

Schattenwurfanalyse

für den Neubau und Betrieb
von fünf Windenergieanlagen
des Typs

4x ENERCON E-175 EP5
1x ENERCON E-160 EP5 E3 R1

für den Standort
Bad Lippspringe Böcksgrund

Auftraggeber

Böckswind GmbH & Co. KG
Vattmannstr. 6
33100 Paderborn

Auftragnehmer

Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstr. 6
33100 Paderborn

Berichtnr.: LaPh-2024-04

Datum: 12.01.2024

Ergebnisüberblick

Der Auftraggeber plant im Außenbereich der Stadt Bad Lippspringe im Kreis Paderborn den Neubau und Betrieb von insgesamt fünf Windenergieanlagen (WEA) des Herstellers Enercon. Die WEA werden in der folgenden Konfiguration beantragt.

Tabelle 1 - Anlagenkonfiguration Zusatzbelastung

WEA	Typ	Nabenhöhe [m]	Vollbetrieb	Nennleistung [kW]
WEA01	Enercon E-175 EP5	162	OM	6.000
WEA02	Enercon E-175 EP5	162	OM	6.000
WEA03	Enercon E-175 EP5	162	OM	6.000
WEA04	Enercon E-175 EP5	162	OM	6.000
WEA05	Enercon E-160 EP5 E3 R1	166,6	0s	5.560

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 Schattenwurfedauer 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 24 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 10 der insgesamt 24 betrachteten Immissionsorte bereits durch Schattenwurf vorbelastet. An diesen 10 der insgesamt 24 betrachteten Immissionsorten werden die Richtwerte durch die Vorbelastung überschritten. Die Anlagen der Zusatzbelastung führen an 16 der insgesamt 24 untersuchten Immissionsorten zu zusätzlichem Schattenwurf. Dabei tragen alle WEA der Zusatzbelastung zu Richtwertüberschreitungen bei.

Als Ergebnis der Schattenwurfprognose ist festzuhalten, dass die Anlagen der Zusatzbelastung 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 12.01.2024



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 WEA01</i>	24
<i>Zusatzbelastung WEA02</i>	27
<i>Zusatzbelastung WEA03</i>	30
<i>Zusatzbelastung WEA03</i>	33
<i>Zusatzbelastung WEA05</i>	36
Gesamtbelastung	39
Abschlussbetrachtung	45
Literaturverzeichnis	46
Anhang	47

Aufgabenbeschreibung

Der Auftraggeber plant im Außenbereich der Stadt Bad Lippspringe im Kreis Paderborn den Neubau und Betrieb von insgesamt fünf Windenergieanlagen (WEA) des Herstellers Enercon.

Geplant sind vier WEA vom Typ Enercon E-175 EP5 und eine WEA vom Typ Enercon E-160 EP5 E3 R1. Koordinaten, Nabenhöhen und Rotordurchmesser 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 Böcksgrund mit folgenden Daten berücksichtigt (P = Nennleistung [kW], RD = Rotordurchmesser [m], NH = Nabenhöhe [m]):

WEA	Ost	Nord	Z [m]	Typ	P	RD	NH
WEA01	490.821	5.734.485	242,7	Enercon E-175 EP5	6.000	175	162
WEA02	491.225	5.734.538	269,0	Enercon E-175 EP5	6.000	175	162
WEA03	491.631	5.734.485	294,3	Enercon E-175 EP5	6.000	175	162
WEA04	491.023	5.734.115	254,4	Enercon E-175 EP5	6.000	175	162
WEA05	491.446	5.734.128	281,5	Enercon E-160 EP5 E3 R1	5.560	160	166,6

Die Standorte der antragsgegenständlichen WEA sind in Abbildung 1 dargestellt.

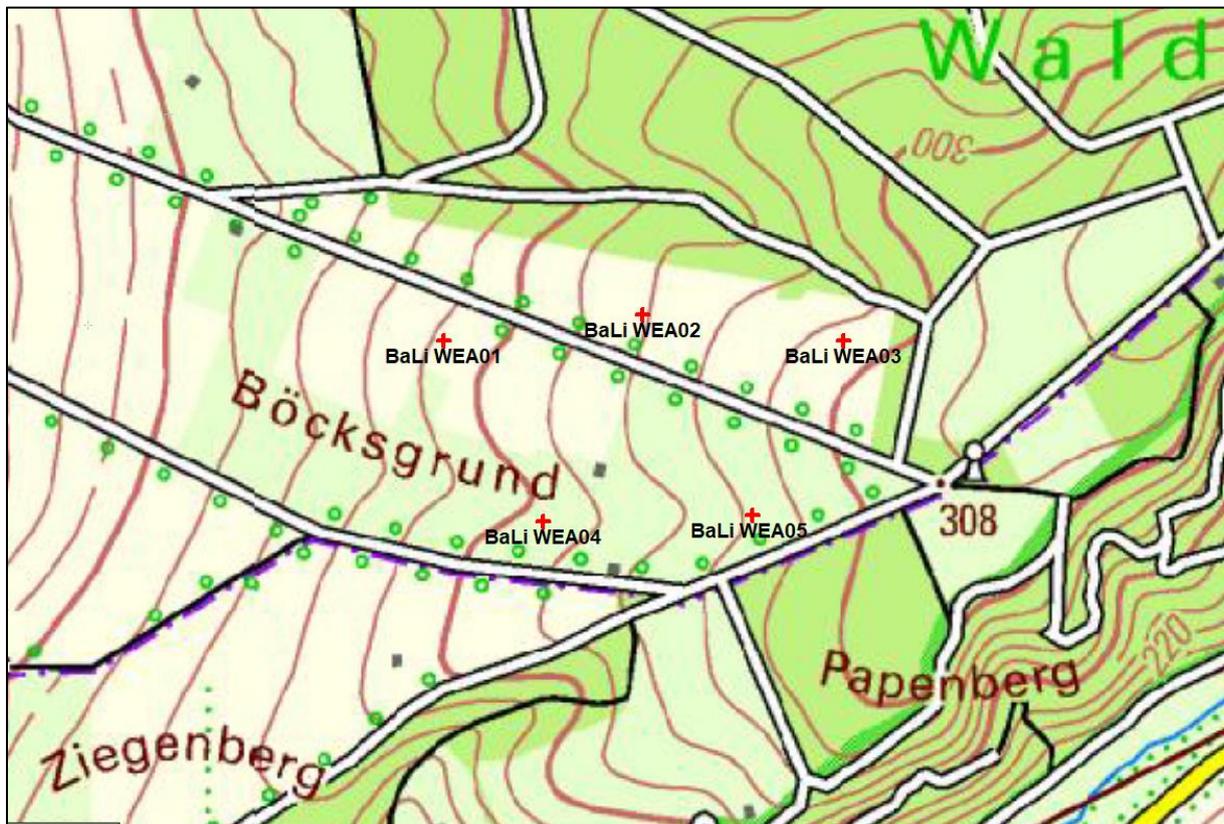


Abbildung 1: Standort Böcksgrund (Neuplanung: rot)

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]
00090-11-14	E-82 E2 TES-2.300	494.927	5.732.200	343,2	108,4
00560-10-14	E-82 E2 TES-2.300	494.394	5.731.443	339,4	138,4
00629-10-14	E-82-2.000	494.729	5.731.728	352,3	138,3

WEA	Anlagentyp	Ost	Nord	Z [m]	NH [m]
00961-12-14	V90-2.000	491.874	5.731.031	340,7	80,0
01349-10-14	E-82 E2 TES-2.300	495.260	5.733.085	355,7	108,4
01484-10-14	E-82 E2 TES-2.300	491.592	5.731.928	334,0	138,4
01847-12-14	E-82 E2 TES-2.300	495.395	5.733.558	337,4	138,4
02034-10-14	E-82 E2 TES-2.300	491.661	5.731.685	336,0	138,4
02035-10-14 (1)	E-82 E2 TES-2.300	492.325	5.731.686	345,2	138,4
02035-10-14 (2)	E-82 E2 TES-2.300	492.474	5.731.491	340,1	138,4
02149-13-14	E-82 E2 TES-2.300	495.314	5.733.831	331,4	108,4
02473-12, 40861-15	E-82 E2 TES-2.300	495.217	5.732.779	360,2	138,4
02501-12-14	E-82 E2 TES-2.300	495.061	5.731.968	345,8	138,4
1834-08-14	E-70 E4 2,3 MW-2.300	492.065	5.730.932	340,3	113,5
1868-98-06	D4/48-600	494.525	5.731.897	341,5	70,0
1872-98-06	1000/57-1.050/250	495.005	5.732.452	348,6	70,0
2049-09-14	E-82-2.000	492.750	5.730.778	340,1	108,3
2484-95-06	E-40/5.40-500	494.683	5.732.006	349,7	65,0
2535-09-14	E-82 E2 TES-2.300	492.117	5.731.271	341,7	108,4
2558-10,1607-12	E-70 E4 2,3 MW-2.300	492.207	5.730.767	330,3	113,5
2696-09-14	E-82 E2 TES-2.300	492.347	5.731.185	343,1	108,4
2772-91-06 A	N27/150-150/30	495.581	5.732.482	356,2	36,0
2772-91-06 B	N27/150-150/30	495.563	5.732.601	359,7	36,0
2772-91-06 C	N27/150-150/30	495.544	5.732.719	363,2	36,0
2772-91-06 D	N27/150-150/30	495.526	5.732.838	365,7	36,0
40107-20 (09)	GE 5.3-158-5.300	495.430	5.732.653	361,3	121,0
40325-13	E-70 E4 2,3 MW-2.300	491.845	5.730.722	327,0	113,5
40352-21	E-53-800	491.745	5.731.119	332,2	73,3
40497-19, 41371-20	E-82 E2 TES-2.300	492.559	5.731.273	331,8	138,4
40592-23	V136-4.2-4.200	493.095	5.732.309	346,4	112,0
40593-23	V162-7.2-7.200	493.280	5.732.663	368,6	169,0
40594-23	V162-7.2-7.200	493.659	5.732.708	367,9	169,0
40595-23	V162-7.2-7.200	493.869	5.733.207	355,4	169,0
40596-23	V162-7.2-7.200	494.146	5.732.931	368,4	169,0
40597-23	V162-7.2-7.200	494.311	5.732.578	365,8	169,0
40598-23	V162-7.2-7.200	493.950	5.732.464	348,5	169,0
40599-23	V162-7.2-7.200	493.900	5.732.062	354,7	169,0
40715-17	E-53-800	492.503	5.730.738	341,7	73,3
40795-16,41974-18	E-82 E2 TES-2.300	491.610	5.731.452	327,0	138,4
40796-16	E-53-800	491.788	5.731.282	336,8	73,3
42338-14, 2175-08	E-82 E2 TES-2.300	491.949	5.731.519	343,3	108,4
51.0078/06/0106.2	E-70 E4 2,3 MW-2.300	492.073	5.730.578	331,9	85,0
51.0126/07/0106.2	E-82 E2 TES-2.300	492.490	5.730.979	343,7	108,4
42175-23 (WEA 04)	E-160 EP5 E3 R1-5.560	486.741	5.733.400	136,8	166,6
42164-23 (WEA 05)	N163/5.X-5.700	489.639	5.734.840	173,4	164,0
42289-21 (02)	N163/6.X-6.800	488.115	5.734.762	148,6	164

WEA	Anlagentyp	Ost	Nord	Z [m]	NH [m]
40796-20,42290-21 03	N149/5.X-5.700	488.372	5.734.468	151,4	164
42292-21 (05)	N149/5.X-5.700	488.873	5.734.379	163,3	164
42166-23 (WEA 04)	N163/6.X-6.800	490.264	5.734.946	200,4	164
41178-23-600 (WEA02)	N163/5.X-5.700	490.411	5.735.627	215,9	164
42172-23 (WEA 01)	E-160 EP5 E3 R1-5.560	486.974	5.734.208	140,4	166,6
42173-23 (WEA 02)	E-160 EP5 E3 R1-5.560	487.096	5.733.865	141,0	166,6
40797-20,42291-21 04	N163/5.X-5.700	488.488	5.735.079	151,0	164
40799-20,42293-21 06	N163/6.X-6.800	488.842	5.734.798	157,0	164
42163-23 (WEA 01)	N163/6.X-6.800	489.819	5.735.721	182,9	164
42174-23 (WEA 03)	E-160 EP5 E3 R1-5.560	487.197	5.733.476	141,2	166,6
40794-20,42288-21 01	N163/6.X-6.800	487.040	5.734.585	139,7	164
41180-23-600 (WEA03)	N163/5.X-5.700	489.929	5.735.256	184,6	164
42167-23 (WEA 06)	N163/6.X-6.800	490.100	5.734.515	191,1	164
40867-21	E-160 EP5-4.600	494.524	5.732.886	363,9	166,6

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 – 5 dargestellt.

