

4.8 Vorgesehene Maßnahmen zur Überwachung aller Emissionen

Wie in Kapitel 4.7 beschrieben kann von Windenergieanlagen bei entsprechendem Sonnenstand Schattenwurf ausgehen.

Zur Vermeidung einer Überschreitung der zulässigen Schattenwurfdauer wird in den Anlagen ein Schattenwurfsystem verbaut gemäß Anhang 4.8.2.

Die Einstellung dieses Schattenwurfmoduls wird gemäß dem Gutachten des Büros TÜV Nord so gewählt, dass eine Überschreitung der maximal zulässigen Schattenwurfzeiten an einem Immissionspunkt von 30 Minuten pro Tag oder 8 Stunden pro Jahr ausgeschlossen werden kann.

Anlagen:

- 4.8.1 Schattenwurfprognose.pdf
- 4.8.2 Rotorblatttiefen an Vestas-WEA.pdf
- 4.8.3 Allgemeine Beschreibung Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem.pdf
- 4.8.3.1 Allgemeine Spezifikation Option Northtec Schattenwurfabschaltmodul.pdf

GUTACHTLICHE STELLUNGNAHME

Schattenwurfprognose für den
- Windpark Forst-Briesnig 3 -



TÜV NORD Referenz-Nr.: 2024-WND-SW-014-R0

Datum: 26.11.2024

Gegenstand der Prüfung	Schattenwurfprognose für den Windpark Forst-Briesnig 3
Kunde	LEAG Renewables GmbH Leagplatz 1 03050 Cottbus, Deutschland
Besondere Hinweise	-

Die Ausarbeitung der gutachtlichen Stellungnahme erfolgte durch:

Verfasser	<div></div> Hamburg, 26.11.2024
Geprüft durch	<div></div> Hamburg, 26.11.2024

Herausgeber

TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG
Große Bahnstraße 31•22525 Hamburg
Geschäftsführung: Silvio Konrad (Vorsitzender), Dr. Hans Koopman
Amtsgericht Hamburg ▪ HRA 100227
USt.-IdNr.: DE 813992777 ▪ Steuer-Nr.: 27/628/00023

Für weitere Auskünfte

Urheberrechtshinweis

Dieser Bericht wird ausschließlich dem oben genannten Antragsteller bzw. Kunden zur Verfügung gestellt. Die Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Berichts ist nur durch vorherige schriftliche Freigabe der TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG oder des oben genannten Antragstellers oder Kunden gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist im Allgemeinen nicht gestattet.

Änderungshistorie

Rev.	Datum	Änderung
0	26.11.2024	Erste Ausgabe

WEA-Typ	P _{Nenn} [MW]	D [m]	NH [m]
Vestas V172	7,20	172,0	175,0

Vom Auftraggeber eingereichte Unterlagen:

- Windenergieanlagen-Spezifikationen inkl. jeweiliger Angabe zu Nabenhöhe, Rotordurchmesser und Nennleistung der geplanten und bestehenden Windenergieanlagen mit Koordinaten (UTM, ETRS89, Zone 33)
- Lageplan

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	5
2	Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Emissionen von Windenergieanlagen	5
3	Schattenwurfberechnung.....	6
3.1	<i>Eingangsdaten</i>	6
3.2	<i>Randbedingungen für die Berechnung.....</i>	12
3.3	<i>Ergebnisse.....</i>	12
4	Zusammenfassung und Bewertung	15
5	Rechtliche Hinweise	16
6	Formelzeichen und Abkürzungen.....	17
7	Literatur- und Quellenangaben	18
8	Anhang	19
8.1	<i>Detaillierte Berechnungsergebnisse.....</i>	19
8.2	<i>Lage der Immissionspunkte</i>	37

1 Aufgabenstellung

Im Rahmen der Errichtung von 14 Windenergieanlagen (WEA) vom Typ Vestas V172, 7,20 MW mit 175,0 m Nabenhöhe (NH) und 172,0 m Rotordurchmesser (D) (WEA 01 bis 14) am Standort Forst-Briesnig 3 (Brandenburg) ist die TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG von der LEAG Renewables GmbH mit der Durchführung einer Schattenwurfprognose beauftragt worden. Als Vorbelastung sind 22 bestehende bzw. fremdgeplante WEA (WEA 15 bis 36) in der Umgebung der geplanten WEA zu berücksichtigen /5/.

Für die Schattenwurfprognose sind die astronomisch möglichen Beschattungsdauern für relevante Immissionspunkte (IP) und deren Bewertung nach Maßgaben der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) /1/ zu ermitteln und zu bewerten.

Im Rahmen der Schattenwurfprognose erfolgte eine Standortbesichtigung. Diese wurde durch den Mitarbeiter der TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG, Herrn T. Weiß am 12.08.2024 durchgeführt.

Die Koordinaten und Spezifikationen der geplanten und bestehenden WEA sind durch den Auftraggeber übermittelt /5/ (siehe Tabelle 1). Die zu berücksichtigenden Immissionspunkte (IP) wurden vom Auftragnehmer angenommen (siehe Tabelle 3).

2 Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Emissionen von Windenergieanlagen

Als Grundlage für die Ermittlung des Schattenwurfs werden *"Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen"* der LAI /1/ herangezogen.

Im Wesentlichen werden in /1/ die folgenden Regelungen bzgl. der Ermittlung und Beurteilung des periodischen Schattenwurfs getroffen:

- Für die astronomisch maximal zulässige Beschattungsdauer wird ein Immissionsrichtwert von **30 Stunden pro Jahr** angesetzt. Ab dieser Zeitdauer wird von einer erheblichen Belästigung ausgegangen. Gleichzeitig soll eine Immissionsdauer von mehr als **30 Minuten pro Tag** vermieden werden. Die Schutzwürdigkeit der betroffenen Wohnräume, statistische Daten bezüglich Bewölkung, Regen oder Windrichtung und Sonnenstände unter 3° werden nicht berücksichtigt. Daher wird die tatsächliche Beschattungsdauer merklich geringer sein.
- Wird eine Abschaltautomatik vorgesehen, so ist bei einer reinen zeitgesteuerten Abschaltung der Planungsrichtwert von 30 Stunden pro Jahr einzuhalten. Wird eine strahlungsgesteuerte Abschaltvorrichtung eingesetzt, so ist der Richtwert von acht Stunden pro Jahr nicht zu überschreiten. Es sollte bei der Festlegung der Zeiträume für die Abschaltung darauf geachtet werden, dass vorrangig die längsten Beschattungszeiten am Tag reduziert werden.

