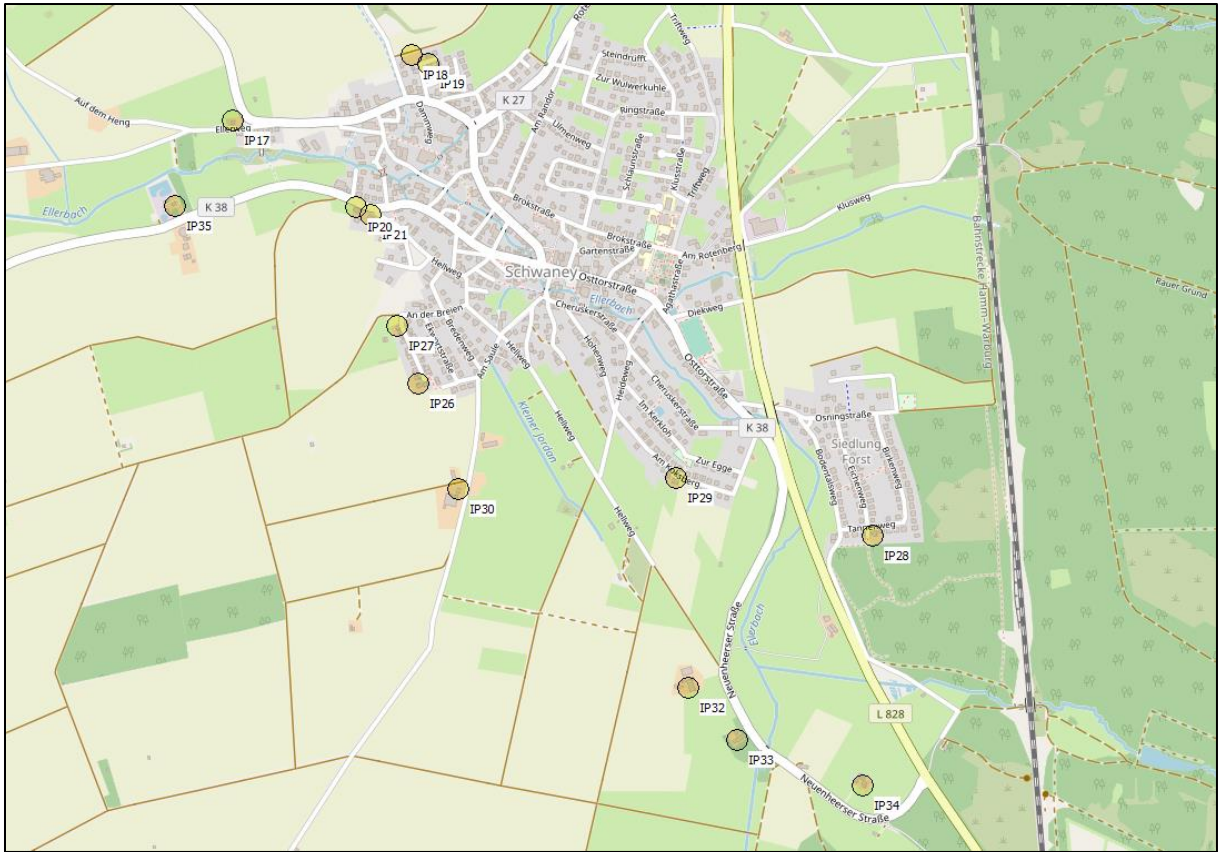


Abbildung 3 - Schattenrezeptoren IP17 – IP21, IP26 – IP30 und IP32 – IP35

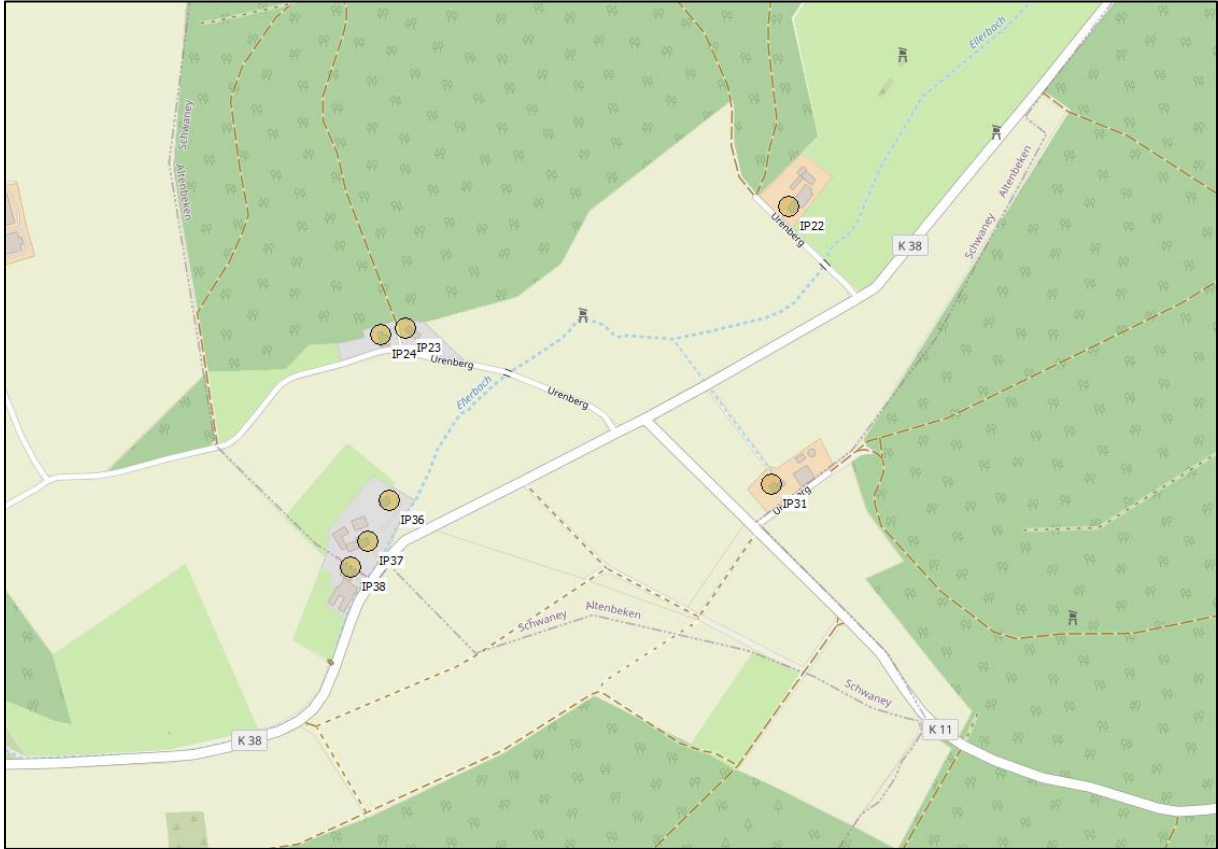


Abbildung 4 - Schattenrezeptoren IP22 – IP24, IP31 und IP36 – IP38

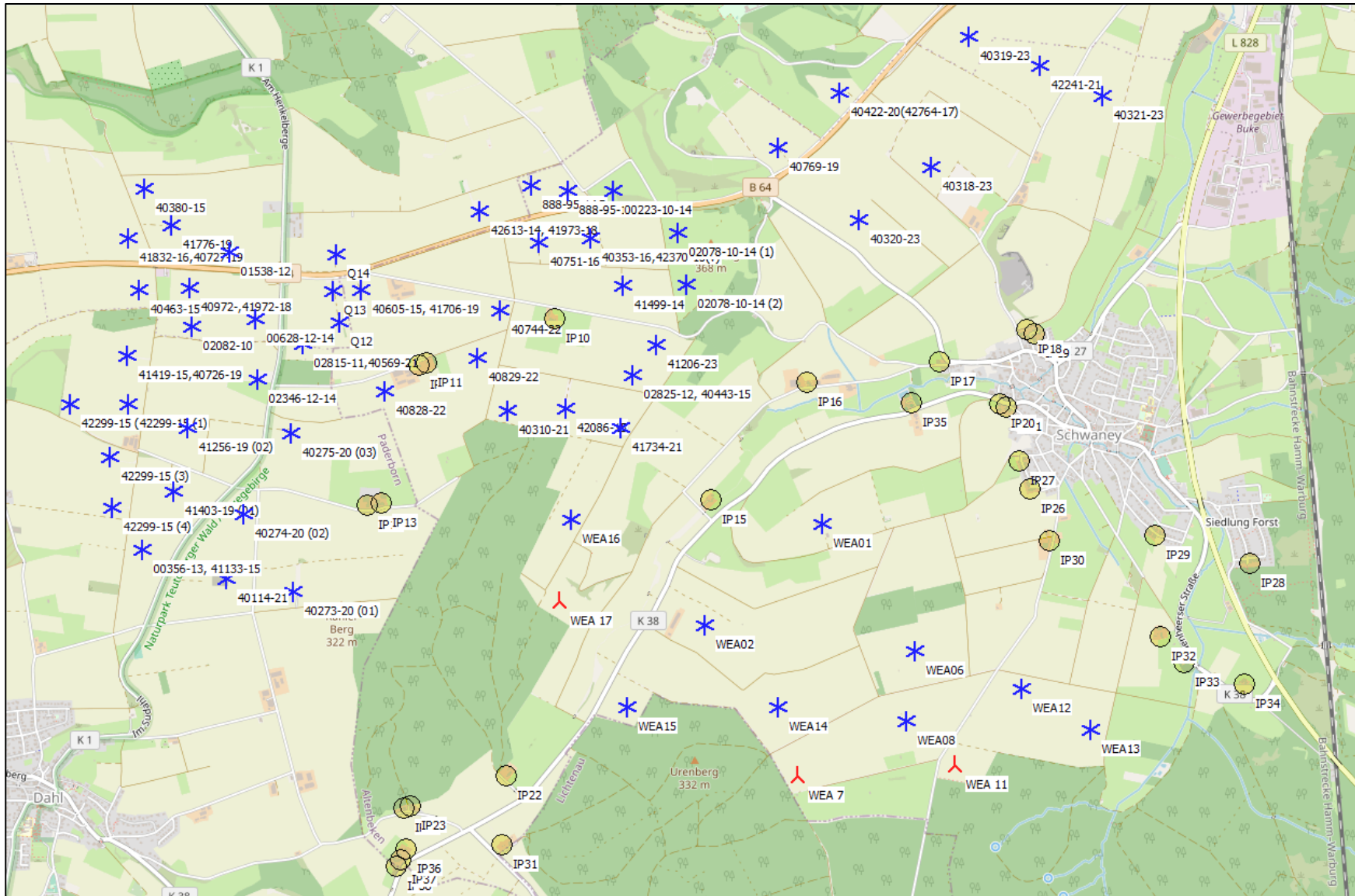


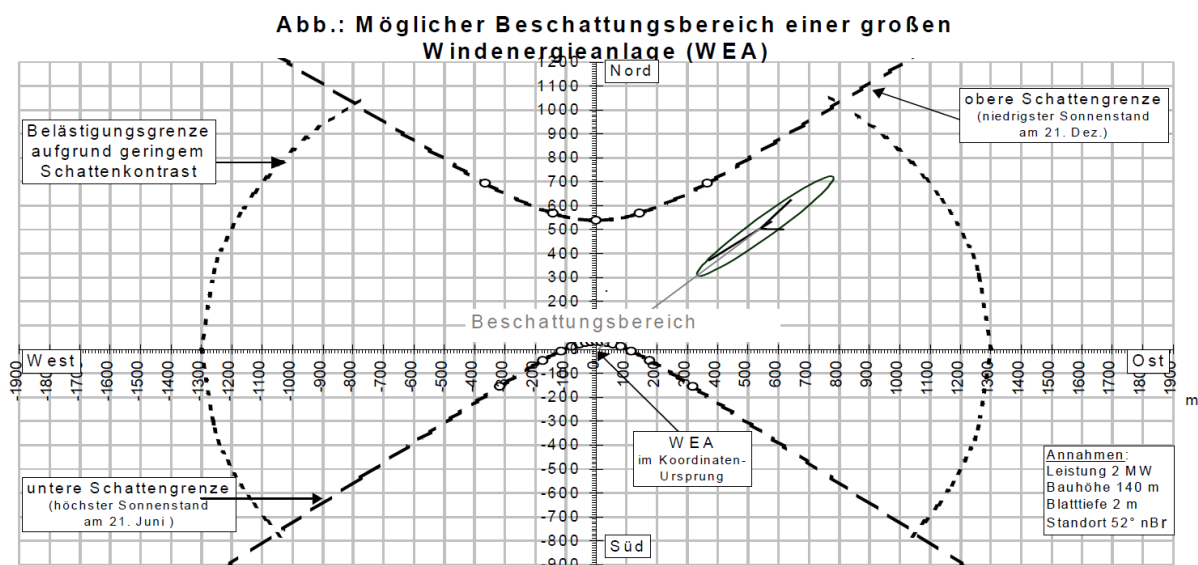
Abbildung 5 – Projektübersicht: Zusatzbelastung (rot), Vorbelastung (blau) und Immissionsorte

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 oder 30 Minuten pro Tag) an dem Immissionspunkt überschritten, sind die Zellen orange markiert.

Immissionspunkt	Astronom. Max. mögliche Beschattungsdauer	
	[Std/Jahr]	[Std/Tag]
IP10	503:49	02:18
IP11	725:52	03:41
IP12	761:25	03:56
IP13	217:12	01:33
IP14	239:37	01:35
IP15	261:37	01:44
IP16	175:33	00:57
IP17	57:49	00:37
IP18	17:10	00:27
IP19	15:41	00:26
IP20	25:36	00:34
IP21	27:53	00:33
IP22	22:50	00:25
IP23	38:59	00:32
IP24	37:51	00:32
IP26	80:50	00:57
IP27	70:25	00:52
IP28	44:32	00:33
IP29	54:35	00:42
IP30	121:41	01:01
IP31	21:52	00:24
IP32	120:24	01:02
IP33	97:32	01:03
IP34	55:06	00:59
IP35	103:46	00:53
IP36	8:37	00:20
IP37	2:47	00:12
IP38	0:00	00:00

Durch die WEA in der Umgebung sind 27 der insgesamt 28 betrachteten Immissionsorte durch Schattenwurf vorbelastet. An 21 der insgesamt 28 betrachteten Immissionsorte werden die Richtwerte von 30 Stunden/Jahr bzw. 30 Minuten/Tag durch die Vorbelastung überschritten. An diesen 21 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:

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:31/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd VB
Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

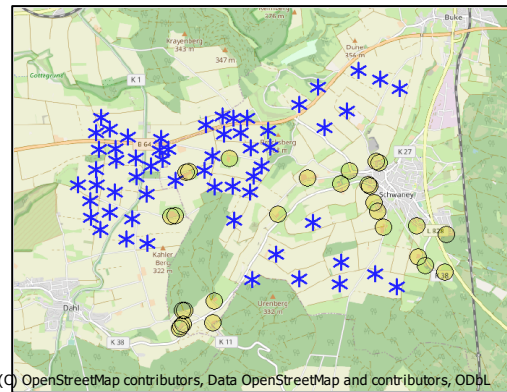
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

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: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32



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

Maßstab 1:100.000

* Existierende WEA ● Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Schattendaten				
					Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	492.882	5.730.530	336,3	00223-10-14	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
2	490.290	5.728.565	271,8	00356-13, 41133-15	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
3	490.911	5.729.831	292,0	00628-12-14	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
4	490.772	5.730.198	287,1	01538-12	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
5	493.238	5.730.300	352,9	02078-10-14 (1)	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0
6	493.284	5.730.015	353,0	02078-10-14 (2)	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0
7	490.564	5.729.787	273,3	02082-10	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	98,2	1.643	20,0
8	490.924	5.729.498	290,0	02346-12-14	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
9	491.176	5.729.693	301,3	02815-11,40569-21	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