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

Immissionsort	Beschreibung	Ost	Nord	Z [m]
IP01	Richtweg 22, Bad Lippspringe	489.229	5.736.118	162,2
IP02	Kreuzweg 21, Bad Lippspringe	488.983	5.735.875	155,7
IP03	Altenbekener Fußweg 1, Bad Lippspringe	489.190	5.735.461	156,3
IP04	Altenbekener Fußweg 2, Bad Lippspringe	489.057	5.735.447	153,2
IP05	Sandweg 30, Bad Lippspringe	490.873	5.736.289	188,9
IP06	Dumberg 32, Bad Lippspringe	490.902	5.736.233	190,3
IP07	Renker Weg 1, Bad Lippspringe	489.258	5.733.960	185,6
IP08	Renkerweg 48, Neuenbeken	489.863	5.733.765	199,4
IP09	Holtgrevenstraße 18, Neuenbeken	489.959	5.733.439	211,6
IP10	Holtgrevenstraße 20, Neuenbeken	489.942	5.733.435	211,3
IP11	Holtgrevenstraße 22, Neuenbeken	489.925	5.733.415	210,3
IP12	Holtgrevenstraße 24, Neuenbeken	489.917	5.733.395	210,9
IP13	Holtgrevenstraße 26, Neuenbeken	489.894	5.733.383	210,6
IP14	Holtgrevenstraße 28, Neuenbeken	489.878	5.733.376	209,1
IP15	Holtgrevenstraße 32, Neuenbeken	489.852	5.733.364	207,3
IP16	Holtgrevenstraße 30, Neuenbeken	489.838	5.733.378	206,8
IP17	Bekscher Berg 59a, Neuenbeken	489.699	5.733.363	202,1
IP18	Bekscher Berg 51, Neuenbeken	489.604	5.733.347	199,2
IP19	Recher Weg 19, Neuenbeken	490.093	5.733.392	215,8
IP20	Düne 1, Paderborn	491.812	5.733.213	190,1
IP21	Dumberg 2, Bad Lippspringe	492.762	5.734.930	336,4
IP22	Dumberg 1, Bad Lippspringe	492.886	5.735.302	329,9

Immissionsort	Beschreibung	Ost	Nord	Z [m]
IP23	Dumberg 1b, Bad Lippspringe	492.935	5.735.332	333,1
IP24	Am Hammer 20, Bad Lippspringe	493.394	5.734.060	206,7