Bezüglich der Immissionsrichtwerte für die tägliche Beschattungsdauer wird in /1/ bei Überschreiten dieses Richtwerts an mindestens drei Tagen eine Begrenzung der täglichen Beschattungsdauer auf 30 Minuten gefordert.

Eine erhebliche Belästigung durch periodischen Schattenwurf liegt dann nicht vor, wenn sowohl die Immissionsrichtwerte für die tägliche als auch die jährliche Beschattungsdauer durch alle auf den maßgeblichen Immissionsort einwirkenden WEA unterschritten werden.

Zur besseren Vergleichbarkeit der Berechnungen und einheitlichen Anwendung der Beurteilungskriterien werden bei der Erstellung von Immissionsprognosen die astronomisch maximal möglichen Schat-

tenwurfzeiten („worst case“) angegeben. Die Berechnungen des „realen Schattenwurfes“ unter Berücksichtigung der statistischen Sonnenscheindauer und Windverhältnisse sind daher nicht erforderlich.
















Das von der TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG für die Berechnung eingesetzte Programm Wind-Pro 4.0 der Firma EMD /2/ ist eine bewährte und anerkannte Software zur Schattenwurfberechnung. Für die Schattenwurfberechnung werden ausgehend von der geografischen Lage des Standortes die lokalen Azimut- und Höhenwinkel der Breitengradspezifischen Sonnenbahn bestimmt. Die Anlagen-geometrie wie Nabenhöhe und Rotordurchmesser und die Aufstellungsanordnung der WEA liefern mit Hilfe elementarer geometrischer Beziehungen die zeitliche und räumliche Verteilung des Schatten-wurfes.

3 Schattenwurfberechnung

3.1 Eingangsdaten

Die Berechnung der Schattenwurfzeiten am Standort Forst-Briesnig 3 erfolgt gemäß eingereichtem Planungsstand für die Windparkkonfiguration /5/ aus Tabelle 1.

Die Bezeichnung der einzelnen WEA in dieser gutachtlichen Stellungnahme bezieht sich auf die lau-fende Nummer, die ebenfalls aus Tabelle 1 ersichtlich ist.

Lfd. WEA- Nr.		WEA- Bezeich- nung	Koordinaten [m]		WEA-Typ	P _{Nenn} [MW]	D [m]	NH [m]
			Rechts- wert	Hoch- wert				
Geplante WEA im Windpark Forst-Briesnig 3								
	1	WEA 1	471800	5740433	Vestas V172	7,20	172,0	175,0
	2	WEA 2	471395	5740762	Vestas V172	7,20	172,0	175,0
	3	WEA 3	471133	5741160	Vestas V172	7,20	172,0	175,0
	4	WEA 4	470480	5741220	Vestas V172	7,20	172,0	175,0
	5	WEA 5	469753	5741109	Vestas V172	7,20	172,0	175,0
	6	WEA 6	469176	5740728	Vestas V172	7,20	172,0	175,0
	7	WEA 7	468487	5740669	Vestas V172	7,20	172,0	175,0
	8	WEA 8	468410	5740184	Vestas V172	7,20	172,0	175,0
	9	WEA 9	468824	5739736	Vestas V172	7,20	172,0	175,0
	10	WEA 10	468840	5739165	Vestas V172	7,20	172,0	175,0
	11	WEA 11	469828	5737710	Vestas V172	7,20	172,0	175,0
	12	WEA 12	470175	5737300	Vestas V172	7,20	172,0	175,0
	13	WEA 13	470835	5737720	Vestas V172	7,20	172,0	175,0
	14	WEA 14	469097	5740298	Vestas V172	7,20	172,0	175,0
Fremdgeplante WEA im Windpark Forst-Briesnig 3								
	15	WEA_BR 09	470039	5740787	Vestas V162	6,20	162,0	169,0





















Lfd. WEA- Nr.	WEA- Bezeich- nung	Koordinaten [m]		WEA-Typ	P _{Nenn} [MW]	D [m]	NH [m]
		Rechts- wert	Hoch- wert				
 16	WEA_BR 05	469691	5740372	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 17	WEA_BR 13	470444	5740537	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 18	WEA_BR 01	469348	5739749	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 19	WEA_BR 06	469990	5740055	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 20	WEA_BR 17	470678	5740233	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 21	WEA_BR 07	470014	5739665	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 22	WEA_BR 16	470611	5739814	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 23	WEA_BR 02	469436	5739269	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 24	WEA_BR 10	470074	5739291	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 25	WEA_BR 15	470586	5739215	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 26	WEA_BR 03	469526	5738806	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 27	WEA_BR 11	470191	5738916	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 28	WEA_BR 04	469638	5738348	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 29	WEA_BR 12	470343	5738541	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 30	WEA_BR 08	470018	5738182	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
 31	WEA_BR 14	470492	5738193	Vestas V162	6,20	162,0	169,0
Weitere WEA im Windpark Forst-Briesnig 3							
 32	WEA_BR 20	471070	5740021	Senvion 3.2M122 NES	3,20	122,0	139,0
 33	WEA_BR 22	471130	5739617	Senvion 3.2M122 NES	3,20	122,0	139,0
 34	WEA_BR 21	471090	5739257	Senvion 3.2M122 NES	3,20	122,0	139,0
 35	WEA_BR 19	471003	5738888	Senvion 3.2M122 NES	3,20	122,0	139,0
 36	WEA_BR 18	470951	5738287	Senvion 3.2M122 NES	3,20	122,0	139,0

Tabelle 1: Windparkkonfiguration (Koordinatensystem: UTM, ETRS89, Zone 33) /5/.

Die der Schattenwurfberechnung zugrundeliegenden Rotorblattdaten sind für die zu berücksichtigen-
den WEA-Typen in Tabelle 2 angegeben.

Lfd. WEA- Nr.	WEA-Typ	P _{Nenn} [MW]	D [m]	NH [m]	maximale Blatttiefe [m]	Blatttiefe bei 90% Radius [m]
01 - 14	Vestas V172	7,20	172,0	175,0	4,35	1,26
15 - 31	Vestas V162	6,20	162,0	169,0	4,32	1,69
32 - 36	Senvion 3.2M122 NES	3,20	122,0	139,0	3,92	1,14

Tabelle 2: Rotorblattdaten /2/.

Die Lage der geplanten WEA im Windpark Forst-Briesnig 3 sowie der zu berücksichtigenden Vorbelastung ist in Abbildung 1 dargestellt.