10	492.988	5.729.518	337,5	02825-12, 40443-15	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
11	490.749	5.728.405	289,2	40114-21	Nein	ENERCON	E-147 EP5 E2-5.000	5.000	147,0	155,1	1.953	15,5
12	491.117	5.728.331	305,5	40273-20 (01)	Nein	ENERCON	E-147 EP5 E2-5.000	5.000	147,0	155,1	1.953	15,5
13	490.844	5.728.757	288,1	40274-20 (02)	Nein	ENERCON	E-147 EP5 E2-5.000	5.000	147,0	155,1	1.953	15,5
14	491.105	5.729.199	295,4	40275-20 (03)	Nein	ENERCON	E-147 EP5 E2-5.000	5.000	147,0	155,1	1.953	15,5
15	492.297	5.729.326	323,5	40310-21	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	13,0
16	494.633	5.730.658	313,8	40318-23	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	148,0	1.899	-
17	494.838	5.731.372	341,3	40319-23	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.037	9,5
18	494.235	5.730.367	327,6	40320-23	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.037	9,5
19	495.572	5.731.044	318,3	40321-23	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.037	9,5
20	492.760	5.730.271	332,0	40353-16,42370-15...	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
21	490.301	5.730.546	272,2	40380-15	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	98,4	1.602	18,0
22	494.128	5.731.068	331,6	40422-20(42764-17)	Ja	ENERCON	E-147 EP5 4.3MW-4.300	4.300	147,0	126,4	1.968	15,0
23	490.273	5.729.987	268,4	40463-15	Ja	VESTAS	V112-3.3 Gridstreame-3.300	3.300	112,0	140,0	1.708	13,1
24	491.492	5.729.990	321,9	40605-15, 41706-19	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
25	492.257	5.729.874	327,1	40744-22	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	84,6	1.602	18,0
26	492.475	5.730.245	333,8	40751-16	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
27	493.790	5.730.763	328,3	40769-19	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	13,0
28	491.621	5.729.431	310,1	40828-22	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	104,7	1.809	10,7
29	492.133	5.729.613	322,9	40829-22	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	105,0	1.809	10,7
30	490.552	5.730.004	276,9	40972-,41972-18	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
31	493.119	5.729.685	346,2	41206-23	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	119,8	1.785	9,6
32	490.540	5.729.234	274,4	41256-19 (02)	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	13,0
33	490.459	5.728.882	273,2	41403-19 (01)	Ja	ENERCON	E-147 EP5 4.3MW-4.300	4.300	147,0	155,1	1.966	15,0
34	490.206	5.729.629	264,9	41419-15,40726-19	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
35	492.934	5.730.012	339,0	41499-14	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
36	492.924	5.729.230	335,2	41734-21	Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	149,0	1.618	12,9
37	490.453	5.730.346	279,5	41776-19	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
38	490.213	5.730.272	272,9	41832-16,40727-19	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:31/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd V B