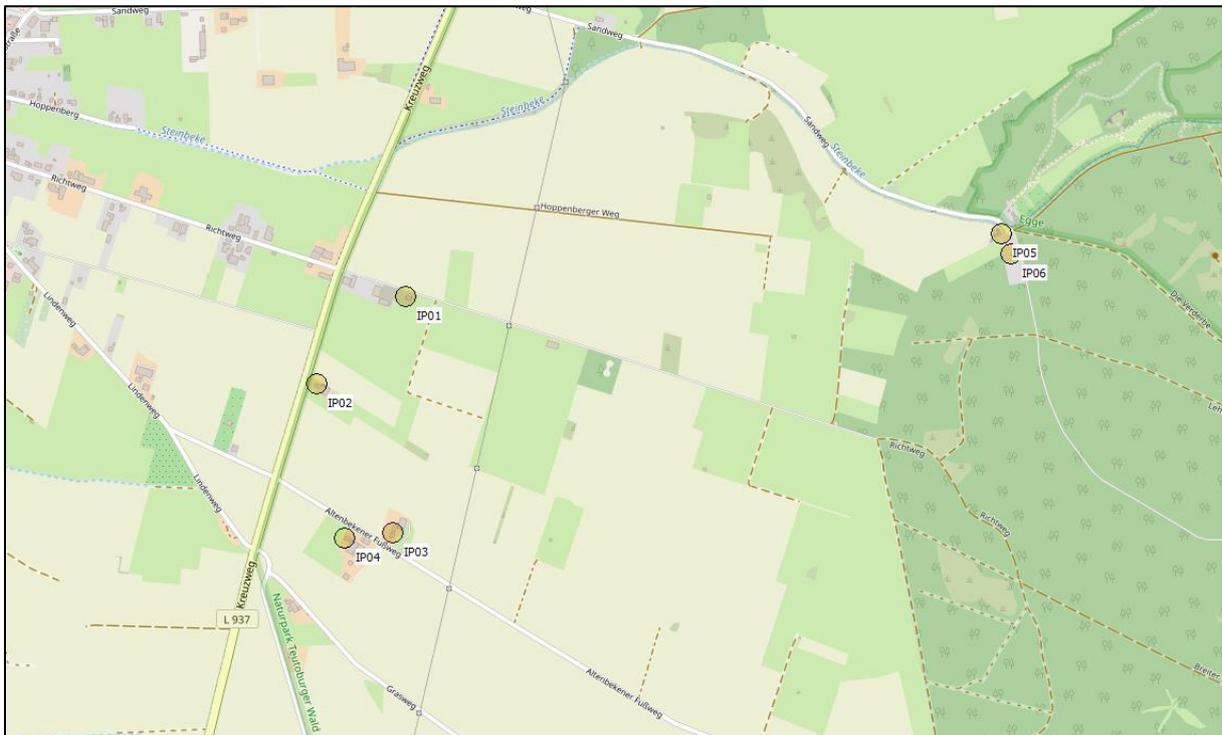


Abbildung 2 - Schattenrezeptoren IP01 – IP06

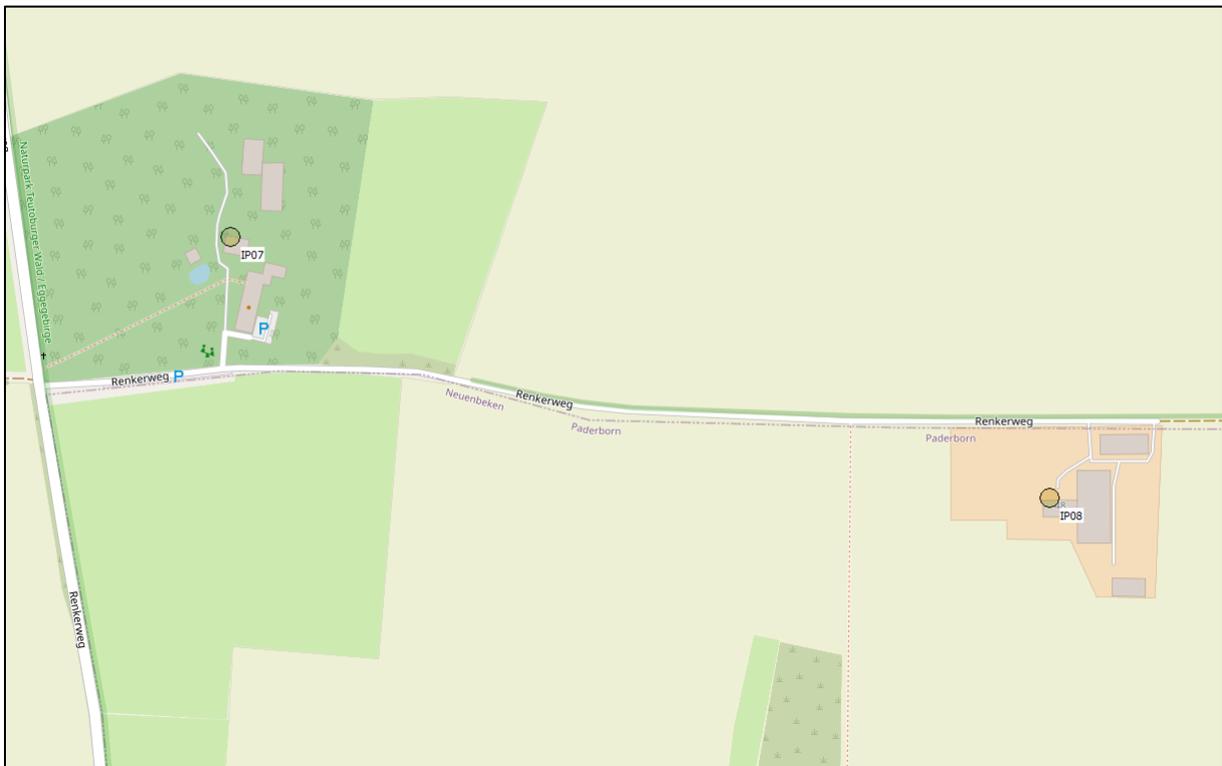


Abbildung 3 - Schattenrezeptoren IP07 und IP08

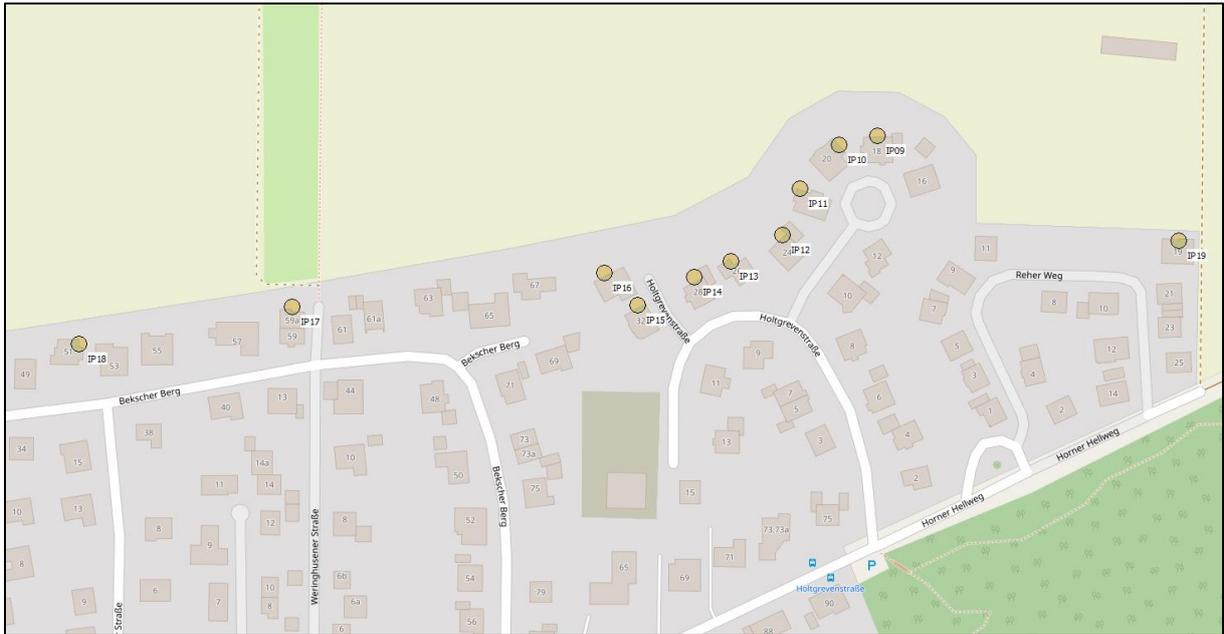


Abbildung 4 - Schattenrezeptoren IP09 – IP19

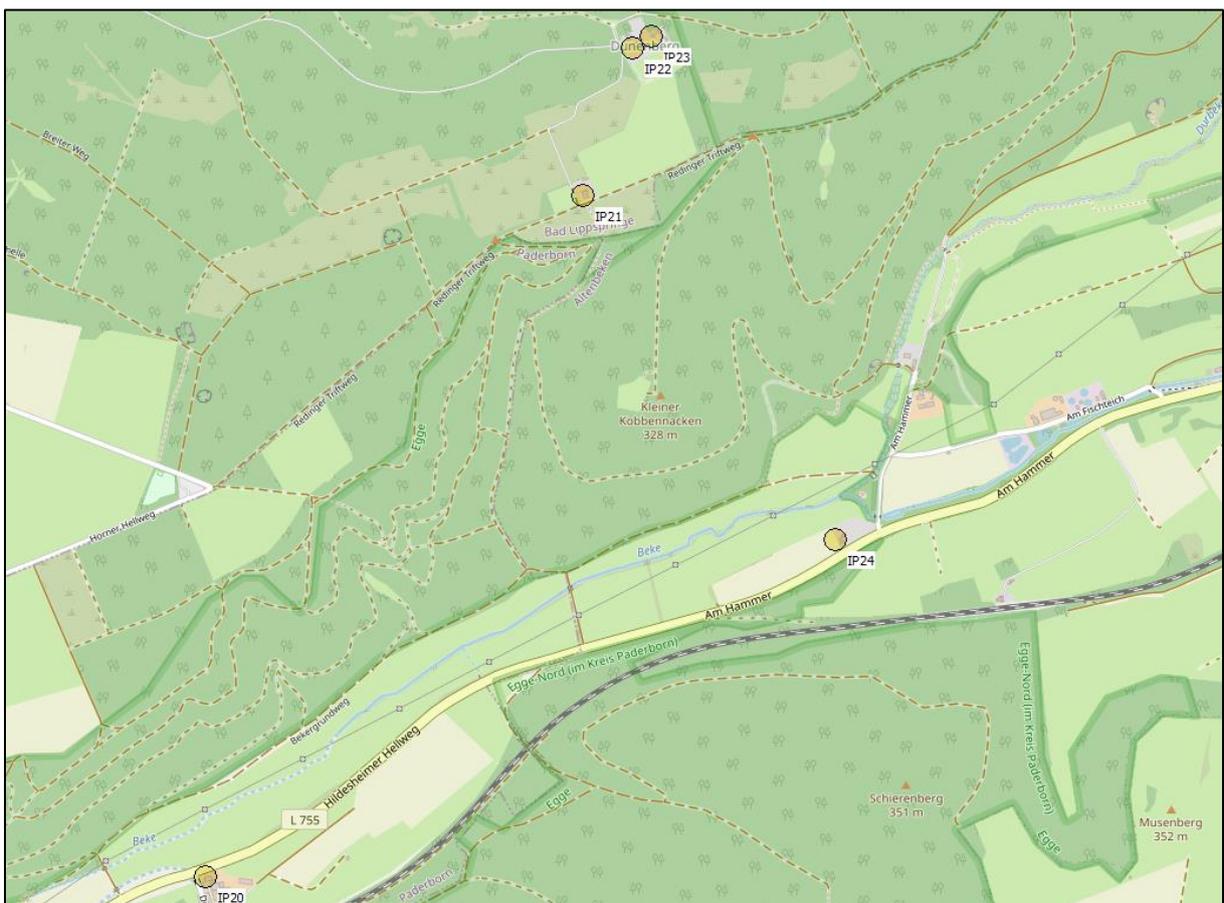


Abbildung 5 Schattenrezeptoren IP20 - 24

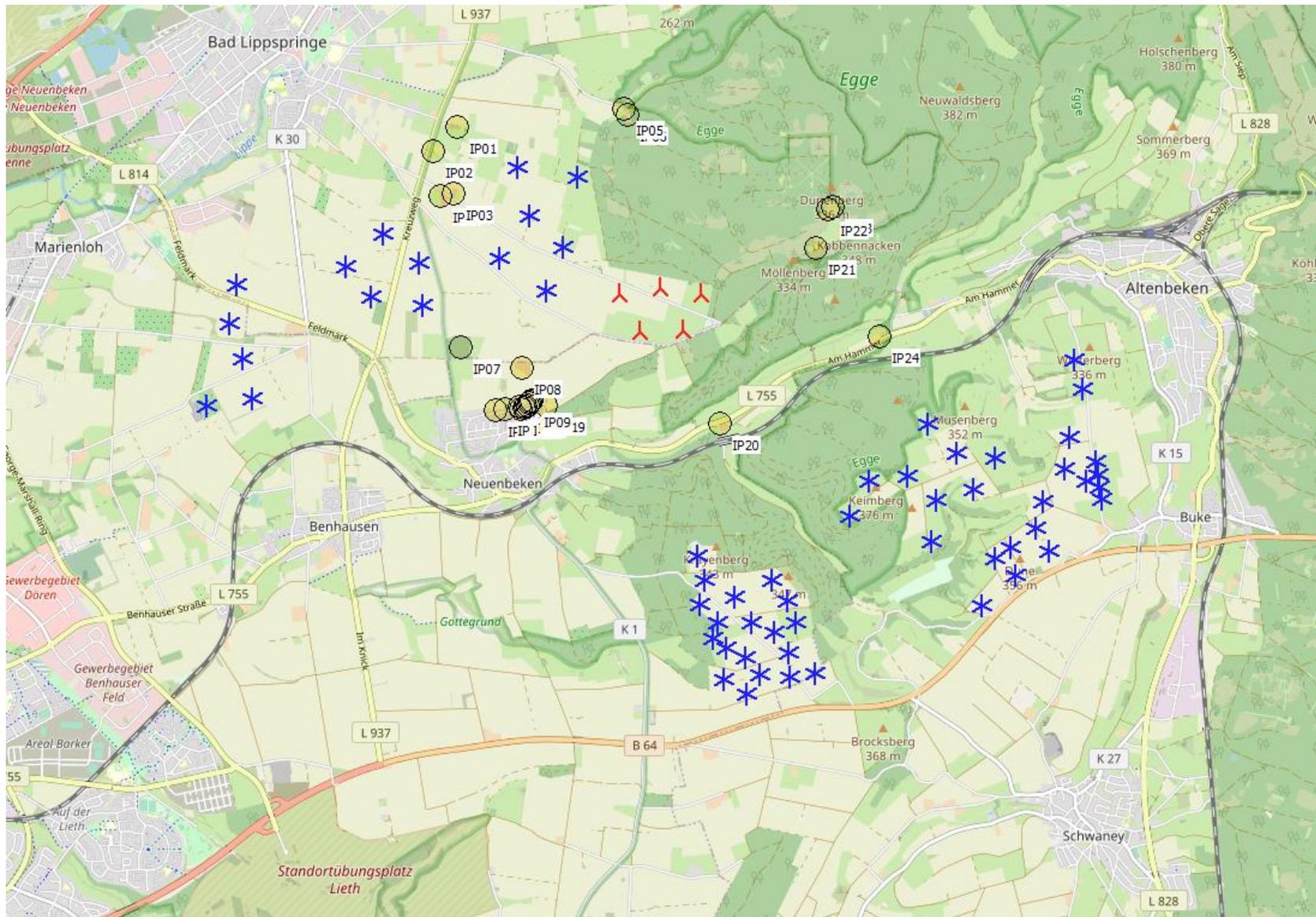


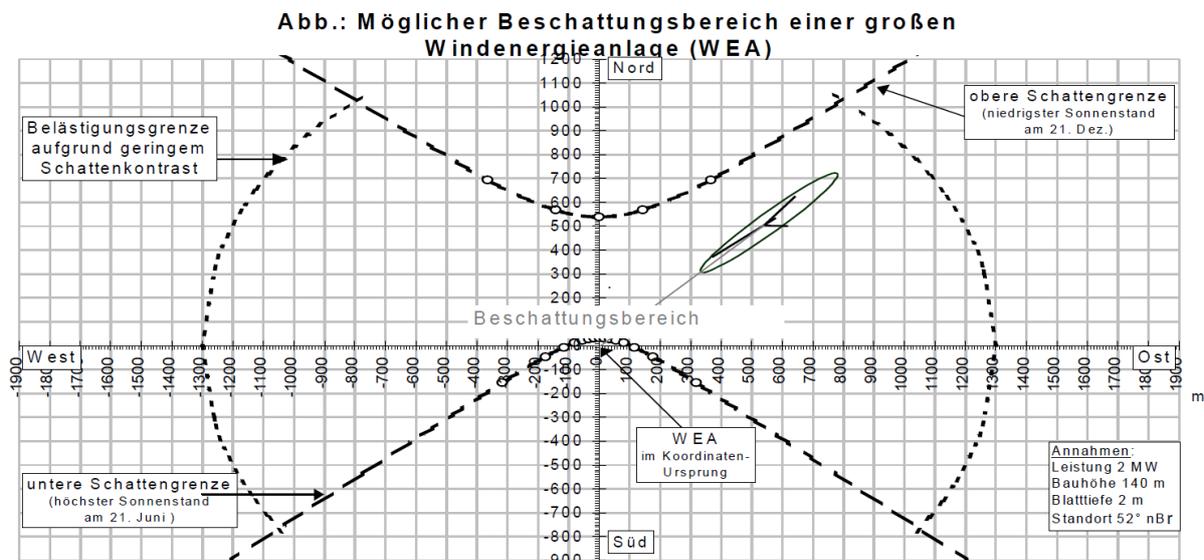
Abbildung 6 – Projektübersicht: Zusatzbelastung (rot), Vorbelastung (blau) und Immissionsorte

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 Erdkreisbahn 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]
IP01	145:40	01:21
IP02	174:47	02:02
IP03	364:03	02:27
IP04	336:47	01:56
IP05	114:23	01:12
IP06	100:51	01:10
IP07	44:07	01:01
IP08	34:35	00:32
IP09	00:00	00:00
IP10	00:00	00:00
IP11	00:00	00:00
IP12	00:00	00:00
IP13	00:00	00:00
IP14	00:00	00:00
IP15	00:00	00:00
IP16	00:00	00:00
IP17	00:00	00:00
IP18	00:00	00:00
IP19	00:00	00:00
IP20	22:16	00:41
IP21	00:00	00:00
IP22	00:00	00:00
IP23	00:00	00:00
IP24	106:43	01:17

Durch die WEA in der Umgebung sind 10 der insgesamt 24 betrachteten Immissionsorte durch Schattenwurf vorbelastet. An 10 der insgesamt 24 betrachteten Immissionsorte werden die Richtwerte von 30 Stunden/Jahr bzw. 30 Minuten/Tag durch die Vorbelastung überschritten. An diesen 10 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:

Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:49/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund 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 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

Table with columns: Ost, Nord, Z, Beschreibung, WEA-Typ, Hersteller, Aktuell, Typ, Nennleistung, Rotor-durchmesser, Nabenhöhe, Beschatt.-Bereich, U/min. Contains 39 rows of wind turbine data.

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:

Bad Lippspringe Böckgrund

Lizenzierter Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH
 Vattmannstraße 6
 DE-33100 Paderborn
 +49 05251-68 25 80
 Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
 Berechnet:
 12.01.2024 12:49/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böckgrund VB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
40	491.788	5.731.282	336,8	40796-16	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	73,3	996	29,0
41	491.949	5.731.519	343,3	42338-14, 2175-08	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0
42	492.073	5.730.578	331,9	51.0078/06/0106.2	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	85,0	1.643	20,0
43	492.490	5.730.979	343,7	51.0126/07/0106.2	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0
44	486.741	5.733.400	136,8	42175-23 (WEA ...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
45	489.639	5.734.840	173,4	42164-23 (WEA ...	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	10,7
46	488.115	5.734.762	148,6	42289-21 (02)	Nein	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
47	488.372	5.734.468	151,4	40796-20,42290-...	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	164,0	1.805	10,7
48	488.873	5.734.379	163,3	42292-21 (05)	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	164,0	1.805	10,7
49	490.264	5.734.946	200,4	42166-23 (WEA ...	Nein	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
50	490.411	5.735.627	215,9	41178-23-600 (...	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	10,7
51	486.974	5.734.208	140,4	42172-23 (WEA ...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
52	487.096	5.733.865	141,0	42173-23 (WEA ...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
53	488.488	5.735.079	151,0	40797-20,42291-...	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	10,7
54	488.842	5.734.798	157,0	40799-20,42293-...	Nein	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
55	489.819	5.735.721	182,9	42163-23 (WEA ...	Nein	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
56	487.197	5.733.476	141,2	42174-23 (WEA ...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
57	487.040	5.734.585	139,7	40794-20,42288-...	Nein	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
58	489.929	5.735.256	184,6	41180-23-600 (...	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	10,7
59	490.100	5.734.515	191,1	42167-23 (WEA ...	Nein	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
60	494.524	5.732.886	363,9	40867-21	Ja	ENERCON	E-160 EP5-4.600	4.600	160,0	166,6	1.777	9,4

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	489.229	5.736.118	162,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	488.983	5.735.875	155,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	489.190	5.735.461	156,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	489.057	5.735.447	153,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	490.873	5.736.289	188,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	490.902	5.736.233	190,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	489.258	5.733.960	185,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	489.863	5.733.765	199,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	489.959	5.733.439	211,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	489.942	5.733.435	211,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	489.925	5.733.415	210,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	489.917	5.733.395	210,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	489.894	5.733.383	210,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	489.878	5.733.376	209,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	489.852	5.733.364	207,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	489.838	5.733.378	206,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	489.699	5.733.363	202,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	489.604	5.733.347	199,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	IP19	490.093	5.733.392	215,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP20	491.812	5.733.213	190,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP21	492.762	5.734.930	336,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP22	492.886	5.735.302	329,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W	IP23	492.935	5.735.332	333,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP24	493.394	5.734.060	206,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
A	IP01	145:40	157	1:21
B	IP02	174:47	195	2:02
C	IP03	364:03	332	2:27
D	IP04	336:47	343	1:56