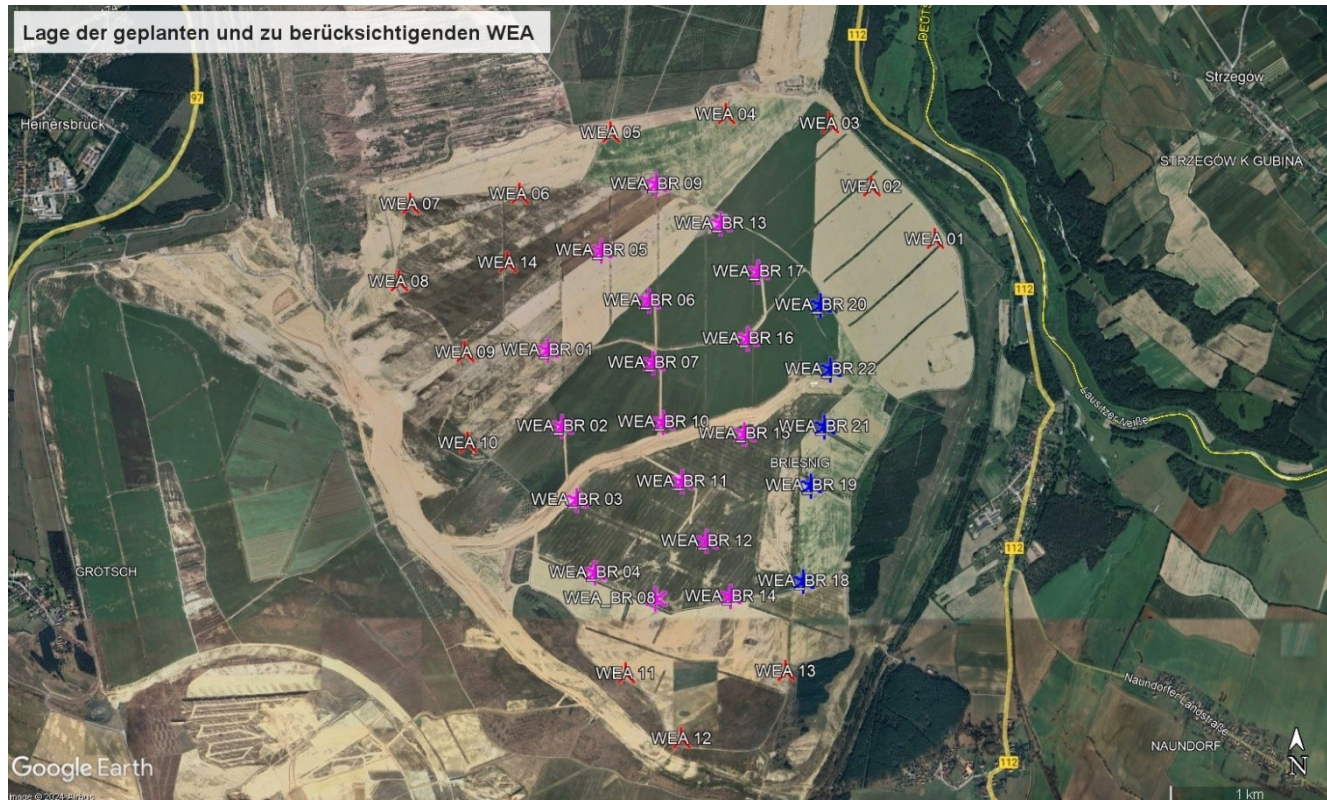


Abbildung 1: Lage der geplanten WEA im Windpark Forst-Briesnig 3 sowie der zu berücksichtigenden Vorbelastung (Übersicht), Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/. Die Bezeichnung der WEA bezieht sich auf die Spalte „WEA Bezeichnung“ in Tabelle 1

Zur Festlegung sinnvoller IP wird zunächst der Einwirkungsbereich der geplanten WEA ermittelt.

In den Abbildungen 2 und 3 ist der mit /2/ ermittelte Einwirkungsbereich der am Standort Forst-Briesnig 3 geplanten WEA sowohl bzgl. der jährlichen Beschattungsdauer in Stunden (Abbildung 2), als auch bzgl. der täglichen Beschattungsdauer in Minuten (Abbildung 3) dargestellt.