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotorhöhe	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
	[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
39	492.618	5.729.338	321,9	42086-15	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
40	495.228	5.731.211	312,9	42241-21	Ja	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
41	490.214	5.729.364	265,1	42299-15 (1)	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
42	489.891	5.729.364	255,9	42299-15 (2)	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
43	490.110	5.729.075	260,0	42299-15 (3)	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
44	490.121	5.728.793	267,4	42299-15 (4)	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
45	492.148	5.730.417	336,5	42613-14, 41973-18	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
46	492.631	5.730.531	339,7	888-95-14 A	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	50,0	898	38,0
47	492.433	5.730.560	341,1	888-95-14 B	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
48	491.376	5.729.812	317,2	Q12	Nein	TACKE	TW 600-600/200	600	43,0	50,0	2.500	27,0
49	491.340	5.729.981	316,9	Q13	Nein	TACKE	TW 600-600/200	600	43,0	50,0	2.500	27,0
50	491.358	5.730.181	319,3	Q14	Nein	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	2.500	24,0
51	494.031	5.728.700	316,6	WEA01	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
52	493.386	5.728.145	267,3	WEA02	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
53	494.539	5.728.001	353,2	WEA06	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.037	-
54	494.492	5.727.618	343,8	WEA08	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	169,0	1.897	-
55	495.125	5.727.795	330,9	WEA12	Ja	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	166,0	1.798	10,4
56	495.507	5.727.572	299,4	WEA13	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
57	493.787	5.727.698	318,0	WEA14	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.037	-
58	492.953	5.727.695	252,6	WEA15	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
59	492.650	5.728.729	326,0	WEA16	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	160,0	1.686	11,1

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	IP10	492.563	5.729.826	323,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP11	491.854	5.729.587	317,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP12	491.813	5.729.572	316,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP13	491.607	5.728.816	321,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP14	491.528	5.728.806	322,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP15	493.420	5.728.832	246,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP16	493.947	5.729.475	262,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP17	494.679	5.729.589	263,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP18	495.156	5.729.763	272,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP19	495.199	5.729.740	272,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP20	495.008	5.729.358	261,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP21	495.046	5.729.338	263,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP22	492.291	5.727.318	239,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP23	491.763	5.727.153	240,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP24	491.729	5.727.143	242,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP26	495.173	5.728.888	293,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP27	495.116	5.729.042	287,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP28	496.385	5.728.481	287,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	IP29	495.860	5.728.636	292,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP30	495.280	5.728.607	288,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP31	492.267	5.726.937	238,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP32	495.892	5.728.078	285,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W	IP33	496.022	5.727.937	286,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP34	496.357	5.727.817	295,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Y	IP35	494.523	5.729.363	257,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Z	IP36	491.740	5.726.916	231,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AA	IP37	491.710	5.726.860	230,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AB	IP38	491.686	5.726.824	230,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:31/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd V B

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP10	503:49	365	2:18
B	IP11	725:52	365	3:41
C	IP12	761:25	365	3:56
D	IP13	217:12	300	1:33
E	IP14	239:37	347	1:35
F	IP15	261:37	283	1:44
G	IP16	175:33	292	0:57
H	IP17	57:49	149	0:37
I	IP18	17:10	50	0:27
J	IP19	15:41	47	0:26
K	IP20	25:36	71	0:34
L	IP21	27:53	76	0:33
M	IP22	22:50	70	0:25
N	IP23	38:59	84	0:32
O	IP24	37:51	86	0:32
P	IP26	80:50	136	0:57
Q	IP27	70:25	116	0:52
R	IP28	44:32	127	0:33
S	IP29	54:35	157	0:42
T	IP30	121:41	184	1:01
U	IP31	21:52	63	0:24
V	IP32	120:24	184	1:02
W	IP33	97:32	141	1:03
X	IP34	55:06	95	0:59
Y	IP35	103:46	250	0:53
Z	IP36	8:37	32	0:20
AA	IP37	2:47	18	0:12
AB	IP38	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	00223-10-14	0:00
2	00356-13, 41133-15	2:57
3	00628-12-14	11:48
4	01538-12	10:57
5	02078-10-14 (1)	5:39
6	02078-10-14 (2)	32:48
7	02082-10	0:56
8	02346-12-14	8:28
9	02815-11,40569-21	25:42
10	02825-12, 40443-15	41:24
11	40114-21	51:28
12	40273-20 (01)	98:08
13	40274-20 (02)	60:54
14	40275-20 (03)	37:12
15	40310-21	205:08
16	40318-23	0:00
17	40319-23	0:00
18	40320-23	10:09
19	40321-23	0:00
20	40353-16,42370-15(V)	0:00
21	40380-15	0:00
22	40422-20(42764-17)	0:00
23	40463-15	3:26
24	40605-15, 41706-19	5:40
25	40744-22	104:52
26	40751-16	0:00
27	40769-19	0:00
28	40828-22	329:32
29	40829-22	386:08
30	40972-,41972-18	5:02

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:31/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd VB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]
31	41206-23	181:05
32	41256-19 (02)	39:23
33	41403-19 (01)	23:04
34	41419-15,40726-19	3:31
35	41499-14	9:15
36	41734-21	86:13
37	41776-19	5:45
38	41832-16,40727-19	0:00
39	42086-15	78:32
40	42241-21	0:00
41	42299-15 (1)	3:23
42	42299-15 (2)	0:00
43	42299-15 (3)	1:47
44	42299-15 (4)	1:54
45	42613-14, 41973-18	8:53
46	888-95-14 A	0:00
47	888-95-14 B	0:00
48	Q12	29:54
49	Q13	0:00
50	Q14	0:13
51	WEA01	319:50
52	WEA02	110:11
53	WEA06	167:50
54	WEA08	80:53
55	WEA12	119:53
56	WEA13	208:53
57	WEA14	90:23
58	WEA15	63:51
59	WEA16	83:08

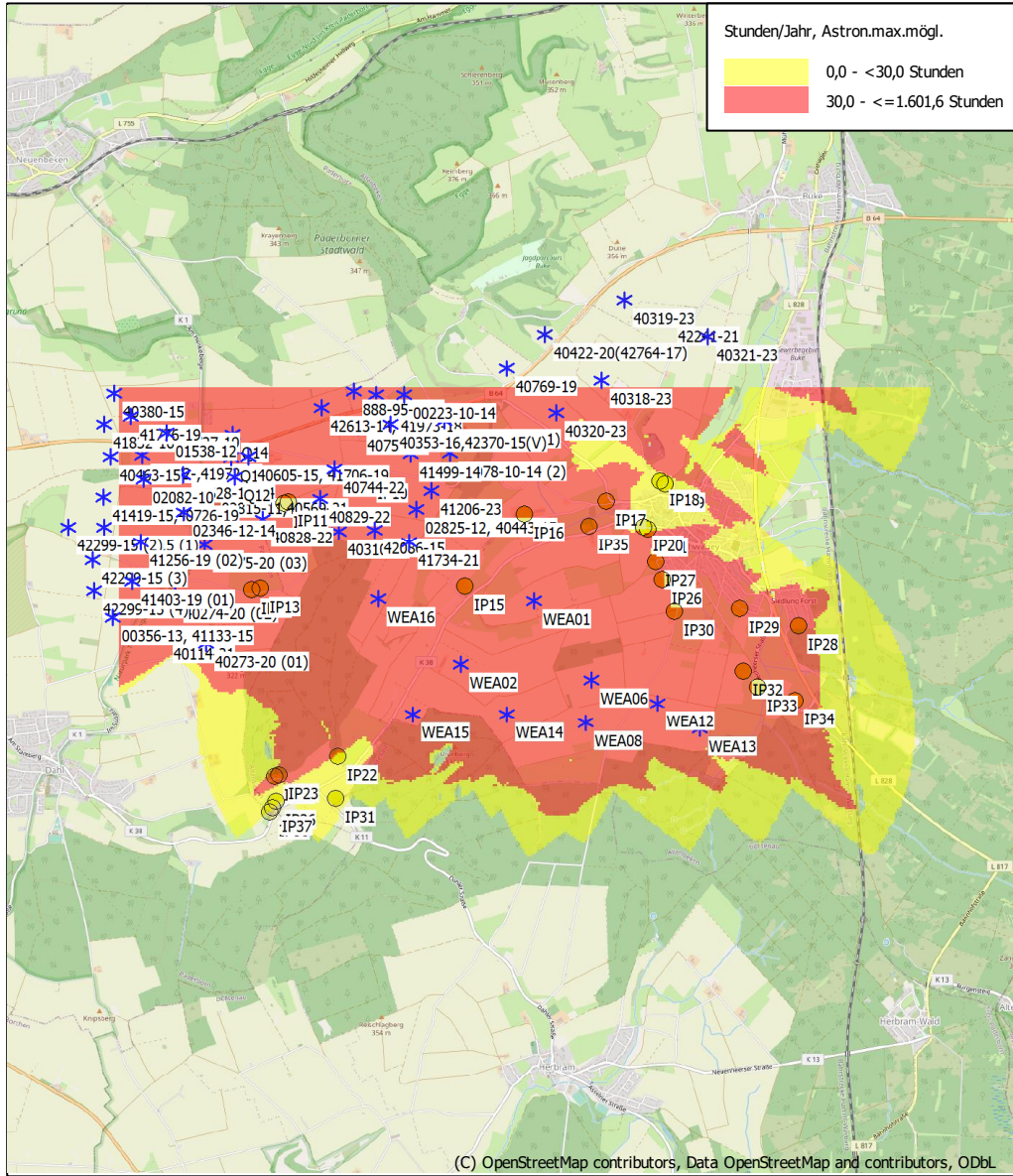
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:31/3.6.377

SHADOW - Karte

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd VB



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 493.826 Nord: 5.728.816

* Existierende WEA ● Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)

Zusatzbelastung

Als Zusatzbelastung werden die drei 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) 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]
IP10	0:00	00:00
IP11	0:00	00:00
IP12	0:00	00:00
IP13	23:24	00:36
IP14	20:07	00:34
IP15	39:16	00:39
IP16	13:05	00:23
IP17	0:00	00:00
IP18	0:00	00:00
IP19	0:00	00:00
IP20	0:00	00:00
IP21	0:00	00:00
IP22	6:35	00:20
IP23	0:00	00:00
IP24	0:00	00:00
IP26	0:00	00:00
IP27	0:00	00:00
IP28	7:36	00:20
IP29	23:17	00:24
IP30	7:01	00:19
IP31	7:36	00:19
IP32	14:13	00:28
IP33	12:09	00:26
IP34	8:17	00:22
IP35	0:00	00:00
IP36	0:00	00:00
IP37	0:00	00:00
IP38	0:00	00:00

An 12 der betrachteten 28 Schattenrezeptoren tritt zusätzlicher Schattenwurf durch die Neuplanung auf. An 3 Immissionsorten würden die Richtwerte dabei durch die Neuplanung überschritten.