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenziertes Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:49/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund VB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
E	IP05	114:23	142	1:12
F	IP06	100:51	150	1:10
G	IP07	44:07	68	1:01
H	IP08	34:35	94	0:32
I	IP09	0:00	0	0:00
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
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	0:00	0	0:00
S	IP19	0:00	0	0:00
T	IP20	22:16	62	0:41
U	IP21	0:00	0	0:00
V	IP22	0:00	0	0:00
W	IP23	0:00	0	0:00
X	IP24	106:43	118	1:17

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	00090-11-14	0:00
2	00560-10-14	0:00
3	00629-10-14	0:00
4	00961-12-14	0:00
5	01349-10-14	0:00
6	01484-10-14	0:00
7	01847-12-14	0:00
8	02034-10-14	0:00
9	02035-10-14 (1)	0:00
10	02035-10-14 (2)	0:00
11	02149-13-14	0:00
12	02473-12, 40861-15	0:00
13	02501-12-14	0:00
14	1834-08-14	0:00
15	1868-98-06	0:00
16	1872-98-06	0:00
17	2049-09-14	0:00
18	2484-95-06	0:00
19	2535-09-14	0:00
20	2558-10,1607-12	0:00
21	2696-09-14	0:00
22	2772-91-06 A	0:00
23	2772-91-06 B	0:00
24	2772-91-06 C	0:00
25	2772-91-06 D	0:00
26	40107-20 (09)	0:00
27	40325-13	0:00
28	40352-21	0:00
29	40497-19, 41371-20	0:00
30	40592-23	7:32
31	40593-23	22:38
32	40594-23	25:44
33	40595-23	28:54
34	40596-23	19:11
35	40597-23	21:26
36	40598-23	0:00
37	40599-23	0:00
38	40715-17	0:00
39	40795-16,41974-18	0:00
40	40796-16	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH

Vattmannstraße 6

DE-33100 Paderborn

+49 05251-68 25 80

Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de

Berechnet:

12.01.2024 12:49/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund VB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

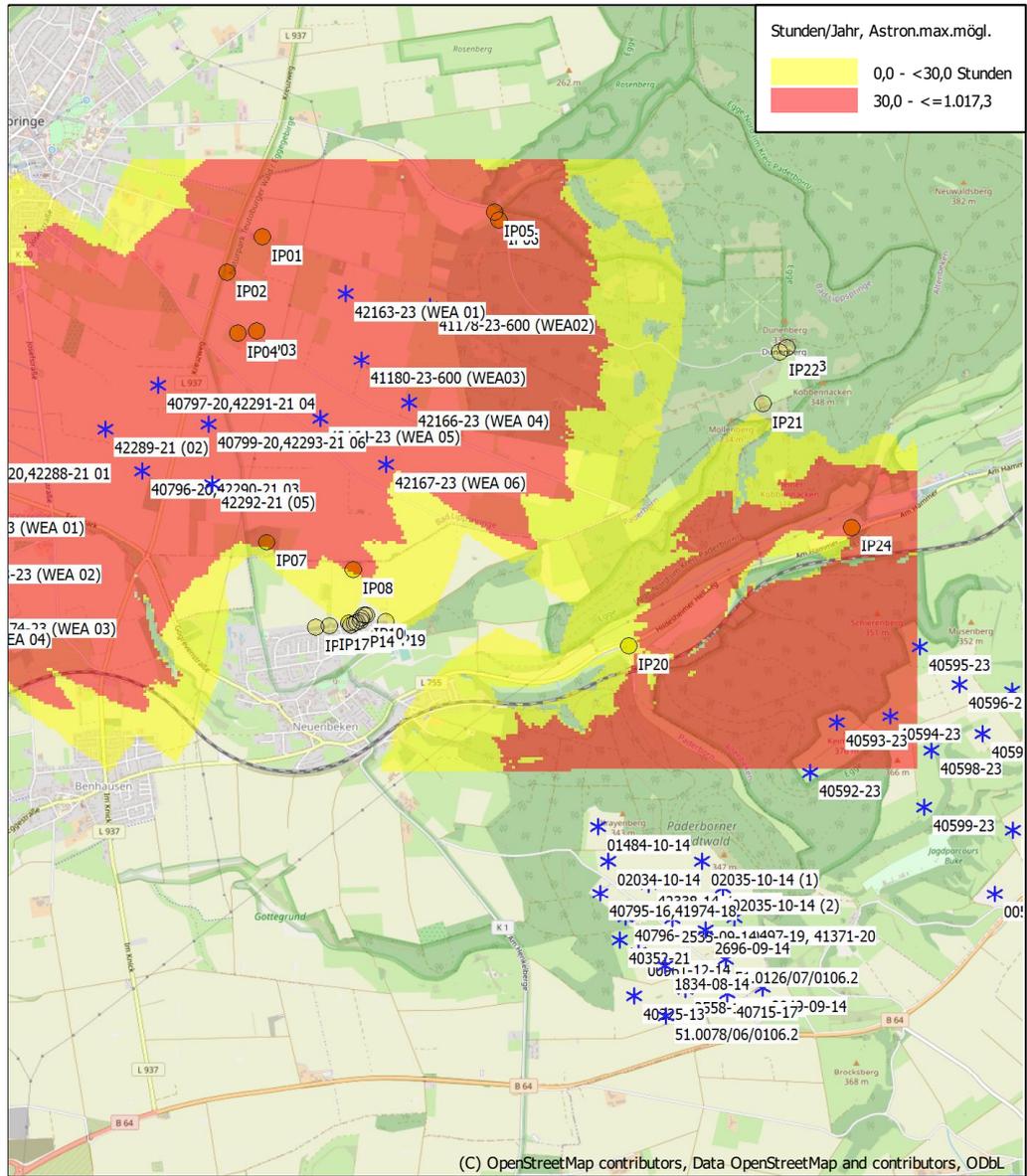
Nr.	Name	Maximal [h/a]
41	42338-14, 2175-08	0:00
42	51.0078/06/0106.2	0:00
43	51.0126/07/0106.2	0:00
44	42175-23 (WEA 04)	0:00
45	42164-23 (WEA 05)	108:57
46	42289-21 (02)	65:15
47	40796-20,42290-21 03	89:51
48	42292-21 (05)	25:22
49	42166-23 (WEA 04)	60:21
50	41178-23-600 (WEA02)	132:06
51	42172-23 (WEA 01)	0:00
52	42173-23 (WEA 02)	0:00
53	40797-20,42291-21 04	123:08
54	40799-20,42293-21 06	129:29
55	42163-23 (WEA 01)	167:21
56	42174-23 (WEA 03)	0:00
57	40794-20,42288-21 01	0:00
58	41180-23-600 (WEA03)	151:15
59	42167-23 (WEA 06)	56:18
60	40867-21	11:20

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:
Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
 Vattmannstraße 6
 DE-33100 Paderborn
 +49 05251-68 25 80
 Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
 Berechnet:
 12.01.2024 12:49/4.0.423

SHADOW - Karte
 Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund VB



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

0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 491.011 Nord: 5.733.619

* Existierende WEA Schattenrezeptor

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

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) 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	00:00	00:00
IP02	00:00	00:00
IP03	00:00	00:00
IP04	00:00	00:00
IP05	00:00	00:00
IP06	00:00	00:00
IP07	15:17	00:26
IP08	54:03	00:34
IP09	29:14	00:34
IP10	30:49	00:36
IP11	28:36	00:34
IP12	25:17	00:29
IP13	26:01	00:30
IP14	26:21	00:31
IP15	26:43	00:33
IP16	8:53	00:21
IP17	20:12	00:28
IP18	23:45	00:27
IP19	17:38	00:25
IP20	00:00	00:00
IP21	31:03	00:41
IP22	12:36	00:28
IP23	11:05	00:26
IP24	00:00	00:00

An 16 der betrachteten 24 Schattenrezeptoren tritt zusätzlicher Schattenwurf durch die Neuplanung auf. An 7 Immissionsorten würden die Richtwerte dabei durch die Neuplanung überschritten.

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

IP	WEA01		WEA02		WEA03		WEA04		WEA05	
	[Std/Jahr]	[Std/Tag]								
IP01	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP02	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP03	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP04	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP05	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP06	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP07	15:17	00:26	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP08	00:00	00:00	16:50	00:26	00:00	00:00	31:10	00:34	11:01	00:23
IP09	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	04:12	00:15	25:02	00:24
IP10	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	06:08	00:18	24:41	00:24
IP11	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	04:26	00:15	24:10	00:24
IP12	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	01:40	00:10	23:37	00:23
IP13	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	02:52	00:12	23:09	00:23
IP14	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	03:29	00:13	22:52	00:23
IP15	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	04:22	00:15	22:21	00:22
IP16	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	08:53	00:21	00:00	00:00
IP17	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	20:12	00:28	00:00	00:00
IP18	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	23:45	00:27	00:00	00:00
IP19	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	17:38	00:25
IP20	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
IP21	00:00	00:00	06:02	00:21	16:28	00:34	00:00	00:00	08:33	00:24
IP22	00:00	00:00	00:00	00:00	12:36	00:28	00:00	00:00	00:00	00:00
IP23	00:00	00:00	00:00	00:00	11:05	00:26	00:00	00:00	00:00	00:00
IP24	00:00	00:00	00:00	00:00	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 finden sich übersichtshalber im Anhang.

Projekt:
Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
 Vattmannstraße 6
 DE-33100 Paderborn
 +49 05251-68 25 80
 Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
 Berechnet:
 12.01.2024 12:40/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund 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

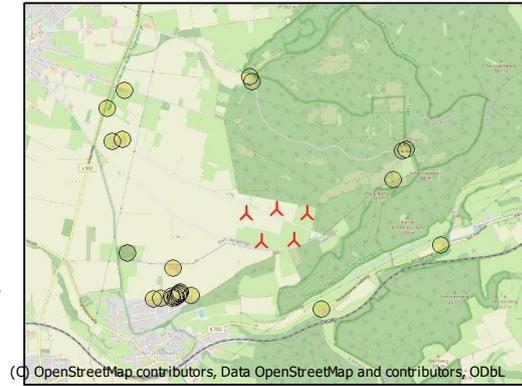
Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche
 Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
 Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
 Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

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	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
				Beschreibung	Aktuell	Hersteller				Typ	Beschatt.-Bereich
							[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	490.821	5.734.485	242,7	WEA01	Ja	ENERCON E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	-
2	491.225	5.734.538	269,0	WEA02	Ja	ENERCON E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	-
3	491.631	5.734.485	294,3	WEA03	Ja	ENERCON E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	-
4	491.023	5.734.115	254,4	WEA04	Ja	ENERCON E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	-
5	491.446	5.734.128	281,5	WEA05	Ja	ENERCON E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL
 Maßstab 1:75.000
 ▲ Neue WEA ● Schattenrezeptor

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe	Neigung des	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)	ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]	
A	IP01	489.229	5.736.118	162,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
B	IP02	488.983	5.735.875	155,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
C	IP03	489.190	5.735.461	156,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
D	IP04	489.057	5.735.447	153,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
E	IP05	490.873	5.736.289	188,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
F	IP06	490.902	5.736.233	190,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
G	IP07	489.258	5.733.960	185,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
H	IP08	489.863	5.733.765	199,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
I	IP09	489.959	5.733.439	211,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
J	IP10	489.942	5.733.435	211,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
K	IP11	489.925	5.733.415	210,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
L	IP12	489.917	5.733.395	210,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
M	IP13	489.894	5.733.383	210,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
N	IP14	489.878	5.733.376	209,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
O	IP15	489.852	5.733.364	207,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
P	IP16	489.838	5.733.378	206,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Q	IP17	489.699	5.733.363	202,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
R	IP18	489.604	5.733.347	199,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
S	IP19	490.093	5.733.392	215,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
T	IP20	491.812	5.733.213	190,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
U	IP21	492.762	5.734.930	336,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
V	IP22	492.886	5.735.302	329,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
W	IP23	492.935	5.735.332	333,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
X	IP24	493.394	5.734.060	206,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	

Projekt:

Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:40/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund ZB

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	0:00	0	0:00
B	IP02	0:00	0	0:00
C	IP03	0:00	0	0:00
D	IP04	0:00	0	0:00
E	IP05	0:00	0	0:00
F	IP06	0:00	0	0:00
G	IP07	15:17	47	0:26
H	IP08	54:03	122	0:34
I	IP09	29:14	74	0:34
J	IP10	30:49	75	0:36
K	IP11	28:36	73	0:34
L	IP12	25:17	71	0:29
M	IP13	26:01	71	0:30
N	IP14	26:21	71	0:31
O	IP15	26:43	71	0:33
P	IP16	8:53	32	0:21
Q	IP17	20:12	53	0:28
R	IP18	23:45	61	0:27
S	IP19	17:38	51	0:25
T	IP20	0:00	0	0:00
U	IP21	31:03	85	0:41
V	IP22	12:36	40	0:28
W	IP23	11:05	38	0:26
X	IP24	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA01	15:17
2	WEA02	22:52
3	WEA03	29:05
4	WEA04	57:56
5	WEA05	55:20