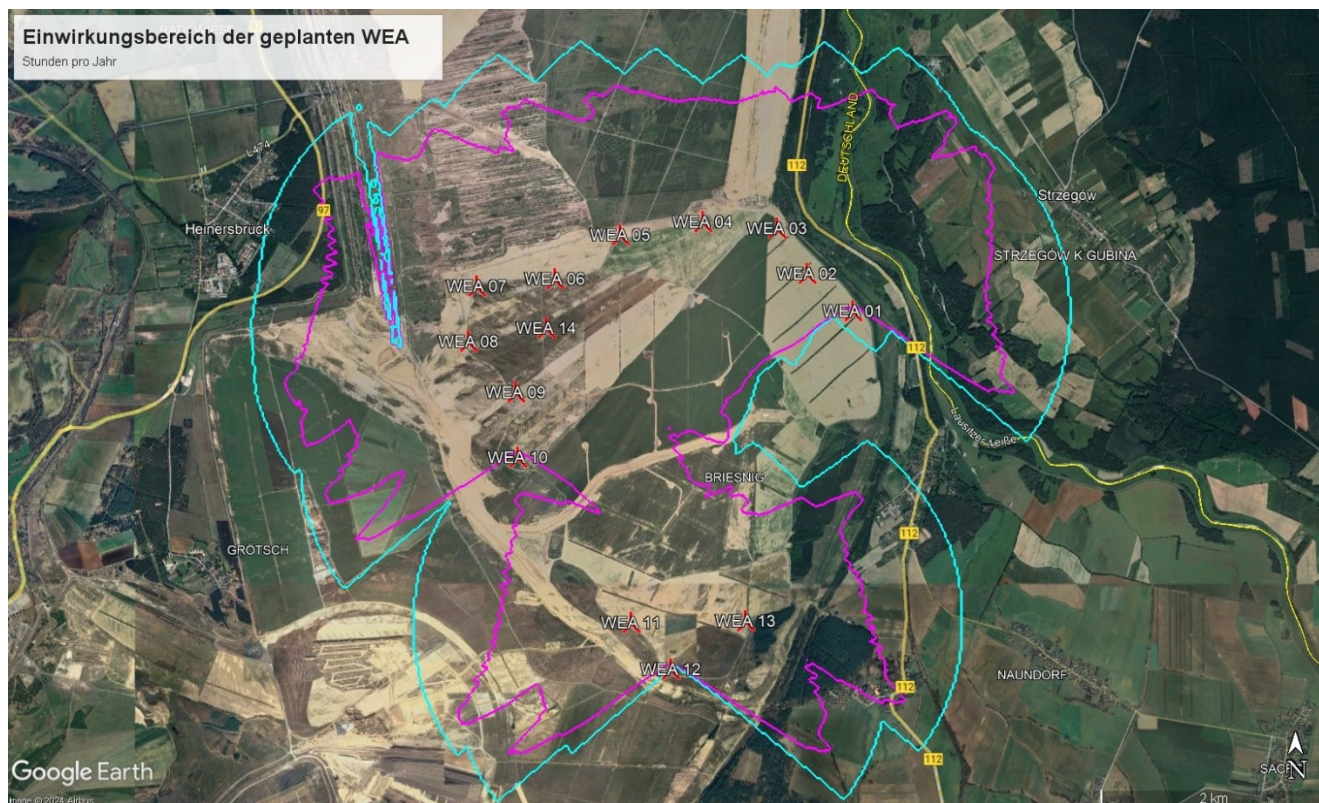


Abbildung 2: Einwirkungsbereich der am Standort Forst-Briesnig 3 geplanten WEA. **türkise Linie:** 0 Stunden pro Jahr; **magentafarbene Linie:** 30 Stunden pro Jahr. Symbole, Beschriftungen und Schattenlinien aus /2/, Luftbild aus /6/.

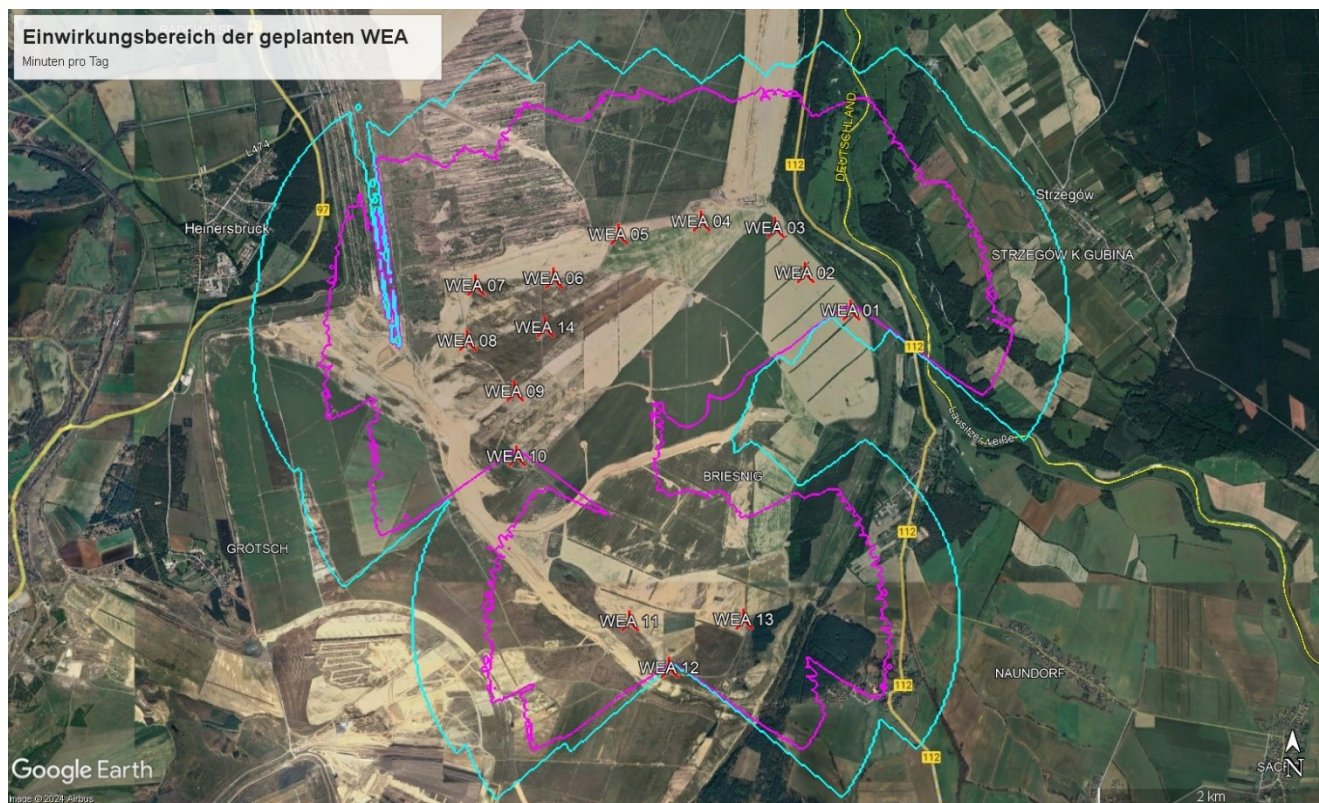


Abbildung 3: Einwirkungsbereich der am Standort Forst-Briesnig 3 geplanten WEA. **türkise Linie:** 0 Minuten pro Tag; **magentafarbene Linie:** 30 Minuten pro Tag. Symbole, Beschriftungen und Schattenlinien aus /2/, Luftbild aus /6/.

Basierend auf dem ermittelten Einwirkungsbereich der am Standort Forst-Briesnig 3 geplanten WEA werden als IP für die Schattenimmission exemplarisch 58 relevante Standorte berücksichtigt (siehe Tabelle 3). Die Lage der IP wurde vom Auftragnehmer angenommen, mit den Erkenntnissen aus der Standortbesichtigung und mit Hilfe von topografischen Karten /3/ sowie Geodaten /4/ abgeglichen und ggf. angepasst. Die detaillierte Lage der IP ist im Anhang (Kapitel 8.2) dargestellt.

Die Schattenwurfdauer wird entsprechend den Empfehlungen in /1/ für einen Rezeptor mit den Maßen 0,1 m x 0,1 m auf einer Bezugshöhe von 2,0 m über Grund berechnet. Im weiteren Verlauf dieser gutachtlichen Stellungnahme beziehen sich die Bezeichnungen der IP auf die Angaben in Tabelle 3.