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

IP	WEA07		WEA11		WEA17	
	[Std/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]	[Std/Tag]
IP10	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP11	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP12	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP13	00:00	00:00	00:00	00:00	23:24	00:36
IP14	00:00	00:00	00:00	00:00	20:07	00:34
IP15	00:00	00:00	12:48	00:20	02:28	00:39
IP16	00:00	00:00	00:00	00:00	13:05	00:23
IP17	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP18	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP19	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP20	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP21	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP22	06:35	00:20	00:00	00:00	00:00	00:00
IP23	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP24	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP26	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP27	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP28	00:00	00:00	07:36	00:20	00:00	00:00
IP29	00:00	00:00	23:17	00:24	00:00	00:00
IP30	00:00	00:00	07:01	00:19	00:00	00:00
IP31	07:36	00:19	00:00	00:00	00:00	00:00
IP32	00:00	00:00	14:13	00:28	00:00	00:00
IP33	00:00	00:00	12:09	00:26	00:00	00:00
IP34	00:00	00:00	08:17	00:22	00:00	00:00
IP35	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP36	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP37	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP38	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse aus WindPro einschließlich der Schattenwurfkarten für die Neuplanung dargestellt. Die kalendarischen Daten sind übersichtshalber im Anhang dargestellt.

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:23/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd ZB

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

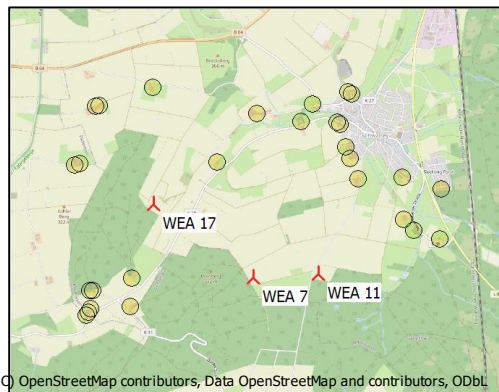
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

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: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32



WEA

	Ost Nord Z			WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
				Beschreibung	Aktuell	Hersteller Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
1	493.894	5.727.319	327,1	WEA 7	Ja	VESTAS V136-4.2-4.200	4.200	136,0	166,0	1.798	10,4
2	494.758	5.727.374	336,8	WEA 11	Ja	VESTAS V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.037	-
3	492.581	5.728.278	290,2	WEA 17	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	IP10	492.563	5.729.826	323,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP11	491.854	5.729.587	317,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP12	491.813	5.729.572	316,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP13	491.607	5.728.816	321,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP14	491.528	5.728.806	322,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP15	493.420	5.728.832	246,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP16	493.947	5.729.475	262,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP17	494.679	5.729.589	263,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP18	495.156	5.729.763	272,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP19	495.199	5.729.740	272,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP20	495.008	5.729.358	261,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP21	495.046	5.729.338	263,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP22	492.291	5.727.318	239,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP23	491.763	5.727.153	240,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP24	491.729	5.727.143	242,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP26	495.173	5.728.888	293,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP27	495.116	5.729.042	287,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP28	496.385	5.728.481	287,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	IP29	495.860	5.728.636	292,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP30	495.280	5.728.607	288,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP31	492.267	5.726.937	238,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP32	495.892	5.728.078	285,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W	IP33	496.022	5.727.937	286,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP34	496.357	5.727.817	295,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Y	IP35	494.523	5.729.363	257,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Z	IP36	491.740	5.726.916	231,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AA	IP37	491.710	5.726.860	230,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AB	IP38	491.686	5.726.824	230,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:23/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd ZB

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP10	0:00	0	0:00
B	IP11	0:00	0	0:00
C	IP12	0:00	0	0:00
D	IP13	23:24	50	0:36
E	IP14	20:07	46	0:34
F	IP15	39:16	103	0:39
G	IP16	13:05	44	0:23
H	IP17	0:00	0	0:00
I	IP18	0:00	0	0:00
J	IP19	0:00	0	0:00
K	IP20	0:00	0	0:00
L	IP21	0:00	0	0:00
M	IP22	6:35	26	0:20
N	IP23	0:00	0	0:00
O	IP24	0:00	0	0:00
P	IP26	0:00	0	0:00
Q	IP27	0:00	0	0:00
R	IP28	7:36	30	0:20
S	IP29	23:17	72	0:24
T	IP30	7:01	28	0:19
U	IP31	7:36	31	0:19
V	IP32	14:13	40	0:28
W	IP33	12:09	35	0:26
X	IP34	8:17	28	0:22
Y	IP35	0:00	0	0:00
Z	IP36	0:00	0	0:00
AA	IP37	0:00	0	0:00
AB	IP38	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA 7	14:11
2	WEA 11	83:02
3	WEA 17	68:42

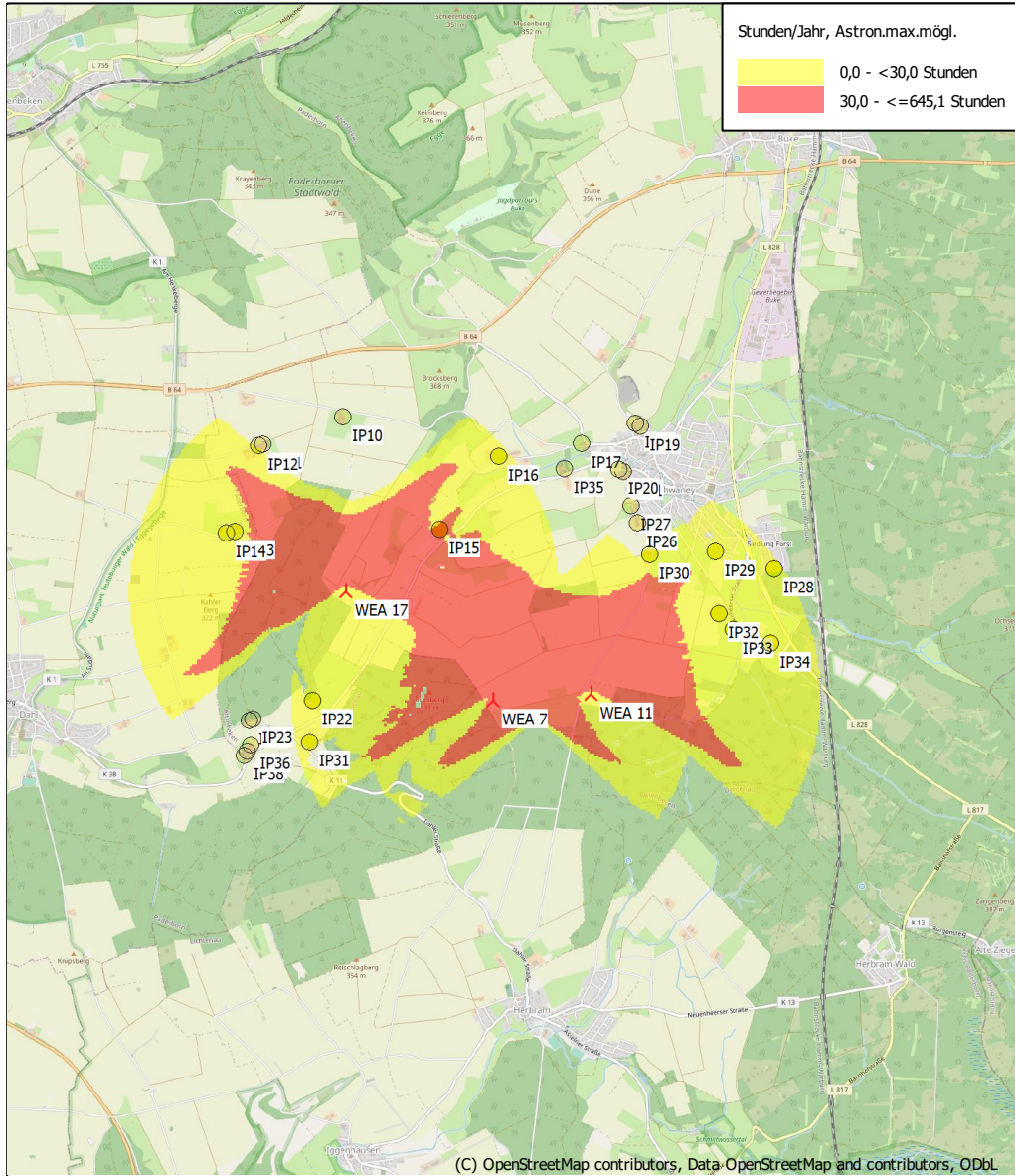
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:23/3.6.377

SHADOW - Karte

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd ZB



Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 494.060 Nord: 5.728.300
Neue WEA Schattenrezeptor
Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)

Zusatzbelastung WEA07

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:23/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd ZB WEA 07
Annahmen für Schattenwurfberechnung