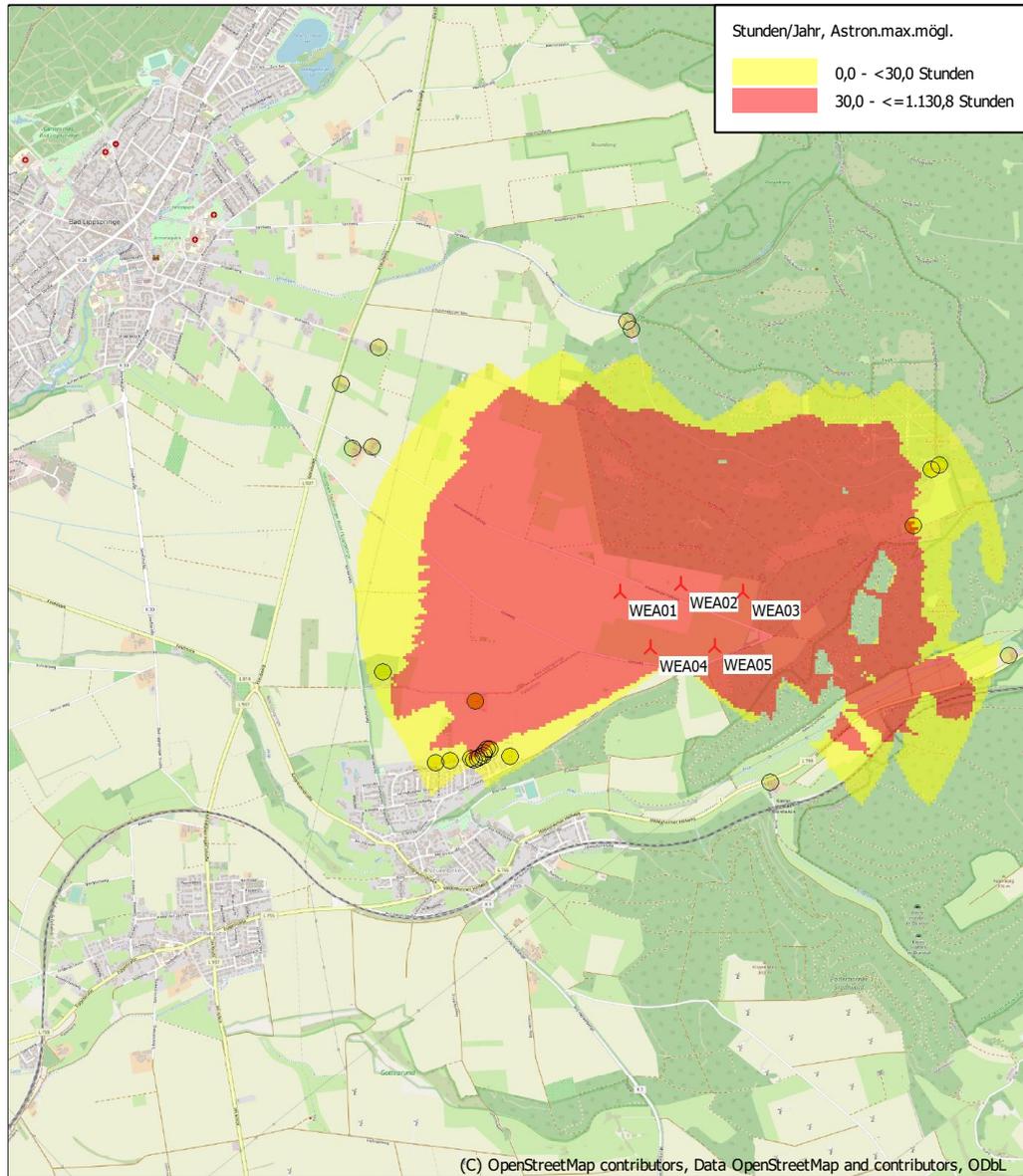
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Projekt:
Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:40/4.0.423

SHADOW - Karte

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund ZB



Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:37.500, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 490.140 Nord: 5.734.500
Neue WEA Schattenrezeptor
Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)

Zusatzbelastung WEA01

Projekt:

Bad Lippspringe Böckgrund

Lizenzierter Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH

Vattmannstraße 6

DE-33100 Paderborn

+49 05251-68 25 80

Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de

Berechnet:

12.01.2024 12:41/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böckgrund ZB WEA01

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		Beschreibung		WEA-Typ		Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
									Aktuell	Hersteller Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
1	490.821	5.734.485	242,7	WEA01	Ja	ENERCON E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	-				

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	489.229	5.736.118	162,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	488.983	5.735.875	155,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	489.190	5.735.461	156,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	489.057	5.735.447	153,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	490.873	5.736.289	188,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	490.902	5.736.233	190,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	489.258	5.733.960	185,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	489.863	5.733.765	199,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	489.959	5.733.439	211,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	489.942	5.733.435	211,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	489.925	5.733.415	210,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	489.917	5.733.395	210,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	489.894	5.733.383	210,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	489.878	5.733.376	209,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	489.852	5.733.364	207,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	489.838	5.733.378	206,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	489.699	5.733.363	202,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	489.604	5.733.347	199,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	IP19	490.093	5.733.392	215,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP20	491.812	5.733.213	190,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP21	492.762	5.734.930	336,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP22	492.886	5.735.302	329,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W	IP23	492.935	5.735.332	333,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP24	493.394	5.734.060	206,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

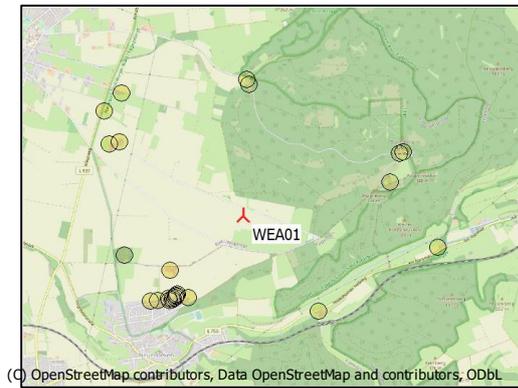
astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	0:00	0	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

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

15.01.2024 12:07 / 1



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

Maßstab 1:75.000
▲ Neue WEA
● Schattenrezeptor

Projekt:

Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:41/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund ZB WEA01

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer				
Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
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	15:17	47	0:26
H	IP08	0:00	0	0:00
I	IP09	0:00	0	0:00
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
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	0:00	0	0:00
S	IP19	0:00	0	0:00
T	IP20	0:00	0	0:00
U	IP21	0:00	0	0:00
V	IP22	0:00	0	0:00
W	IP23	0:00	0	0:00
X	IP24	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA01	15:17

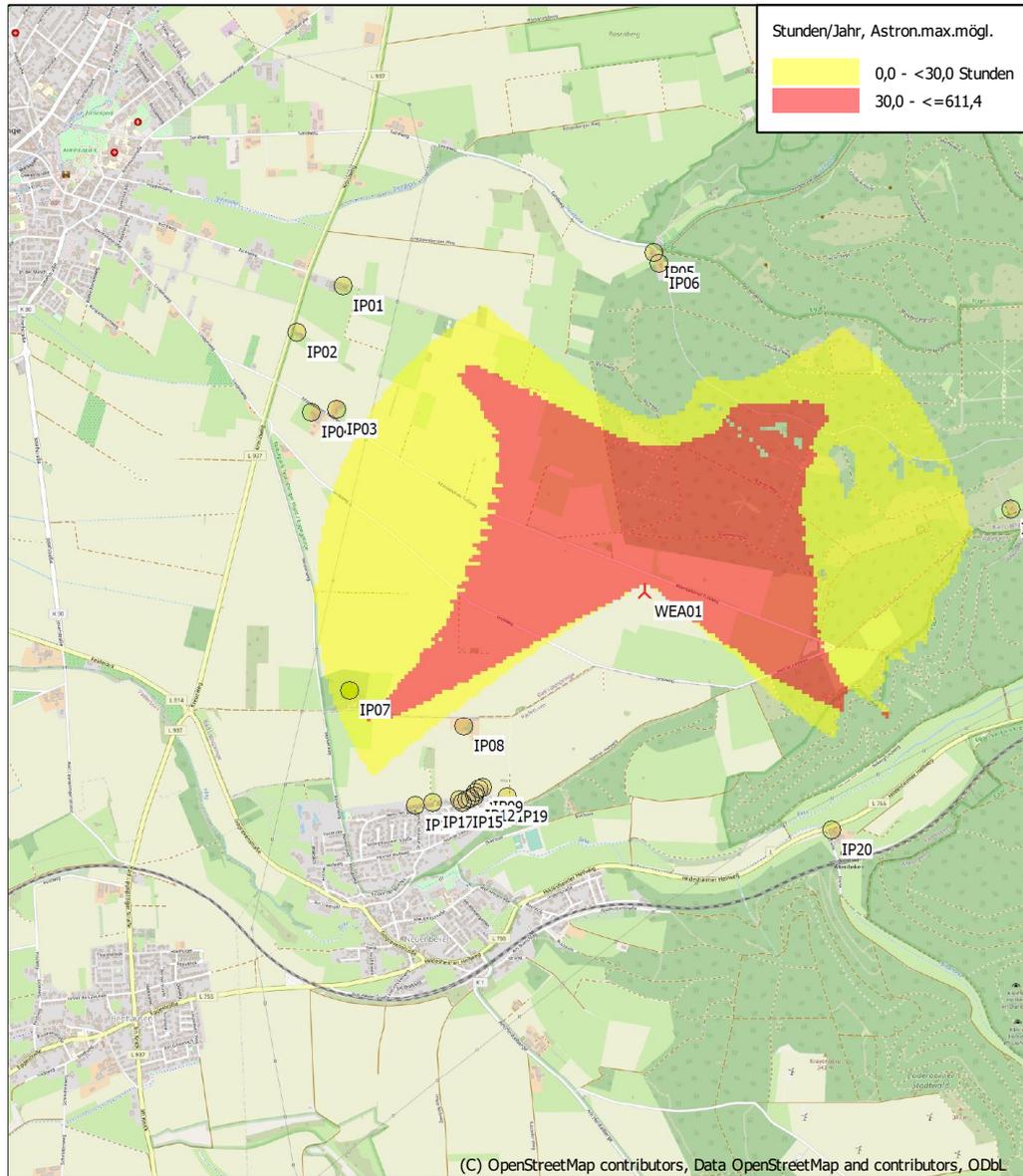
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Projekt:
Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:41/4.0.423

SHADOW - Karte

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund ZB WEA01



0 500 1000 1500 2000 m
Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:30.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 490.140 Nord: 5.734.500
Neue WEA Schattenrezeptor
Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)

Zusatzbelastung WEA02

Projekt:
Bad Lippspringe Böckgrund

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:42/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böckgrund ZB WEA02

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		Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
									Aktuell	Hersteller Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
1	491.225	5.734.538	269,0	WEA02	Ja	ENERCON E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	-				

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	489.229	5.736.118	162,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	488.983	5.735.875	155,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	489.190	5.735.461	156,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	489.057	5.735.447	153,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	490.873	5.736.289	188,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	490.902	5.736.233	190,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	489.258	5.733.960	185,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	489.863	5.733.765	199,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	489.959	5.733.439	211,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	489.942	5.733.435	211,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	489.925	5.733.415	210,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	489.917	5.733.395	210,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	489.894	5.733.383	210,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	489.878	5.733.376	209,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	489.852	5.733.364	207,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	489.838	5.733.378	206,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	489.699	5.733.363	202,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	489.604	5.733.347	199,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	IP19	490.093	5.733.392	215,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP20	491.812	5.733.213	190,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP21	492.762	5.734.930	336,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP22	492.886	5.735.302	329,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W	IP23	492.935	5.735.332	333,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP24	493.394	5.734.060	206,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

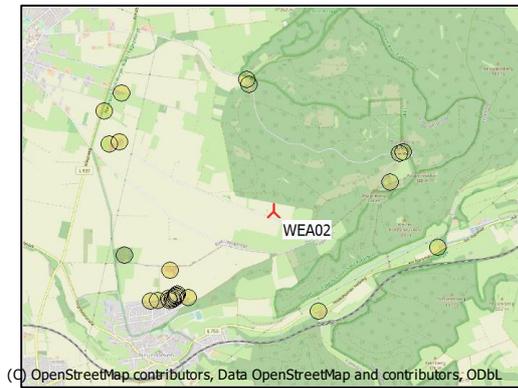
Schattenrezeptor

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

(Fortsetzung nächste Seite)...