IP	Koordinaten [m]		Straße	Ort
	Rechts-wert	Hoch-wert		
01	466669	5741145	Forster Straße 29	Heinersbrück
02	466651	5741161	Forster Straße 27	Heinersbrück
03	466716	5741367	Briesniger Straße 22	Heinersbrück
04	466773	5741381	Briesniger Straße 24	Heinersbrück
05	473299	5741451	Strzegów 6	Strzegów
06	473317	5741018	Strzegów 12	Strzegów
07	472276	5738918	Weißagker Straße 6	Briesnig
08	472247	5738886	Weißagker Straße 6A	Briesnig
09	472211	5738853	Weißagker Straße 6C	Briesnig
10	472076	5738790	Weißagker Straße 11	Briesnig
11	472073	5738767	Weißagker Straße 12	Briesnig
12	472042	5738734	Weißagker Straße 13	Briesnig
13	472014	5738706	Weißagker Straße 14	Briesnig
14	472152	5738765	Weißagker Straße 10	Briesnig
15	472106	5738721	Weißagker Straße 12A	Briesnig
16	472289	5738795	Briesniger Schulstraße 5	Briesnig
17	472326	5738799	Briesniger Schulstraße 3A	Briesnig
18	472347	5738795	Briesniger Hauptstraße 31	Briesnig
19	472370	5738786	Briesniger Hauptstraße 24	Briesnig
20	472360	5738758	Briesniger Hauptstraße 26	Briesnig
21	472306	5738678	Briesniger Hauptstraße 31D	Briesnig
22	472298	5738637	Briesniger Hauptstraße 31F	Briesnig
23	472291	5738598	Briesniger Hauptstraße 33	Briesnig
24	472180	5738515	Briesniger Siedlerweg 3	Briesnig
25	472097	5738440	Briesniger Siedlerweg 4	Briesnig

IP	Koordinaten [m]		Straße	Ort
	Rechtswert	Hochwert		
26	472171	5738459	Briesniger Siedlerweg 6A	Briesnig
27	472266	5738488	Briesniger Hauptstraße 37	Briesnig
28	472250	5738441	Briesniger Hauptstraße 38	Briesnig
29	472238	5738370	Briesniger Hauptstraße 39	Briesnig
30	472191	5738305	Briesniger Hauptstraße 41	Briesnig
31	472220	5738293	Briesniger Hauptstraße 42	Briesnig
32	472169	5737405	Hauptstraße 15	Bohrau
33	472225	5737379	Hauptstraße 16	Bohrau
34	472056	5737295	Hauptstraße 13	Bohrau
35	472233	5737306	Hauptstraße 14	Bohrau
36	472195	5737187	Hauptstraße 11	Bohrau
37	472200	5737168	Hauptstraße 9	Bohrau
38	472233	5737117	Hauptstraße 6	Bohrau
39	472161	5737110	Hauptstraße 7	Bohrau
40	471870	5737207	Am Wald 4	Bohrau
41	471992	5737132	Klein Bohrauer Straße 2	Bohrau
42	471868	5737183	Am Wald 3	Bohrau
43	471825	5737126	Am Wald 1B	Bohrau
44	471838	5737156	Am Wald 2	Bohrau
45	471982	5737057	Klein Bahrauer Straße 3	Bohrau
46	471827	5737104	Am Wald 1A	Bohrau
47	471821	5737087	Am Wald 1	Bohrau
48	471780	5737099	Am Friedhof 1	Bohrau
49	471796	5737060	Klein Bohrauer Straße 9	Bohrau
50	471773	5737050	Klein Bohrauer Straße 6	Bohrau
51	471716	5737091	Klein Bohrauer Straße 11	Bohrau
52	471699	5737062	Klein Bohrauer Straße 13	Bohrau
53	471668	5737063	Klein Bohrauer Straße 15	Bohrau
54	471657	5737061	Klein Bohrauer Straße 17	Bohrau
55	471629	5737078	Klein Bohrauer Straße 19	Bohrau
56	471664	5737035	Klein Bohrauer Straße 12	Bohrau

IP	Koordinaten [m]		Straße	Ort
	Rechtswert	Hochwert		
57	471607	5737020	Klein Bohrauer Straße 12A	Bohrau
58	471563	5737012	Klein Bohrauer Straße 14	Bohrau

Tabelle 3: IP (Koordinatensystem: UTM, ETRS89, Zone 33)

Um Schattenwurf aus allen Richtungen zu erfassen, werden die IP 01 bis 58 als IP im „Gewächshaus-Modus“ berücksichtigt. Eine Ausrichtung in Richtung der WEA entfällt hierbei.

Im Anhang sind alle Eingangsdaten für die Berechnung der Schattenwurfdauer an den IP aufgeführt (siehe Kapitel 8.1).

3.2 Randbedingungen für die Berechnung

Die ermittelten Werte beziehen sich entsprechend den Empfehlungen in /1/ auf eine „worst case“ Berechnung mit den folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel).
- Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, d.h. die Sonneneinstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche.
- Die WEA sind in Betrieb und drehen sich.
- Die IP werden nicht durch Hindernisse wie Gebäude, Bäume oder Bewuchs teilweise oder ganz verdeckt.
- Sonnenstände unter 3° werden nicht berücksichtigt (Kappungswinkel 3°).
- Es wird die Mitteleuropäische Zeit (MEZ) für die Zeitzone -1 (Berlin, Paris) und Umstellung auf die gebräuchliche Sommerzeit (MESZ) verwendet. Alle Zeitangaben, die sich auf Sonnenauf- und untergang beziehen, werden für den genauen geografischen Standort berechnet /2/.

3.3 Ergebnisse

Eine Übersicht der Berechnungsergebnisse ist in der folgenden Tabelle 4 dargestellt. Es sind die kumulierten Werte für die Schattenwurfdauer aller WEA aufgeführt. Überschreitungen der Richtwerte sind jeweils fett und kursiv dargestellt.

Die detaillierten Berechnungsergebnisse für die Schattenwurfdauer der Gesamt-, Zusatz- und Vorbelastung sind im Anhang dargestellt (siehe Kapitel 8.1).