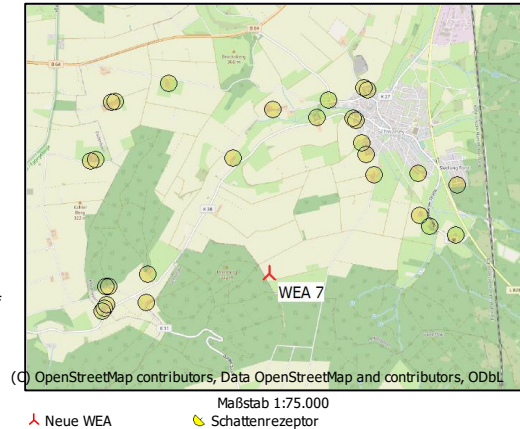
Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

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: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32



WEA

	Ost	Nord	Z	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
				Beschreibung	Aktuell	Hersteller				Bereich [m]	U/min
1	493.894	5.727.319	327,1	WEA 7	Ja	VESTAS	4.200	136,0	166,0	1.798	10,4

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	IP10	492.563	5.729.826	323,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP11	491.854	5.729.587	317,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP12	491.813	5.729.572	316,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP13	491.607	5.728.816	321,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP14	491.528	5.728.806	322,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP15	493.420	5.728.832	246,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP16	493.947	5.729.475	262,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP17	494.679	5.729.589	263,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP18	495.156	5.729.763	272,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP19	495.199	5.729.740	272,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP20	495.008	5.729.358	261,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP21	495.046	5.729.338	263,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP22	492.291	5.727.318	239,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP23	491.763	5.727.153	240,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP24	491.729	5.727.143	242,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP26	495.173	5.728.888	293,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP27	495.116	5.729.042	287,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP28	496.385	5.728.481	287,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	IP29	495.860	5.728.636	292,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP30	495.280	5.728.607	288,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP31	492.267	5.726.937	238,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP32	495.892	5.728.078	285,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W	IP33	496.022	5.727.937	286,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP34	496.357	5.727.817	295,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Y	IP35	494.523	5.729.363	257,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Z	IP36	491.740	5.726.916	231,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AA	IP37	491.710	5.726.860	230,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AB	IP38	491.686	5.726.824	230,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:23/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd ZB WEA 07

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP10	0:00	0	0:00
B	IP11	0:00	0	0:00
C	IP12	0:00	0	0:00
D	IP13	0:00	0	0:00
E	IP14	0:00	0	0:00
F	IP15	0:00	0	0:00
G	IP16	0:00	0	0:00
H	IP17	0:00	0	0:00
I	IP18	0:00	0	0:00
J	IP19	0:00	0	0:00
K	IP20	0:00	0	0:00
L	IP21	0:00	0	0:00
M	IP22	6:35	26	0:20
N	IP23	0:00	0	0:00
O	IP24	0:00	0	0:00
P	IP26	0:00	0	0:00
Q	IP27	0:00	0	0:00
R	IP28	0:00	0	0:00
S	IP29	0:00	0	0:00
T	IP30	0:00	0	0:00
U	IP31	7:36	31	0:19
V	IP32	0:00	0	0:00
W	IP33	0:00	0	0:00
X	IP34	0:00	0	0:00
Y	IP35	0:00	0	0:00
Z	IP36	0:00	0	0:00
AA	IP37	0:00	0	0:00
AB	IP38	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA 7	14:11

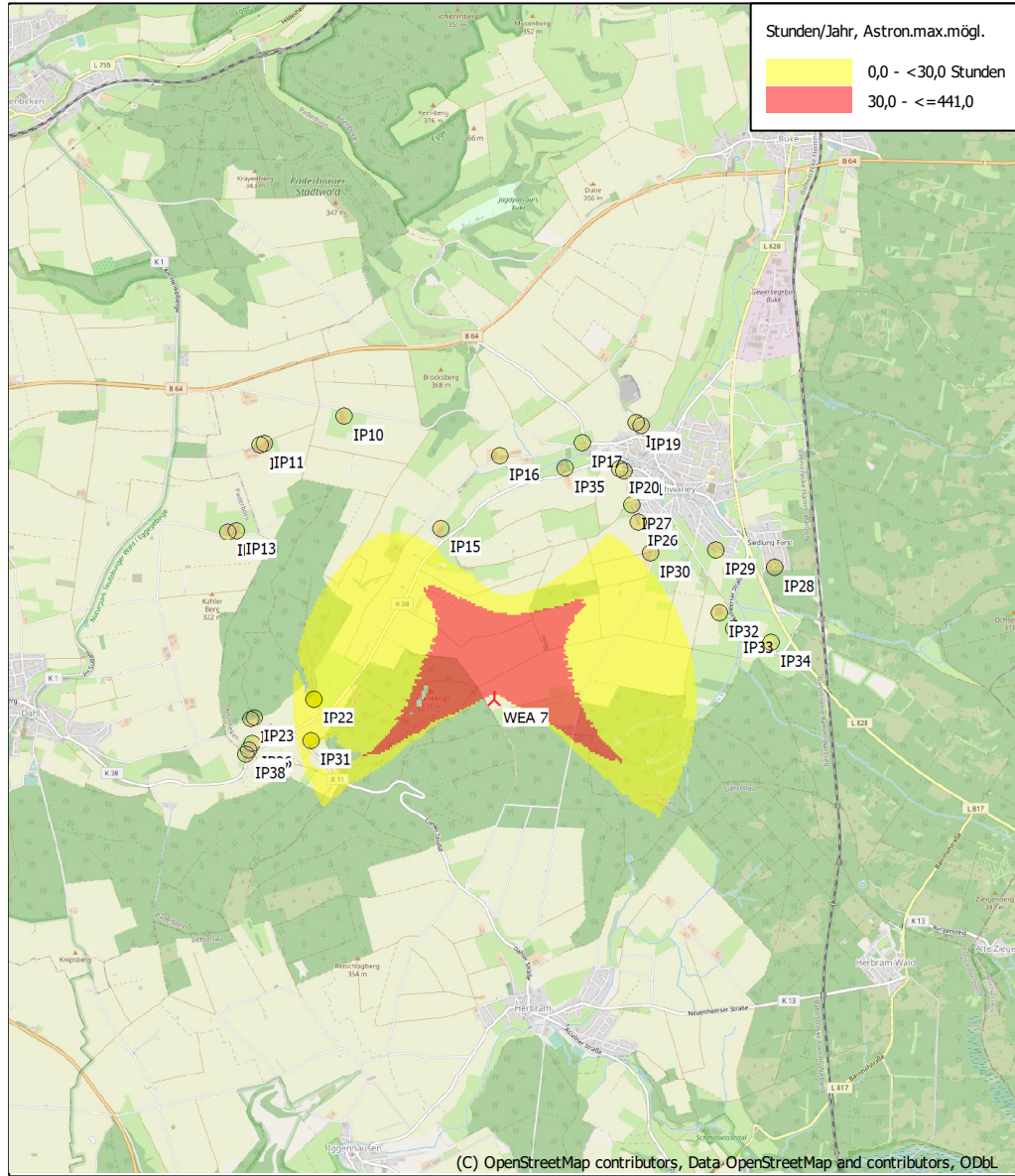
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:23/3.6.377

SHADOW - Karte

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd ZB WEA 07



Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 494.060 Nord: 5.728.300
▲ Neue WEA ● Schattenrezeptor
Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)

Zusatzbelastung WEA11

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:24/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd ZB WEA11

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

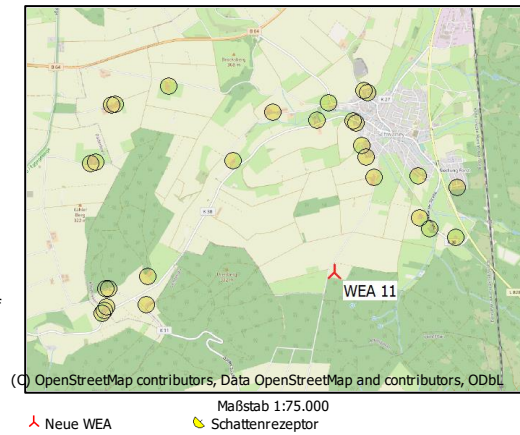
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

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: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32



WEA

	Ost		Nord		Z		Beschreibung		WEA-Typ		Hersteller Typ	Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	Aktuell		Beschatt.-Bereich [m]	U/min						
1	494.758	5.727.374	336,8	WEA 11	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.037	-				

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	IP10	492.563	5.729.826	323,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
B	IP11	491.854	5.729.587	317,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
C	IP12	491.813	5.729.572	316,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
D	IP13	491.607	5.728.816	321,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
E	IP14	491.528	5.728.806	322,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
F	IP15	493.420	5.728.832	246,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
G	IP16	493.947	5.729.475	262,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
H	IP17	494.679	5.729.589	263,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
I	IP18	495.156	5.729.763	272,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
J	IP19	495.199	5.729.740	272,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
K	IP20	495.008	5.729.358	261,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
L	IP21	495.046	5.729.338	263,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
M	IP22	492.291	5.727.318	239,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
N	IP23	491.763	5.727.153	240,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
O	IP24	491.729	5.727.143	242,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
P	IP26	495.173	5.728.888	293,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Q	IP27	495.116	5.729.042	287,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
R	IP28	496.385	5.728.481	287,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
S	IP29	495.860	5.728.636	292,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
T	IP30	495.280	5.728.607	288,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
U	IP31	492.267	5.726.937	238,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
V	IP32	495.892	5.728.078	285,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
W	IP33	496.022	5.727.937	286,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
X	IP34	496.357	5.727.817	295,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Y	IP35	494.523	5.729.363	257,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Z	IP36	491.740	5.726.916	231,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
AA	IP37	491.710	5.726.860	230,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
AB	IP38	491.686	5.726.824	230,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:24/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd ZB WEA 11