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

15.01.2024 12:08 / 1



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

Maßstab 1:75.000
▲ Neue WEA ● Schattenrezeptor

Projekt:

Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:42/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund ZB WEA02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer				
Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
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	16:50	48	0:26
I	IP09	0:00	0	0:00
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
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	0:00	0	0:00
S	IP19	0:00	0	0:00
T	IP20	0:00	0	0:00
U	IP21	6:02	27	0:21
V	IP22	0:00	0	0:00
W	IP23	0:00	0	0:00
X	IP24	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA02	22:52

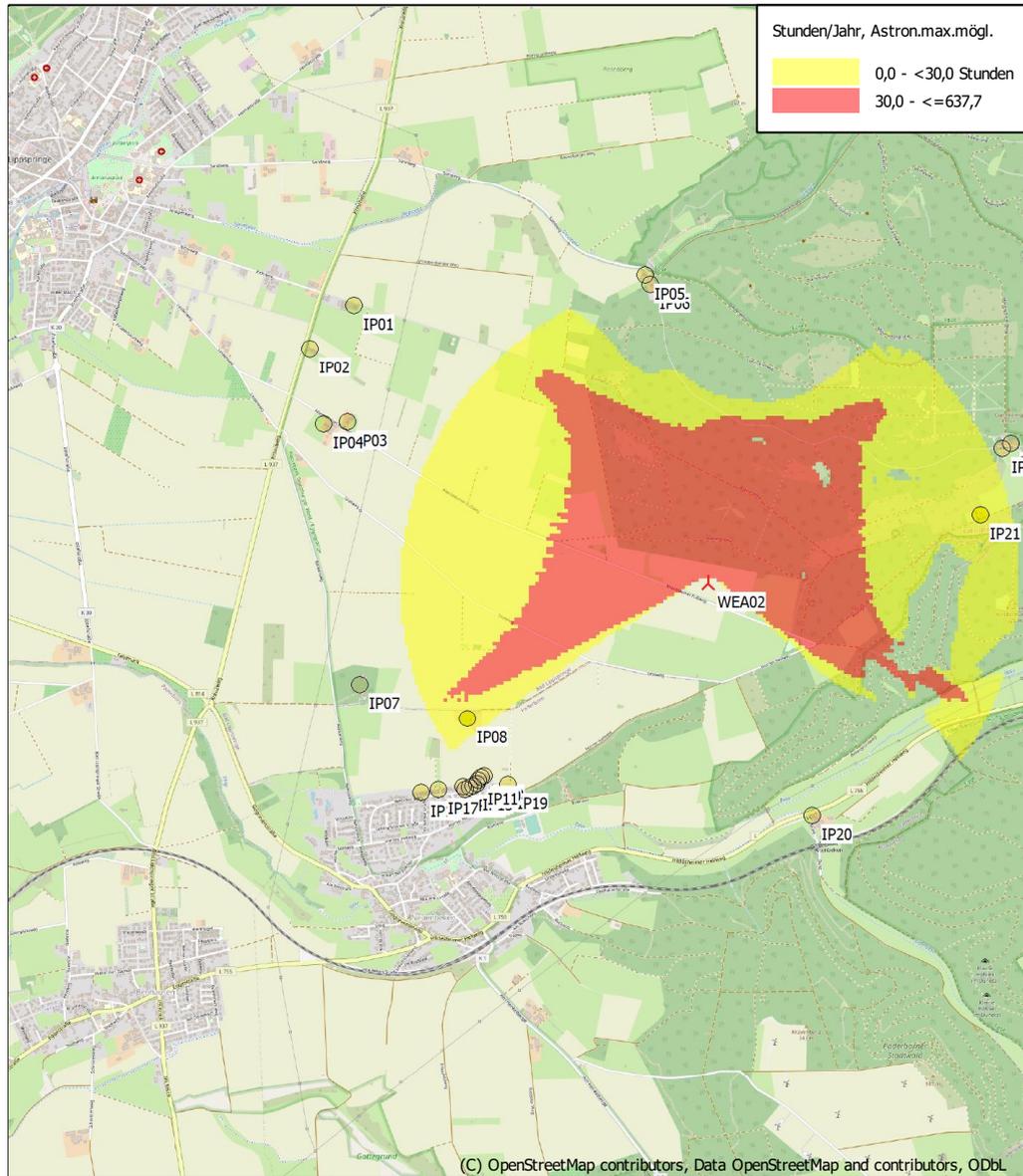
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Projekt:
Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:42/4.0.423

SHADOW - Karte

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund ZB WEA02



0 500 1000 1500 2000 m
Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:32.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 490.140 Nord: 5.734.500
Neue WEA Schattenrezeptor
Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)

Zusatzbelastung WEA03

Projekt:
Bad Lippspringe Böckgrund

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:43/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böckgrund ZB WEA03

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

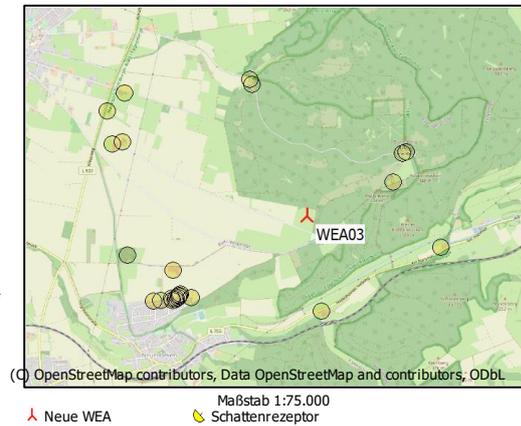
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

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			Beschreibung		WEA-Typ		Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
																	Beschatt.-Bereich [m]	U/min
1	491.631	5.734.485	294,3	WEA03	Ja	ENERCON	E-175	EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	-					

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	489.229	5.736.118	162,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	488.983	5.735.875	155,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	489.190	5.735.461	156,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	489.057	5.735.447	153,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	490.873	5.736.289	188,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	490.902	5.736.233	190,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	489.258	5.733.960	185,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	489.863	5.733.765	199,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	489.959	5.733.439	211,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	489.942	5.733.435	211,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	489.925	5.733.415	210,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	489.917	5.733.395	210,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	489.894	5.733.383	210,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	489.878	5.733.376	209,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	489.852	5.733.364	207,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	489.838	5.733.378	206,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	489.699	5.733.363	202,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	489.604	5.733.347	199,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	IP19	490.093	5.733.392	215,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP20	491.812	5.733.213	190,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP21	492.762	5.734.930	336,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP22	492.886	5.735.302	329,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W	IP23	492.935	5.735.332	333,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP24	493.394	5.734.060	206,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	0:00	0	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:43/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund ZB WEA03

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer				
Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
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
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
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	0:00	0	0:00
S	IP19	0:00	0	0:00
T	IP20	0:00	0	0:00
U	IP21	16:28	43	0:34
V	IP22	12:36	40	0:28
W	IP23	11:05	38	0:26
X	IP24	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

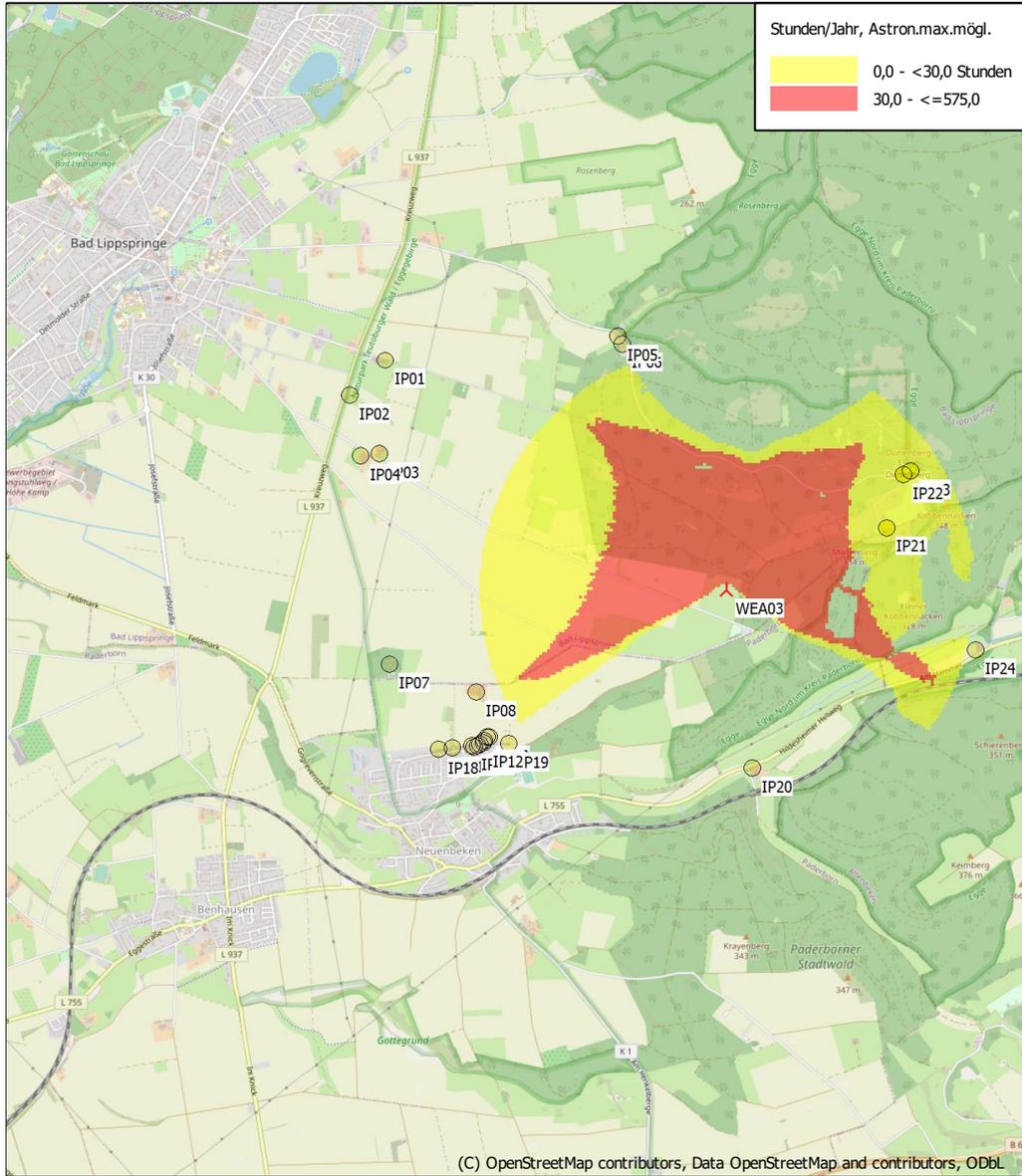
Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA03	29:05

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:
Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
 Vattmannstraße 6
 DE-33100 Paderborn
 +49 05251-68 25 80
 Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
 Berechnet:
 12.01.2024 12:43/4.0.423

SHADOW - Karte
 Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund ZB WEA03



0 500 1000 1500 2000 m
 Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 490.140 Nord: 5.734.500
 Neue WEA Schattenrezeptor
 Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)

Zusatzbelastung WEA04

Projekt:
Bad Lippspringe Böckgrund

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:44/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böckgrund ZB WEA04

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

	WEA-Typ			Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
	Ost	Nord	Z								Beschatt.-Bereich [m]	U/min
1	491.023	5.734.115	254,4	WEA04	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	-

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	489.229	5.736.118	162,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	488.983	5.735.875	155,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	489.190	5.735.461	156,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	489.057	5.735.447	153,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	490.873	5.736.289	188,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	490.902	5.736.233	190,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	489.258	5.733.960	185,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	489.863	5.733.765	199,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	489.959	5.733.439	211,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	489.942	5.733.435	211,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	489.925	5.733.415	210,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	489.917	5.733.395	210,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	489.894	5.733.383	210,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	489.878	5.733.376	209,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	489.852	5.733.364	207,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	489.838	5.733.378	206,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	489.699	5.733.363	202,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	489.604	5.733.347	199,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	IP19	490.093	5.733.392	215,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP20	491.812	5.733.213	190,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP21	492.762	5.734.930	336,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP22	492.886	5.735.302	329,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W	IP23	492.935	5.735.332	333,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP24	493.394	5.734.060	206,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

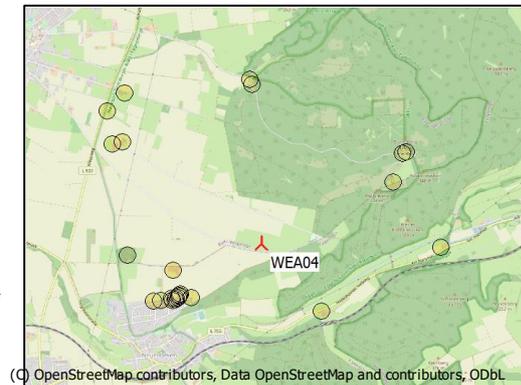
Schattenrezeptor

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

(Fortsetzung nächste Seite)...