IP	Vorbelastung			Zusatzbelastung			Gesamtbelastung		
	Max. Schatten Std./Jahr	Max. Schatten Std./Tag	Richtwert-überschreitung	Max. Schatten Std./Jahr	Max. Schatten Std./Tag	Richtwert-überschreitung	Max. Schatten Std./Jahr	Max. Schatten Std./Tag	Richtwert-überschreitung
01	00:00	00:00	Nein	07:16	00:21	Nein	07:16	00:21	Nein
02	00:00	00:00	Nein	07:11	00:21	Nein	00:00	00:00	Nein
03	00:00	00:00	Nein	00:00	00:00	Nein	00:00	00:00	Nein
04	00:00	00:00	Nein	07:58	00:22	Nein	07:58	00:22	Nein

IP	Vorbelastung			Zusatzbelastung			Gesamtbelastung		
	Max. Schatten Std./Jahr	Max. Schatten Std./Tag	Richtwert-über-schreitung	Max. Schatten Std./Jahr	Max. Schatten Std./Tag	Richtwert-über-schreitung	Max. Schatten Std./Jahr	Max. Schatten Std./Tag	Richtwert-über-schreitung
05	00:00	00:00	Nein	10:23	00:23	Nein	10:23	00:23	Nein
06	00:00	00:00	Nein	10:14	00:24	Nein	10:14	00:24	Nein
07	74:11	00:31	Ja	11:58	00:22	Nein	86:09	00:31	Ja
08	75:48	00:31	Ja	12:35	00:23	Nein	88:23	00:31	Ja
09	75:13	00:32	Ja	13:06	00:23	Nein	88:19	00:32	Ja
10	87:31	00:36	Ja	16:29	00:26	Nein	104:00	00:36	Ja
11	85:29	00:35	Ja	16:09	00:26	Nein	101:38	00:35	Ja
12	81:41	00:36	Ja	16:45	00:26	Nein	98:26	00:36	Ja
13	83:06	00:44	Ja	17:16	00:27	Nein	100:22	00:44	Ja
14	75:59	00:32	Ja	13:54	00:25	Nein	89:53	00:32	Ja
15	78:56	00:33	Ja	14:50	00:26	Nein	93:46	00:33	Ja
16	66:50	00:29	Ja	11:13	00:23	Nein	78:03	00:29	Ja
17	66:22	00:29	Ja	10:41	00:23	Nein	77:03	00:29	Ja
18	65:06	00:29	Ja	10:13	00:22	Nein	75:19	00:29	Ja
19	59:06	00:28	Ja	09:49	00:22	Nein	68:55	00:28	Ja
20	46:19	00:25	Ja	09:58	00:22	Nein	56:17	00:25	Ja
21	57:44	00:25	Ja	10:46	00:24	Nein	68:30	00:25	Ja
22	51:21	00:24	Ja	10:48	00:24	Nein	62:09	00:24	Ja
23	54:25	00:26	Ja	10:49	00:24	Nein	65:14	00:26	Ja
24	55:07	00:38	Ja	12:39	00:26	Nein	67:46	00:38	Ja
25	63:51	00:42	Ja	14:10	00:28	Nein	78:01	00:42	Ja
26	51:00	00:40	Ja	12:46	00:27	Nein	63:46	00:40	Ja
27	48:50	00:34	Ja	11:19	00:25	Nein	60:09	00:34	Ja
28	44:27	00:37	Ja	11:34	00:25	Nein	56:01	00:37	Ja
29	43:50	00:37	Ja	11:46	00:26	Nein	55:36	00:37	Ja
30	54:56	00:35	Ja	12:31	00:27	Nein	67:27	00:35	Ja
31	53:00	00:34	Ja	12:07	00:27	Nein	65:07	00:34	Ja
32	13:19	00:21	Nein	17:15	00:30	Nein	30:34	00:30	Ja

IP	Vorbelastung			Zusatzbelastung			Gesamtbelastung		
	Max. Schatten Std./Jahr	Max. Schatten Std./Tag	Richtwert-überschreitung	Max. Schatten Std./Jahr	Max. Schatten Std./Tag	Richtwert-überschreitung	Max. Schatten Std./Jahr	Max. Schatten Std./Tag	Richtwert-überschreitung
33	14:25	00:21	Nein	15:58	00:28	Nein	30:23	00:28	Ja
34	21:46	00:23	Nein	31:59	00:32	Ja	53:45	00:36	Ja
35	12:13	00:21	Nein	16:29	00:28	Nein	28:42	00:28	Nein
36	18:26	00:21	Nein	20:40	00:28	Nein	39:06	00:33	Ja
37	17:53	00:20	Nein	21:11	00:28	Nein	39:04	00:33	Ja
38	00:00	00:00	Nein	21:20	00:27	Nein	21:20	00:27	Nein
39	14:00	00:21	Nein	30:36	00:29	Ja	44:36	00:38	Ja
40	04:15	00:13	Nein	51:25	00:37	Ja	55:40	00:49	Ja
41	05:41	00:14	Nein	45:25	00:33	Ja	51:06	00:45	Ja
42	01:25	00:08	Nein	47:57	00:37	Ja	49:22	00:44	Ja
43	00:00	00:00	Nein	33:46	00:33	Ja	33:46	00:33	Ja
44	00:00	00:00	Nein	41:11	00:36	Ja	41:11	00:36	Ja
45	00:00	00:00	Nein	36:09	00:32	Ja	36:09	00:32	Ja
46	00:00	00:00	Nein	29:08	00:30	Nein	29:08	00:30	Nein
47	00:00	00:00	Nein	24:28	00:27	Nein	24:28	00:27	Nein
48	00:00	00:00	Nein	20:42	00:24	Nein	20:42	00:24	Nein
49	00:00	00:00	Nein	14:12	00:24	Nein	14:12	00:24	Nein
50	00:00	00:00	Nein	11:00	00:25	Nein	11:00	00:25	Nein
51	14:32	00:20	Nein	11:51	00:26	Nein	26:23	00:26	Nein
52	11:38	00:20	Nein	12:16	00:26	Nein	23:54	00:26	Nein
53	10:01	00:19	Nein	12:41	00:26	Nein	22:42	00:26	Nein
54	09:03	00:18	Nein	13:02	00:27	Nein	22:05	00:27	Nein
55	08:55	00:18	Nein	13:30	00:27	Nein	22:25	00:27	Nein
56	07:01	00:16	Nein	13:00	00:27	Nein	20:01	00:27	Nein
57	02:12	00:08	Nein	14:18	00:28	Nein	16:30	00:28	Nein
58	00:00	00:00	Nein	26:33	00:29	Nein	26:33	00:29	Nein

Tabelle 4: Ergebnisse Schattenwurfdauer verursacht durch die WEA am Standort Forst-Briesnig 3 an den jeweiligen IP.

An den IP 07 bis 34, 36, 37 und 39 bis 45 kommt es zu einer Überschreitung der Richtwerte.