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP10	0:00	0	0:00
B	IP11	0:00	0	0:00
C	IP12	0:00	0	0:00
D	IP13	0:00	0	0:00
E	IP14	0:00	0	0:00
F	IP15	12:48	50	0:20
G	IP16	0:00	0	0:00
H	IP17	0:00	0	0:00
I	IP18	0:00	0	0:00
J	IP19	0:00	0	0:00
K	IP20	0:00	0	0:00
L	IP21	0:00	0	0:00
M	IP22	0:00	0	0:00
N	IP23	0:00	0	0:00
O	IP24	0:00	0	0:00
P	IP26	0:00	0	0:00
Q	IP27	0:00	0	0:00
R	IP28	7:36	30	0:20
S	IP29	23:17	72	0:24
T	IP30	7:01	28	0:19
U	IP31	0:00	0	0:00
V	IP32	14:13	40	0:28
W	IP33	12:09	35	0:26
X	IP34	8:17	28	0:22
Y	IP35	0:00	0	0:00
Z	IP36	0:00	0	0:00
AA	IP37	0:00	0	0:00
AB	IP38	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA 11	83:02

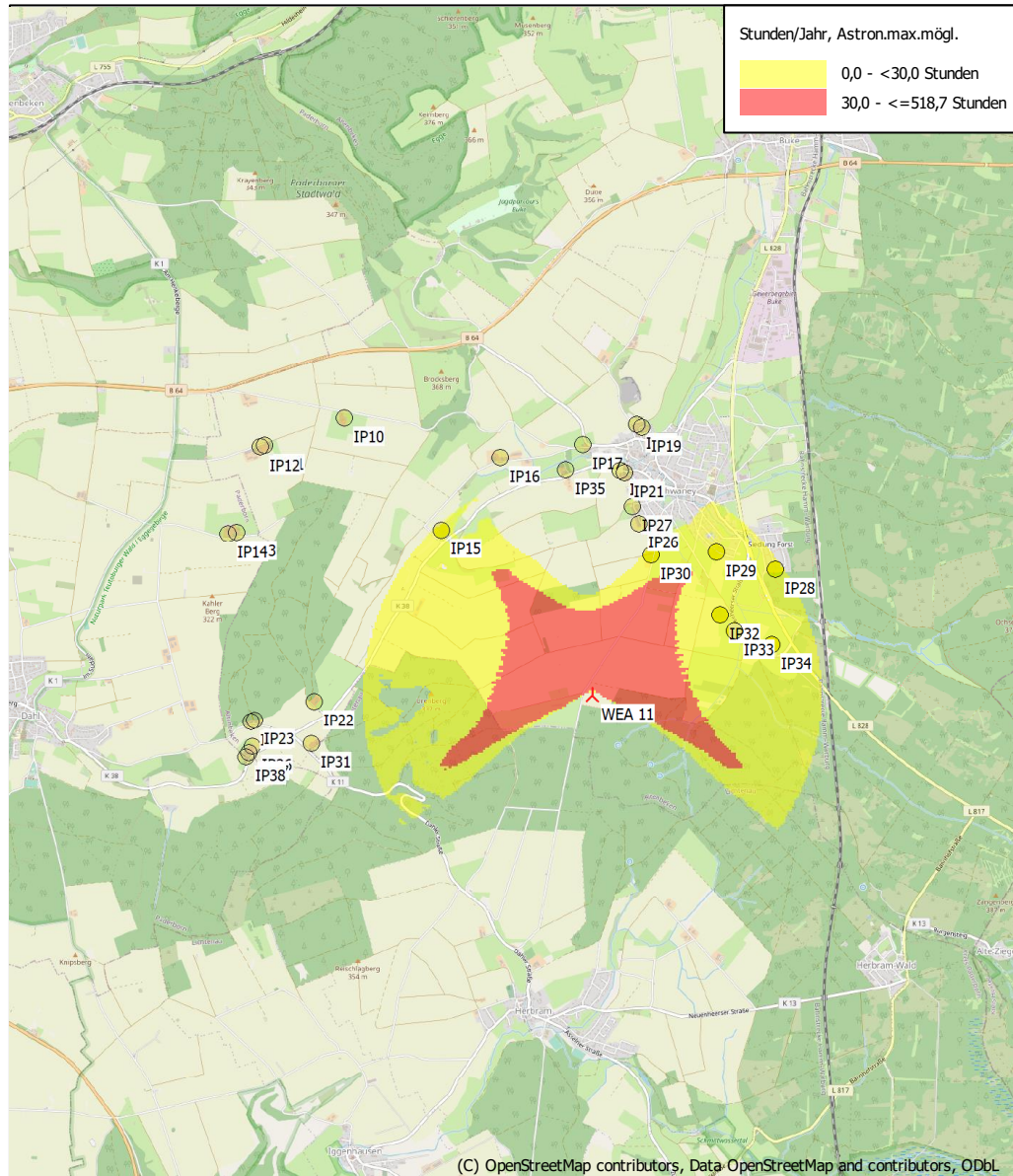
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:24/3.6.377

SHADOW - Karte

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd ZB WEA 11



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 494.060 Nord: 5.728.300
▲ Neue WEA ● Schattenrezeptor
Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)

windPRO 3.6.377 | EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

13.10.2023 11:26 / 1



Zusatzbelastung WEA17

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:25/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd ZB WEA 17

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

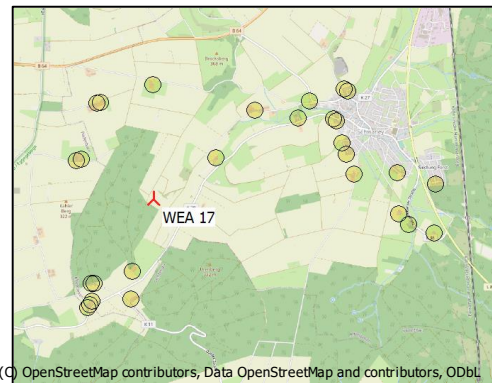
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

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: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32



Maßstab 1:75.000
Neue WEA Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
1	492.581	5.728.278	290,2	WEA 17	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]	[m]	[°]		[m]
A	IP10	492.563	5.729.826	323,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP11	491.854	5.729.587	317,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP12	491.813	5.729.572	316,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP13	491.607	5.728.816	321,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP14	491.528	5.728.806	322,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP15	493.420	5.728.832	246,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP16	493.947	5.729.475	262,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP17	494.679	5.729.589	263,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP18	495.156	5.729.763	272,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP19	495.199	5.729.740	272,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP20	495.008	5.729.358	261,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP21	495.046	5.729.338	263,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP22	492.291	5.727.318	239,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP23	491.763	5.727.153	240,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP24	491.729	5.727.143	242,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP26	495.173	5.728.888	293,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP27	495.116	5.729.042	287,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP28	496.385	5.728.481	287,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	IP29	495.860	5.728.636	292,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP30	495.280	5.728.607	288,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP31	492.267	5.726.937	238,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP32	495.892	5.728.078	285,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W	IP33	496.022	5.727.937	286,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP34	496.357	5.727.817	295,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Y	IP35	494.523	5.729.363	257,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Z	IP36	491.740	5.726.916	231,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AA	IP37	491.710	5.726.860	230,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AB	IP38	491.686	5.726.824	230,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:25/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd ZB WEA 17

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP10	0:00	0	0:00
B	IP11	0:00	0	0:00
C	IP12	0:00	0	0:00
D	IP13	23:24	50	0:36
E	IP14	20:07	46	0:34
F	IP15	26:28	53	0:39
G	IP16	13:05	44	0:23
H	IP17	0:00	0	0:00
I	IP18	0:00	0	0:00
J	IP19	0:00	0	0:00
K	IP20	0:00	0	0:00
L	IP21	0:00	0	0:00
M	IP22	0:00	0	0:00
N	IP23	0:00	0	0:00
O	IP24	0:00	0	0:00
P	IP26	0:00	0	0:00
Q	IP27	0:00	0	0:00
R	IP28	0:00	0	0:00
S	IP29	0:00	0	0:00
T	IP30	0:00	0	0:00
U	IP31	0:00	0	0:00
V	IP32	0:00	0	0:00
W	IP33	0:00	0	0:00
X	IP34	0:00	0	0:00
Y	IP35	0:00	0	0:00
Z	IP36	0:00	0	0:00
AA	IP37	0:00	0	0:00
AB	IP38	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA 17	68:42