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

15.01.2024 12:16 / 1



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

Maßstab 1:75.000
▲ Neue WEA
● Schattenrezeptor

Projekt:

Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:44/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund ZB WEA04

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
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	31:10	72	0:34
I	IP09	4:12	21	0:15
J	IP10	6:08	26	0:18
K	IP11	4:26	22	0:15
L	IP12	1:40	13	0:10
M	IP13	2:52	18	0:12
N	IP14	3:29	20	0:13
O	IP15	4:22	22	0:15
P	IP16	8:53	32	0:21
Q	IP17	20:12	53	0:28
R	IP18	23:45	61	0:27
S	IP19	0:00	0	0:00
T	IP20	0:00	0	0:00
U	IP21	0:00	0	0:00
V	IP22	0:00	0	0:00
W	IP23	0:00	0	0:00
X	IP24	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA04	57:56

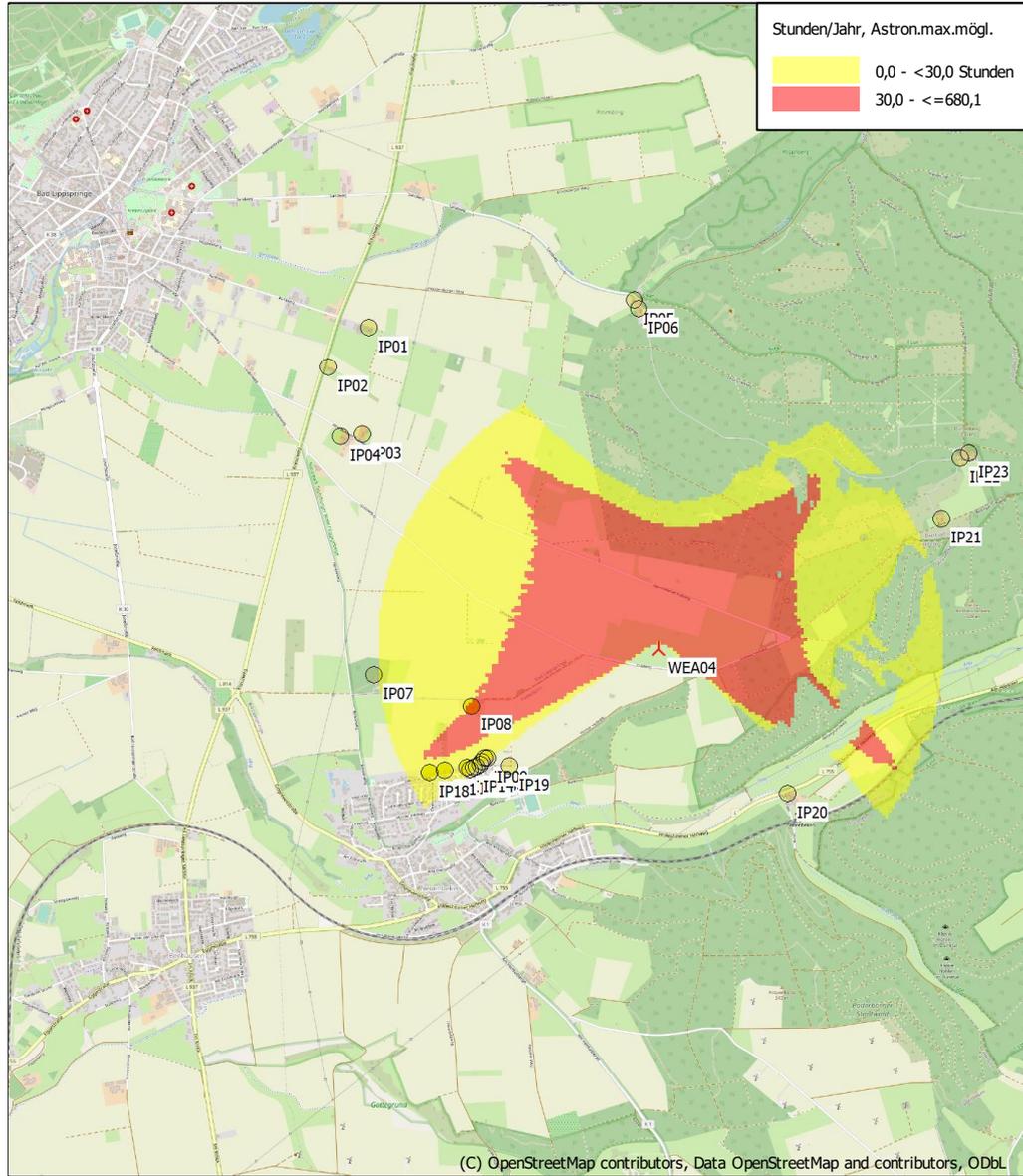
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Projekt:
Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:44/4.0.423

SHADOW - Karte

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund ZB WEA04



Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:35.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 490.140 Nord: 5.734.500
Neue WEA Schattenrezeptor
Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: Höhendaten.wpg (1)

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

15.01.2024 12:16 / 1



Zusatzbelastung WEA05

Projekt:
Bad Lippspringe Böckgrund

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:45/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böckgrund ZB WEA05

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

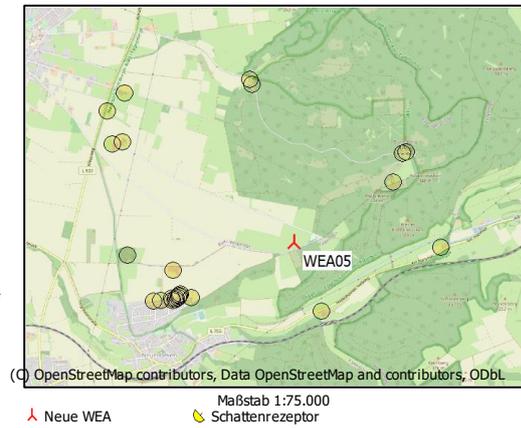
Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:

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		Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
1	491.446	5.734.128	281,5	WEA05	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.
A	IP01	489.229	5.736.118	162,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	488.983	5.735.875	155,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	489.190	5.735.461	156,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	489.057	5.735.447	153,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	490.873	5.736.289	188,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	490.902	5.736.233	190,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	489.258	5.733.960	185,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	489.863	5.733.765	199,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	489.959	5.733.439	211,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	489.942	5.733.435	211,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	489.925	5.733.415	210,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	489.917	5.733.395	210,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	489.894	5.733.383	210,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	489.878	5.733.376	209,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	489.852	5.733.364	207,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	489.838	5.733.378	206,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	489.699	5.733.363	202,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	489.604	5.733.347	199,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	IP19	490.093	5.733.392	215,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP20	491.812	5.733.213	190,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP21	492.762	5.734.930	336,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP22	492.886	5.735.302	329,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W	IP23	492.935	5.735.332	333,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP24	493.394	5.734.060	206,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Projekt:

Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:45/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund ZB WEA05

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	0:00	0	0:00
B	IP02	0:00	0	0:00
C	IP03	0:00	0	0:00
D	IP04	0:00	0	0:00
E	IP05	0:00	0	0:00
F	IP06	0:00	0	0:00
G	IP07	0:00	0	0:00
H	IP08	11:01	37	0:23
I	IP09	25:02	74	0:24
J	IP10	24:41	75	0:24
K	IP11	24:10	73	0:24
L	IP12	23:37	71	0:23
M	IP13	23:09	71	0:23
N	IP14	22:52	71	0:23
O	IP15	22:21	71	0:22
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	0:00	0	0:00
S	IP19	17:38	51	0:25
T	IP20	0:00	0	0:00
U	IP21	8:33	34	0:24
V	IP22	0:00	0	0:00
W	IP23	0:00	0	0:00
X	IP24	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA05	55:20

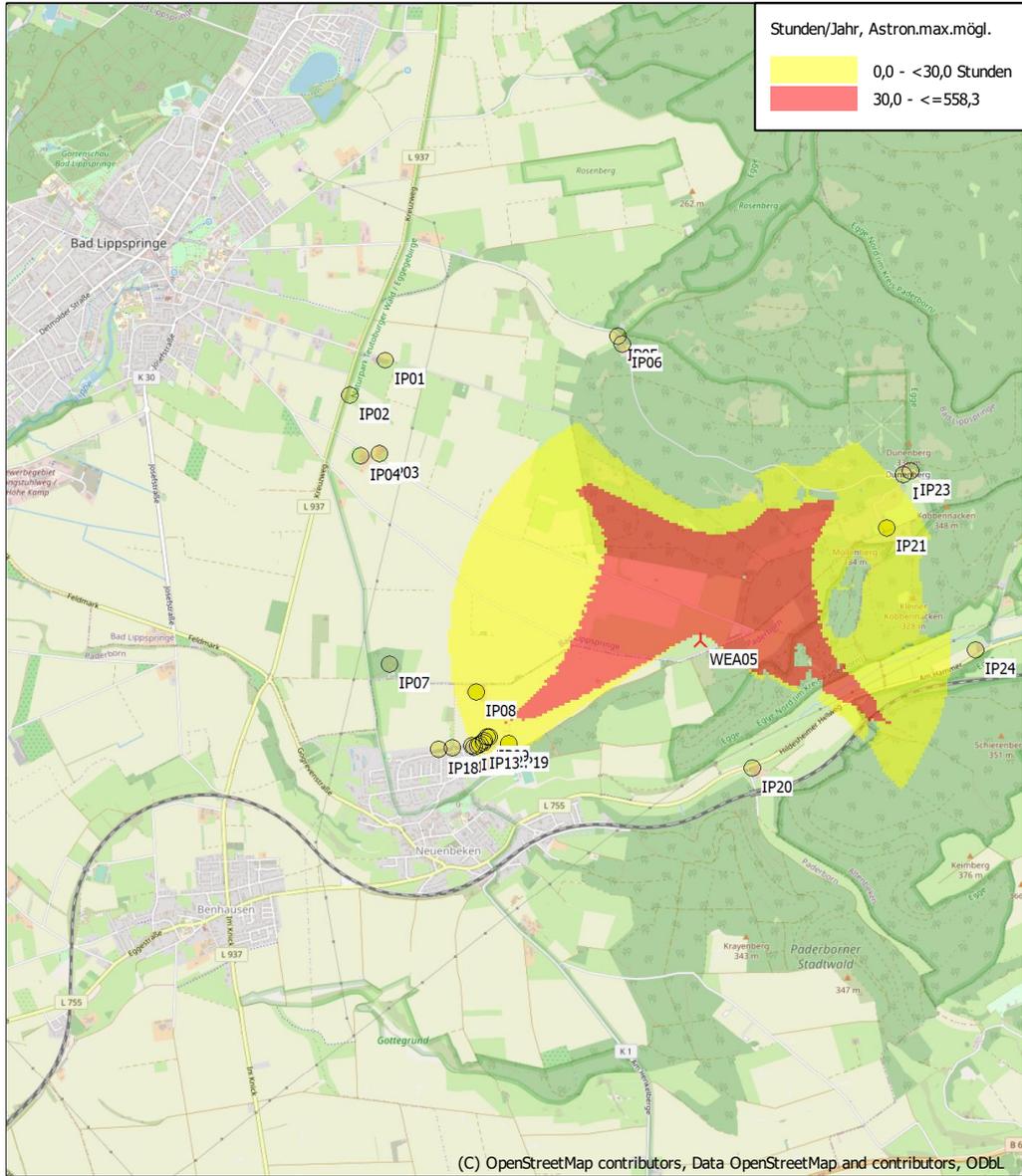
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Projekt:
Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
 Vattmannstraße 6
 DE-33100 Paderborn
 +49 05251-68 25 80
 Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
 Berechnet:
 12.01.2024 12:45/4.0.423

SHADOW - Karte

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund ZB WEA05



0 500 1000 1500 2000 m
 Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 490.140 Nord: 5.734.500
 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]
IP01	145:40	01:21
IP02	174:47	02:02
IP03	364:03	02:27
IP04	336:47	01:56
IP05	114:23	01:12
IP06	100:51	01:10
IP07	59:24	01:01
IP08	88:38	00:58
IP09	29:14	00:34
IP10	30:49	00:36
IP11	28:36	00:34
IP12	25:17	00:29
IP13	26:01	00:30
IP14	26:21	00:31
IP15	26:43	00:33
IP16	8:53	00:21
IP17	20:12	00:28
IP18	23:45	00:27
IP19	17:38	00:25
IP20	22:16	00:41
IP21	31:03	00:41
IP22	12:36	00:28
IP23	11:05	00:26
IP24	106:43	01:17

An 16 der insgesamt 24 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:

Bad Lippspringe Böckgrund

Lizenzierter Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:55/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böckgrund GB
Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA

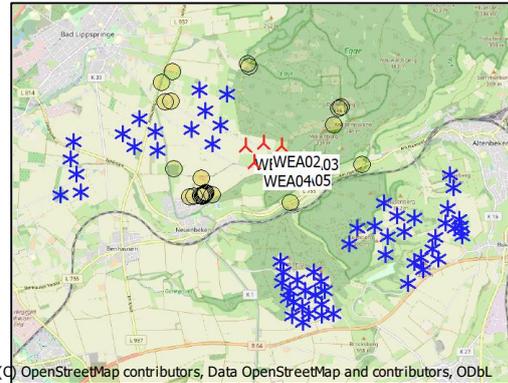
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

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



Maßstab 1:125.000
(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL
Neue WEA, Existierende WEA, Schattenrezeptor

WEA

Table with columns: Ost, Nord, Z, Beschreibung, WEA-Typ, Hersteller, Typ, Nennleistung, Rotorhöhe, Nabenhöhe, Schattendaten (Beschatt.-Bereich, U/min). It lists 38 wind turbine entries with their respective coordinates, types, and shadow data.