An den IP 07 bis 31 führt bereits die vorhandene Vorbelastung zu einer Richtwertüberschreitung.

An den IP 34 und 39 bis 45 reicht allein die Zusatzbelastung für eine Überschreitung der Richtwerte aus.

An den IP 32, 33, 36 und 37 kommt es erst durch das gemeinsame Einwirken der Vor- und Zusatzbelastung zu einer Richtwertüberschreitung.

4 Zusammenfassung und Bewertung

Im Rahmen der Errichtung von 14 WEA vom Typ Vestas V172, 7,20 MW mit 175,0 m NH und 172,0 m D (WEA 01 bis 14) am Standort Forst-Briesnig 3 (Brandenburg) ist die TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG von der LEAG Renewables GmbH mit der Durchführung einer Schattenwurfprognose beauftragt worden. Als Vorbelastung sind 22 bestehende bzw. fremdgeplante WEA (WEA 15 bis 36) in der Umgebung der geplanten WEA zu berücksichtigen /5/.

Mit Bezug auf den in /1/ genannten Bewertungskriterien liegt die Gesamtbelastung ohne schattenreduzierende Maßnahmen an den IP 07 bis 34, 36, 37 und 39 bis 45 über dem Richtwert von 30 Stunden pro Jahr bzw. 30 Minuten pro Tag.

An den IP 07 bis 31 führt bereits die vorhandene Vorbelastung zu einer Richtwertüberschreitung.

An den IP 34 und 39 bis 45 reicht allein die Zusatzbelastung für eine Überschreitung der Richtwerte aus.

An den IP 32, 33, 36 und 37 kommt es erst durch das gemeinsame Einwirken der Vor- und Zusatzbelastung zu einer Richtwertüberschreitung.

Gemäß /1/ ist eine Immissionsminderung durchzuführen, die die überprüfbare Einhaltung der IRW garantiert. Zum einen kann eine Abschaltautomatik, die keine meteorologischen Parameter berücksichtigt, eingesetzt werden. Diese ist auf die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von 30 Stunden pro Kalenderjahr beziehungsweise 30 Minuten pro Tag zu begrenzen. Zum anderen kann eine Abschaltautomatik eingesetzt werden, die meteorologische Parameter berücksichtigt. Diese ist auf die tatsächliche Beschattungsdauer von 8 Stunden pro Kalenderjahr beziehungsweise 30 Minuten pro Tag zu begrenzen.

5 Rechtliche Hinweise

Die vorliegende gutachtliche Stellungnahme ist nur in ihrer Gesamtheit gültig. Die darin getroffenen Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden überlieferten Dokumente.

Die TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der vom Auftraggeber übermittelten Informationen und Angaben und für durch unrichtige Angaben bedingte falsche Aussagen.

Die von TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG erbrachten Leistungen (z.B. Gutachten-, Prüf- und Beratungsleistungen) dürfen nur im Rahmen des vertraglich vereinbarten Zwecks verwendet werden. Vorbehaltlich abweichender Vereinbarungen im Einzelfall, räumt TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG dem Auftraggeber an seinen urheberrechtsfähigen Leistungen jeweils ein einfaches, nicht übertragbares sowie zeitlich und räumlich auf den Vertragszweck beschränktes Nutzungsrecht ein. Weitere Rechte werden ausdrücklich nicht eingeräumt, insbesondere ist der Auftraggeber nicht berechtigt, die Leistungen des Auftragnehmers zu bearbeiten, zu verändern oder nur auszugsweise zu nutzen.

Eine Veröffentlichung der Leistungen über den Rahmen des vertraglich vereinbarten Zwecks hinaus, auch auszugsweise, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung von TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG. Eine Bezugnahme auf TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG ist nur bei Verwendung der Leistung in Gänze und unverändert zulässig.

Bei einem Verstoß gegen die vorstehenden Bedingungen ist TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG jederzeit berechtigt, dem Auftraggeber die weitere Nutzung der Leistungen zu untersagen.

6 Formelzeichen und Abkürzungen

D	Rotordurchmesser	[m]
ETRS89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989	
h	Höhe über Grund	[m]
IP	Immissionspunkt(e)	
LAI	Länderausschuss für Immissionsschutz	
MESZ	Mitteleuropäische Sommerzeit	
MEZ	Mitteleuropäische Zeit	
NH	Nabenhöhe	[m]
P _{Nenn}	Nennleistung	[MW]
UTM	Universal Transverse Mercator	
WEA	Windenergieanlage(n)	

7 Literatur- und Quellenangaben

- /1/ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI); Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen – Aktualisierung 2019 (WEA-Schattenwurf-Hinweise); Stand: 23.01.2020
- /2/ EMD International A/S; WindPRO Version 4.0 (<http://www.emd.dk>); Dänemark, 2023
- /3/ Magic Maps Tour Explorer 25, Topografische Karten, TK 1:25000, Pliezhausen, 2010
- /4/ GeoBasis-DE; Geodaten der deutschen Landesvermessung – Bundesamt für Kartographie und Geodäsie; DOP – Viewer; Stand vom 12.08.2024
- /5/ LEAG Renewables GmbH; Angaben zu den WEA-Spezifikationen der geplanten und bestehenden WEA mit Koordinaten und Lageplan; Übermittelt durch LEAG Renewables GmbH mit E-Mail vom 03.09.2024 und 12.07.2024
- /6/ Google Inc.; Google Earth Pro; (www.google.de/earth), Version 7.3.3, 2020, USA, 2020

8 Anhang

8.1 Detaillierte Berechnungsergebnisse

Berechnungsergebnisse der Schattenwurfzeiten (SHADOW – Hauptergebnis)

- Vorbelastung – Hauptergebnis
- Vorbelastung – Karten
- Zusatzbelastung – Hauptergebnis
- Zusatzbelastung – Karten
- Gesamtbelastung – Hauptergebnis
- Gesamtbelastung – Karten