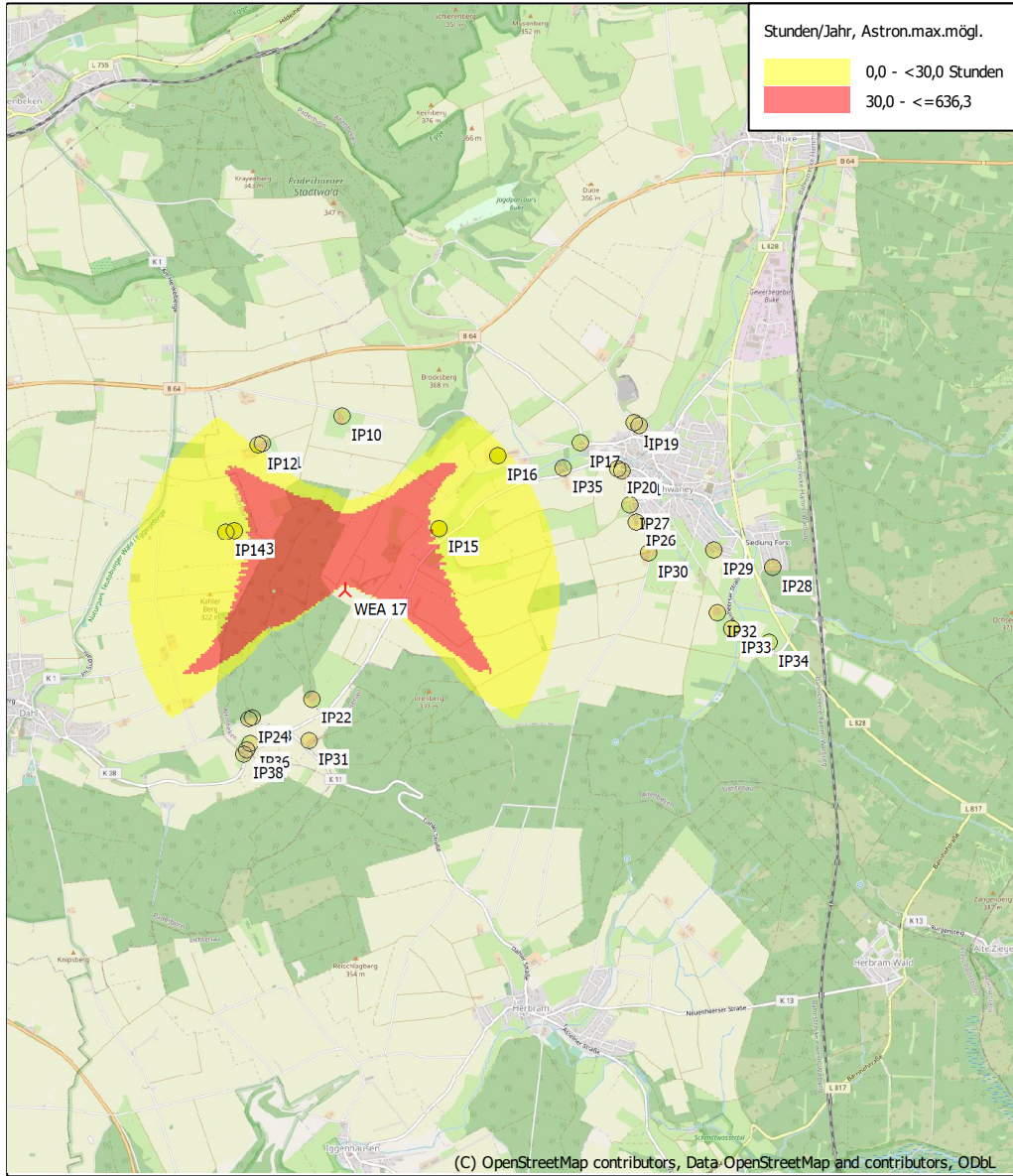
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:25/3.6.377

SHADOW - Karte

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd ZB WEA 17



Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 494.060 Nord: 5.728.300
▲ Neue WEA ● Schattenrezeptor
Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)

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 und die maximal mögliche Schattendauer pro Tag dargestellt. Wird ein Richtwert (30 Stunden pro Jahr oder 30 Minuten pro Tag) an dem Immissionspunkt überschritten, sind die Zellen orange markiert.

Immissionspunkt	Astronom. Max. mögliche Beschattungsdauer	
	[Std/Jahr]	[Std/Tag]
IP10	503:49	02:18
IP11	725:52	03:41
IP12	761:25	03:56
IP13	240:36	01:43
IP14	259:44	01:41
IP15	295:03	01:44
IP16	188:38	01:10
IP17	57:49	00:37
IP18	17:10	00:27
IP19	15:41	00:26
IP20	25:36	00:34
IP21	27:53	00:33
IP22	29:25	00:25
IP23	38:59	00:32
IP24	37:51	00:32
IP26	80:50	00:57
IP27	70:25	00:52
IP28	52:08	00:40
IP29	69:46	00:42
IP30	128:42	01:15
IP31	29:28	00:24
IP32	134:37	01:25
IP33	109:41	01:26
IP34	57:22	00:59
IP35	103:46	00:53
IP36	8:37	00:20
IP37	2:47	00:12
IP38	0:00	00:00

An 21 der insgesamt 28 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 WEA in den Berechnungen nicht berücksichtigt werden.

Das Hauptergebnis mit der dazugehörigen Karte ist im Folgenden dargestellt.

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:37/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd GB

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

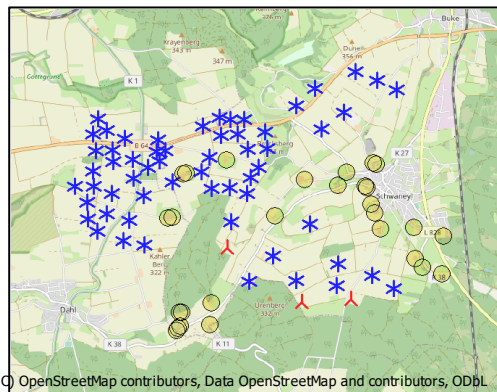
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

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: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32



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

Maßstab 1:100.000
▲ Neue WEA ★ Existierende WEA
● Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktu- ell	WEA-Typ			Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	Naben- höhe	Schattendaten	
						Hersteller	Typ	Beschatt.- Bereich				U/min	
			[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	493.894	5.727.319	327,1	WEA 7	Ja	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	166,0	1.798	10,4	
2	494.758	5.727.374	336,8	WEA 11	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.037	-	
3	492.581	5.728.278	290,2	WEA 17	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-	
4	492.882	5.730.530	336,3	00223-10-14	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
5	490.290	5.728.565	271,8	00356-13, 41133-15	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
6	490.911	5.729.831	292,0	00628-12-14	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
7	490.772	5.730.198	287,1	01538-12	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0	
8	493.238	5.730.300	352,9	02078-10-14 (1)	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
9	493.284	5.730.015	353,0	02078-10-14 (2)	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
10	490.564	5.729.787	273,3	02082-10	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	98,2	1.643	20,0	
11	490.924	5.729.498	290,0	02346-12-14	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
12	491.176	5.729.693	301,3	02815-11,40569-21	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
13	492.988	5.729.518	337,5	02825-12, 40443-15	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
14	490.749	5.728.405	289,2	40114-21	Nein	ENERCON	E-147 EP5 E2-5.000	5.000	147,0	155,1	1.953	15,5	
15	491.117	5.728.331	305,5	40273-20 (01)	Nein	ENERCON	E-147 EP5 E2-5.000	5.000	147,0	155,1	1.953	15,5	
16	490.844	5.728.757	288,1	40274-20 (02)	Nein	ENERCON	E-147 EP5 E2-5.000	5.000	147,0	155,1	1.953	15,5	
17	491.105	5.729.199	295,4	40275-20 (03)	Nein	ENERCON	E-147 EP5 E2-5.000	5.000	147,0	155,1	1.953	15,5	
18	492.297	5.729.326	323,5	40310-21	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	13,0	
19	494.633	5.730.658	313,8	40318-23	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	148,0	1.899	-	
20	494.838	5.731.372	341,3	40319-23	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.037	9,5	
21	494.235	5.730.367	327,6	40320-23	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.037	9,5	
22	495.572	5.731.044	318,3	40321-23	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.037	9,5	
23	492.760	5.730.271	332,0	40353-16,42370-15...	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
24	490.301	5.730.546	272,2	40380-15	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	98,4	1.602	18,0	
25	494.128	5.731.068	331,6	40422-20(42764-17)	Ja	ENERCON	E-147 EP5 4.3MW-4.300	4.300	147,0	126,4	1.968	15,0	
26	490.273	5.729.987	268,4	40463-15	Ja	VESTAS	V112-3.3 Gridstreame-3.300	3.300	112,0	140,0	1.708	13,1	
27	491.492	5.729.990	321,9	40605-15, 41706-19	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
28	492.257	5.729.874	327,1	40744-22	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	84,6	1.602	18,0	
29	492.475	5.730.245	333,8	40751-16	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
30	493.790	5.730.763	328,3	40769-19	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	13,0	
31	491.621	5.729.431	310,1	40828-22	Ja	NORDEX	N149/5,X-5.700	5.700	149,0	104,7	1.809	10,7	
32	492.133	5.729.613	322,9	40829-22	Ja	NORDEX	N149/5,X-5.700	5.700	149,0	105,0	1.809	10,7	
33	490.552	5.730.004	276,9	40972-,41972-18	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
34	493.119	5.729.685	346,2	41206-23	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	119,8	1.785	9,6	
35	490.540	5.729.234	274,4	41256-19 (02)	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	13,0	
36	490.459	5.728.882	273,2	41403-19 (01)	Ja	ENERCON	E-147 EP5 4.3MW-4.300	4.300	147,0	155,1	1.966	15,0	
37	490.206	5.729.629	264,9	41419-15,40726-19	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
38	492.934	5.730.012	339,0	41499-14	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:37/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd GB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]								[m]	[U/min]
39	492.924	5.729.230	335,2	41734-21	Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	149,0	1.618	12,9
40	490.453	5.730.346	279,5	41776-19	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
41	490.213	5.730.272	272,9	41832-16,40727-19	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
42	492.618	5.729.338	321,9	42086-15	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
43	495.228	5.731.211	312,9	42241-21	Ja	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
44	490.214	5.729.364	265,1	42299-15 (1)	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
45	489.891	5.729.364	255,9	42299-15 (2)	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
46	490.110	5.729.075	260,0	42299-15 (3)	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
47	490.121	5.728.793	267,4	42299-15 (4)	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
48	492.148	5.730.417	336,5	42613-14, 41973-18	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
49	492.631	5.730.531	339,7	888-95-14 A	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	50,0	898	38,0
50	492.433	5.730.560	341,1	888-95-14 B	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
51	491.376	5.729.812	317,2	Q12	Nein	TACKE	TW 600-600/200	600	43,0	50,0	2.500	27,0
52	491.340	5.729.981	316,9	Q13	Nein	TACKE	TW 600-600/200	600	43,0	50,0	2.500	27,0
53	491.358	5.730.181	319,3	Q14	Nein	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	2.500	24,0
54	494.031	5.728.700	316,6	WEA01	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
55	493.386	5.728.145	267,3	WEA02	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
56	494.539	5.728.001	353,2	WEA06	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.037	-
57	494.492	5.727.618	343,8	WEA08	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	169,0	1.897	-
58	495.125	5.727.795	330,9	WEA12	Ja	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	166,0	1.798	10,4
59	495.507	5.727.572	299,4	WEA13	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
60	493.787	5.727.698	318,0	WEA14	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.037	-
61	492.953	5.727.695	252,6	WEA15	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
62	492.650	5.728.729	326,0	WEA16	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	160,0	1.686	11,1