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Bad Lipsprunge Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:55/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund GB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
39	494.146	5.732.931	368,4	40596-23	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.041	9,5
40	494.311	5.732.578	365,8	40597-23	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.041	9,5
41	493.950	5.732.464	348,5	40598-23	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.041	9,5
42	493.900	5.732.062	354,7	40599-23	Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.041	9,5
43	492.503	5.730.738	341,7	40715-17	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	73,3	996	29,0
44	491.610	5.731.452	327,0	40795-16,41974-...	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
45	491.788	5.731.282	336,8	40796-16	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	73,3	996	29,0
46	491.949	5.731.519	343,3	42338-14, 2175-08	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0
47	492.073	5.730.578	331,9	51.0078/06/0106.2	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	85,0	1.643	20,0
48	492.490	5.730.979	343,7	51.0126/07/0106.2	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0
49	486.741	5.733.400	136,8	42175-23 (WEA ...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
50	489.639	5.734.840	173,4	42164-23 (WEA ...	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	10,7
51	488.115	5.734.762	148,6	42289-21 (02)	Nein	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
52	488.372	5.734.468	151,4	40796-20,42290-...	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	164,0	1.805	10,7
53	488.873	5.734.379	163,3	42292-21 (05)	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	164,0	1.805	10,7
54	490.264	5.734.946	200,4	42166-23 (WEA ...	Nein	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
55	490.411	5.735.627	215,9	41178-23-600 (...	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	10,7
56	486.974	5.734.208	140,4	42172-23 (WEA ...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
57	487.096	5.733.865	141,0	42173-23 (WEA ...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
58	488.488	5.735.079	151,0	40797-20,42291-...	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	10,7
59	488.842	5.734.798	157,0	40799-20,42293-...	Nein	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
60	489.819	5.735.721	182,9	42163-23 (WEA ...	Nein	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
61	487.197	5.733.476	141,2	42174-23 (WEA ...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
62	487.040	5.734.585	139,7	40794-20,42288-...	Nein	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
63	489.929	5.735.256	184,6	41180-23-600 (...	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	10,7
64	490.100	5.734.515	191,1	42167-23 (WEA ...	Nein	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7
65	494.524	5.732.886	363,9	40867-21	Ja	ENERCON	E-160 EP5-4.600	4.600	160,0	166,6	1.777	9,4

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	IP01	489.229	5.736.118	162,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	488.983	5.735.875	155,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	489.190	5.735.461	156,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	489.057	5.735.447	153,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	490.873	5.736.289	188,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	490.902	5.736.233	190,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	489.258	5.733.960	185,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	489.863	5.733.765	199,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	489.959	5.733.439	211,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	489.942	5.733.435	211,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	489.925	5.733.415	210,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	489.917	5.733.395	210,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	489.894	5.733.383	210,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	489.878	5.733.376	209,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	489.852	5.733.364	207,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	489.838	5.733.378	206,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	489.699	5.733.363	202,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	489.604	5.733.347	199,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	IP19	490.093	5.733.392	215,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T	IP20	491.812	5.733.213	190,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	IP21	492.762	5.734.930	336,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
V	IP22	492.886	5.735.302	329,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W	IP23	492.935	5.735.332	333,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
X	IP24	493.394	5.734.060	206,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Projekt:

Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenziertes Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:55/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund GB

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	145:40	157	1:21
B	IP02	174:47	195	2:02
C	IP03	364:03	332	2:27
D	IP04	336:47	343	1:56
E	IP05	114:23	142	1:12
F	IP06	100:51	150	1:10
G	IP07	59:24	107	1:01
H	IP08	88:38	122	0:58
I	IP09	29:14	74	0:34
J	IP10	30:49	75	0:36
K	IP11	28:36	73	0:34
L	IP12	25:17	71	0:29
M	IP13	26:01	71	0:30
N	IP14	26:21	71	0:31
O	IP15	26:43	71	0:33
P	IP16	8:53	32	0:21
Q	IP17	20:12	53	0:28
R	IP18	23:45	61	0:27
S	IP19	17:38	51	0:25
T	IP20	22:16	62	0:41
U	IP21	31:03	85	0:41
V	IP22	12:36	40	0:28
W	IP23	11:05	38	0:26
X	IP24	106:43	118	1:17

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA01	15:17
2	WEA02	22:52
3	WEA03	29:05
4	WEA04	57:56
5	WEA05	55:20
6	00090-11-14	0:00
7	00560-10-14	0:00
8	00629-10-14	0:00
9	00961-12-14	0:00
10	01349-10-14	0:00
11	01484-10-14	0:00
12	01847-12-14	0:00
13	02034-10-14	0:00
14	02035-10-14 (1)	0:00
15	02035-10-14 (2)	0:00
16	02149-13-14	0:00
17	02473-12, 40861-15	0:00
18	02501-12-14	0:00
19	1834-08-14	0:00
20	1868-98-06	0:00
21	1872-98-06	0:00
22	2049-09-14	0:00
23	2484-95-06	0:00
24	2535-09-14	0:00
25	2558-10,1607-12	0:00
26	2696-09-14	0:00
27	2772-91-06 A	0:00
28	2772-91-06 B	0:00
29	2772-91-06 C	0:00
30	2772-91-06 D	0:00
31	40107-20 (09)	0:00
32	40325-13	0:00
33	40352-21	0:00
34	40497-19, 41371-20	0:00
35	40592-23	7:32

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:

Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
Berechnet:
12.01.2024 12:55/4.0.423

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund GB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

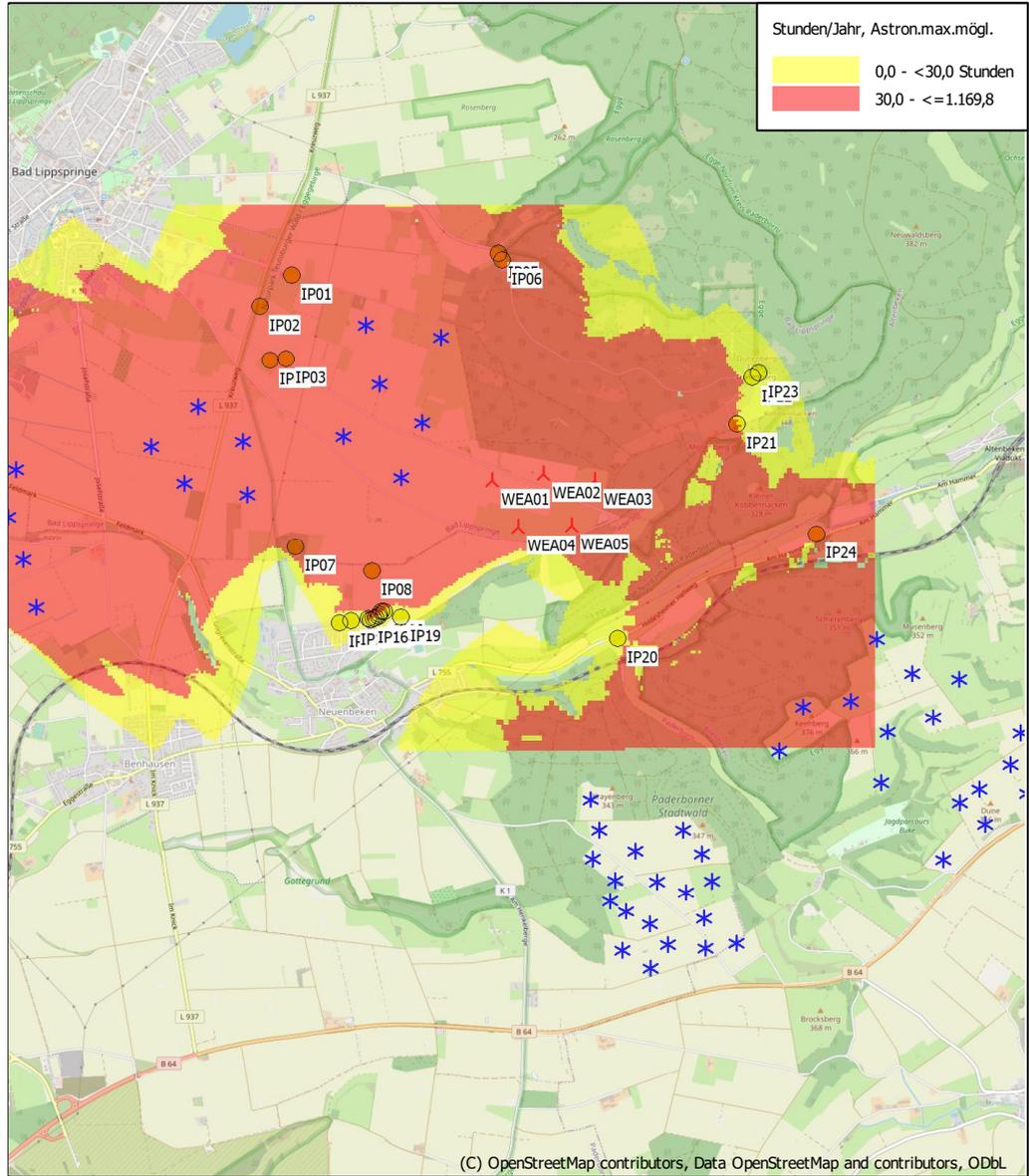
Nr.	Name	Maximal
		[h/a]
36	40593-23	22:38
37	40594-23	25:44
38	40595-23	28:54
39	40596-23	19:11
40	40597-23	21:26
41	40598-23	0:00
42	40599-23	0:00
43	40715-17	0:00
44	40795-16,41974-18	0:00
45	40796-16	0:00
46	42338-14, 2175-08	0:00
47	51.0078/06/0106.2	0:00
48	51.0126/07/0106.2	0:00
49	42175-23 (WEA 04)	0:00
50	42164-23 (WEA 05)	108:57
51	42289-21 (02)	65:15
52	40796-20,42290-21 03	89:51
53	42292-21 (05)	25:22
54	42166-23 (WEA 04)	60:21
55	41178-23-600 (WEA02)	132:06
56	42172-23 (WEA 01)	0:00
57	42173-23 (WEA 02)	0:00
58	40797-20,42291-21 04	123:08
59	40799-20,42293-21 06	129:29
60	42163-23 (WEA 01)	167:21
61	42174-23 (WEA 03)	0:00
62	40794-20,42288-21 01	0:00
63	41180-23-600 (WEA03)	151:15
64	42167-23 (WEA 06)	56:18
65	40867-21	11:20

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:
Bad Lippspringe Böcksgrund

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
 Vattmannstraße 6
 DE-33100 Paderborn
 +49 05251-68 25 80
 Tido.Hagen / Tido.Hagen@phymetric.de
 Berechnet:
 12.01.2024 12:55/4.0.423

SHADOW - Karte
 Berechnung: Prüfbericht Böcksgrund GB



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

0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:45.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 491.011 Nord: 5.733.619

▲ Neue WEA * Existierende WEA ● Schattenrezeptor

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

Abschlussbetrachtung

Die Anlagen der Zusatzbelastung führen an 16 der insgesamt 24 untersuchten Immissionsorten zu zusätzlichem Schattenwurf. Dabei tragen alle geplanten WEA zu Richtwertüberschreitungen bei.

An 10 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 Anlagen der Zusatzbelastung 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	27
Kalender pro WEA	31
Grafischer Kalender pro WEA	38