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	IP10	492.563	5.729.826	323,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP11	491.854	5.729.587	317,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP12	491.813	5.729.572	316,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP13	491.607	5.728.816	321,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP14	491.528	5.728.806	322,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP15	493.420	5.728.832	246,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP16	493.947	5.729.475	262,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP17	494.679	5.729.589	263,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP18	495.156	5.729.763	272,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP19	495.199	5.729.740	272,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP20	495.008	5.729.358	261,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP21	495.046	5.729.338	263,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP22	492.291	5.727.318	239,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP23	491.763	5.727.153	240,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP24	491.729	5.727.143	242,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP26	495.173	5.728.888	293,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP27	495.116	5.729.042	287,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP28	496.385	5.728.481	287,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	IP29	495.860	5.728.636	292,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP30	495.280	5.728.607	288,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP31	492.267	5.726.937	238,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP32	495.892	5.728.078	285,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W	IP33	496.022	5.727.937	286,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP34	496.357	5.727.817	295,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Y	IP35	494.523	5.729.363	257,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Z	IP36	491.740	5.726.916	231,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AA	IP37	491.710	5.726.860	230,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
AB	IP38	491.686	5.726.824	230,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:37/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd GB

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP10	503:49	365	2:18
B	IP11	725:52	365	3:41
C	IP12	761:25	365	3:56
D	IP13	240:36	300	1:43
E	IP14	259:44	347	1:41
F	IP15	295:03	304	1:44
G	IP16	188:38	292	1:10
H	IP17	57:49	149	0:37
I	IP18	17:10	50	0:27
J	IP19	15:41	47	0:26
K	IP20	25:36	71	0:34
L	IP21	27:53	76	0:33
M	IP22	29:25	96	0:25
N	IP23	38:59	84	0:32
O	IP24	37:51	86	0:32
P	IP26	80:50	136	0:57
Q	IP27	70:25	116	0:52
R	IP28	52:08	140	0:40
S	IP29	69:46	173	0:42
T	IP30	128:42	184	1:15
U	IP31	29:28	94	0:24
V	IP32	134:37	184	1:25
W	IP33	109:41	141	1:26
X	IP34	57:22	96	0:59
Y	IP35	103:46	250	0:53
Z	IP36	8:37	32	0:20
AA	IP37	2:47	18	0:12
AB	IP38	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA 7	14:11
2	WEA 11	83:02
3	WEA 17	68:42
4	00223-10-14	0:00
5	00356-13, 41133-15	2:57
6	00628-12-14	11:48
7	01538-12	10:57
8	02078-10-14 (1)	5:39
9	02078-10-14 (2)	32:48
10	02082-10	0:56
11	02346-12-14	8:28
12	02815-11,40569-21	25:42
13	02825-12, 40443-15	41:24
14	40114-21	51:28
15	40273-20 (01)	98:08
16	40274-20 (02)	60:54
17	40275-20 (03)	37:12
18	40310-21	205:08
19	40318-23	0:00
20	40319-23	0:00
21	40320-23	10:09
22	40321-23	0:00
23	40353-16,42370-15(V)	0:00
24	40380-15	0:00
25	40422-20(42764-17)	0:00
26	40463-15	3:26
27	40605-15, 41706-19	5:40
28	40744-22	104:52
29	40751-16	0:00
30	40769-19	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
Schwaney

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
13.10.2023 09:37/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Schwaney Süd GB

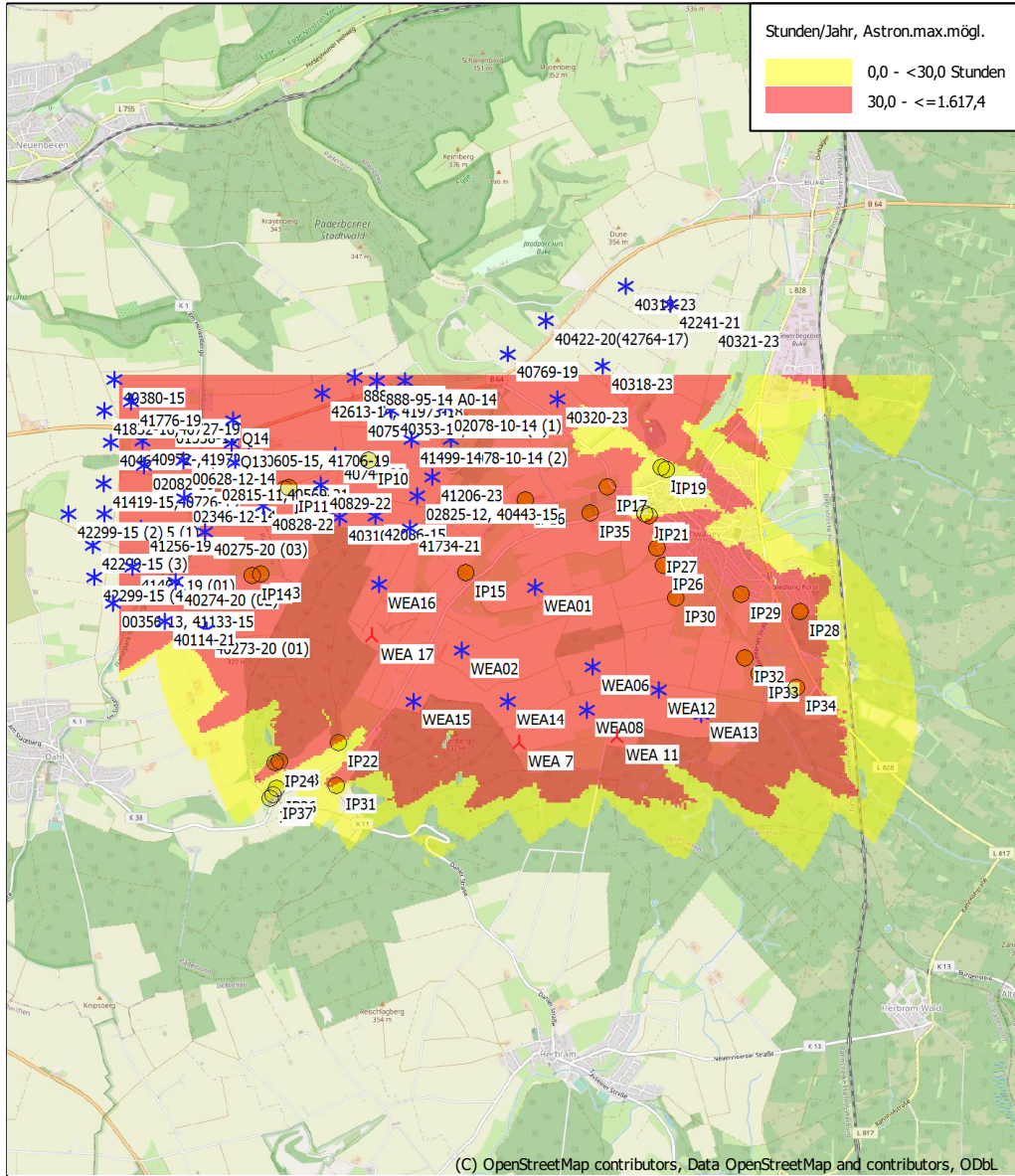
...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]
31	40828-22	329:32
32	40829-22	386:08
33	40972-,41972-18	5:02
34	41206-23	181:05
35	41256-19 (02)	39:23
36	41403-19 (01)	23:04
37	41419-15,40726-19	3:31
38	41499-14	9:15
39	41734-21	86:13
40	41776-19	5:45
41	41832-16,40727-19	0:00
42	42086-15	78:32
43	42241-21	0:00
44	42299-15 (1)	3:23
45	42299-15 (2)	0:00
46	42299-15 (3)	1:47
47	42299-15 (4)	1:54
48	42613-14, 41973-18	8:53
49	888-95-14 A	0:00
50	888-95-14 B	0:00
51	Q12	29:54
52	Q13	0:00
53	Q14	0:13
54	WEA01	319:50
55	WEA02	110:11
56	WEA06	167:50
57	WEA08	80:53
58	WEA12	119:53
59	WEA13	208:53
60	WEA14	90:23
61	WEA15	63:51
62	WEA16	83:08

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: Prüfbericht Schwaney Süd GB



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 493.825 Nord: 5.728.686

▲ Neue WEA * Existierende WEA ● Schattenrezeptor
Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)

Abschlussbetrachtung

Die Anlagen der Zusatzbelastung führen an 12 der insgesamt 28 untersuchten Immissionsorten zu zusätzlichem Schattenwurf. Dabei tragen die WEA11 und die WEA17 zu Richtwertüberschreitungen bei. Durch die WEA07 kommt es an keinem der betrachteten Immissionsorte zu Richtwertüberschreitungen. An 21 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.

In der Ortschaft Schwaney kommt es neben den exemplarisch betrachteten Immissionspunkten auch an weiteren Gebäuden zu Überschreitungen. Diese sind in die Programmierung der Abschaltvorrichtung aufzunehmen.

Als Ergebnis der Schattenwurfprognose ist festzuhalten, dass die WEA11 und die WEA17 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	30
Kalender pro WEA	35
Grafischer Kalender pro WEA	39