Projekt:
2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 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: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wpo (10)
Hindernisse in Berechnung verwendet
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	NH	Schattendaten	
					Ak- tu- ell	Hersteller	Typ				Beschatt.- Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
WEA_BR 01	469.348	5.739.749	54,9	FBR 03: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 02	469.436	5.739.269	61,8	FBR 17: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 03	469.526	5.738.806	66,4	FBR 08: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 04	469.638	5.738.348	70,0	FBR 12: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 05	469.691	5.740.372	70,0	FBR 02: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 06	469.990	5.740.055	70,0	FBR 04: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 07	470.014	5.739.665	70,0	FBR 11: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 08	470.018	5.738.182	70,0	FBR 09: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 09	470.039	5.740.787	70,0	FBR 10: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 10	470.074	5.739.291	70,0	FBR 07: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 11	470.191	5.738.916	70,0	FBR 15: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 12	470.343	5.738.541	70,0	FBR 14: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 13	470.444	5.740.537	70,0	FBR 01: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 14	470.492	5.738.193	70,0	FBR 13: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 15	470.586	5.739.215	70,0	FBR 16: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 16	470.611	5.739.814	70,0	FBR 06: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 17	470.678	5.740.233	70,0	FBR 05: V162-6.2 MW ... Ja	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 18	470.951	5.738.287	75,2	exWEA05: SENVION 3.... Ja	Ja	SENVION	3.2M122 NES-3.200	3.200	122,0	139,0	1.718	11,2
WEA_BR 19	471.003	5.738.888	70,0	exWEA04: SENVION 3.... Ja	Ja	SENVION	3.2M122 NES-3.200	3.200	122,0	139,0	1.718	11,2
WEA_BR 20	471.070	5.740.021	70,0	exWEA01: SENVION 3.... Ja	Ja	SENVION	3.2M122 NES-3.200	3.200	122,0	139,0	1.718	11,2
WEA_BR 21	471.090	5.739.257	70,0	exWEA03: SENVION 3.... Ja	Ja	SENVION	3.2M122 NES-3.200	3.200	122,0	139,0	1.718	11,2
WEA_BR 22	471.130	5.739.617	70,0	exWEA02: SENVION 3.... Ja	Ja	SENVION	3.2M122 NES-3.200	3.200	122,0	139,0	1.718	11,2

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 01	466.669	5.741.145	60,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 02	466.651	5.741.161	60,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 03	466.716	5.741.367	60,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 04	466.773	5.741.381	60,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 05	473.299	5.741.451	66,2	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 06	473.317	5.741.018	67,6	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 07	472.276	5.738.918	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 08	472.247	5.738.886	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 09	472.211	5.738.853	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 10	472.076	5.738.790	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 11	472.073	5.738.767	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 12	472.042	5.738.734	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 13	472.014	5.738.706	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 14	472.152	5.738.765	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 15	472.106	5.738.721	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 16	472.289	5.738.795	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 17	472.326	5.738.799	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 18	472.347	5.738.795	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 19	472.370	5.738.786	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 20	472.360	5.738.758	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 21	472.306	5.738.678	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 22	472.298	5.738.637	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 23	472.291	5.738.598	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 24	472.180	5.738.515	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 25	472.097	5.738.440	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 26	472.171	5.738.459	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 27	472.266	5.738.488	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 28	472.250	5.738.441	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 29	472.238	5.738.370	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 30	472.191	5.738.305	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 31	472.220	5.738.293	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 32	472.169	5.737.405	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 33	472.225	5.737.379	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 34	472.056	5.737.295	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 35	472.233	5.737.306	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 36	472.195	5.737.187	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 37	472.200	5.737.168	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 38	472.233	5.737.117	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 39	472.161	5.737.110	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 40	471.870	5.737.207	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 41	471.992	5.737.132	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 42	471.868	5.737.183	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 43	471.825	5.737.126	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 44	471.838	5.737.156	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 45	471.982	5.737.057	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 46	471.827	5.737.104	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 47	471.821	5.737.087	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 48	471.780	5.737.099	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 49	471.796	5.737.060	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 50	471.773	5.737.050	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 51	471.716	5.737.091	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 52	471.699	5.737.062	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 53	471.668	5.737.063	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 54	471.657	5.737.061	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 55	471.629	5.737.078	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 56	471.664	5.737.035	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 57	471.607	5.737.020	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 58	471.563	5.737.012	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

Berechnungsergebnisse

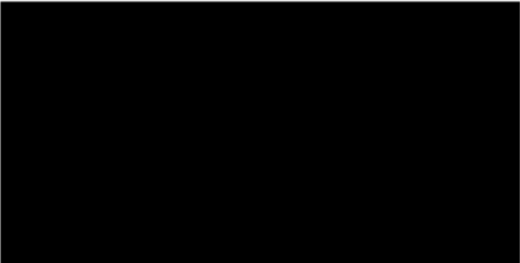
Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
	[h/a]	[d/a]	[h/d]
IP 01	0:00	0	0:00
IP 02	0:00	0	0:00
IP 03	0:00	0	0:00
IP 04	0:00	0	0:00
IP 05	0:00	0	0:00
IP 06	0:00	0	0:00
IP 07	74:11	224	0:31

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer			
Nr.	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
	[h/a]	[d/a]	[h/d]
IP 08	75:48	223	0:31
IP 09	75:13	230	0:32
IP 10	87:31	229	0:36
IP 11	85:29	224	0:35
IP 12	81:41	217	0:36
IP 13	83:06	209	0:44
IP 14	75:59	224	0:32
IP 15	78:56	217	0:33
IP 16	66:50	219	0:29
IP 17	66:22	214	0:29
IP 18	65:06	212	0:29
IP 19	59:06	190	0:28
IP 20	46:19	177	0:25
IP 21	57:44	196	0:25
IP 22	51:21	191	0:24
IP 23	54:25	183	0:26
IP 24	55:07	187	0:38
IP 25	63:51	192	0:42
IP 26	51:00	161	0:40
IP 27	48:50	163	0:34
IP 28	44:27	151	0:37
IP 29	43:50	130	0:37
IP 30	54:56	145	0:35
IP 31	53:00	146	0:34
IP 32	13:19	59	0:21
IP 33	14:25	67	0:21
IP 34	21:46	69	0:23
IP 35	12:13	50	0:21
IP 36	18:26	66	0:21
IP 37	17:53	64	0:20
IP 38	0:00	0	0:00
IP 39	14:00	52	0:21
IP 40	4:15	25	0:13
IP 41	5:41	32	0:14
IP 42	1:25	14	0:08
IP 43	0:00	0	0:00
IP 44	0:00	0	0:00
IP 45	0:00	0	0:00
IP 46	0:00	0	0:00
IP 47	0:00	0	0:00
IP 48	0:00	0	0:00
IP 49	0:00	0	0:00
IP 50	0:00	0	0:00
IP 51	14:32	54	0:20
IP 52	11:38	47	0:20
IP 53	10:01	44	0:19
IP 54	9:03	42	0:18
IP 55	8:55	41	0:18
IP 56	7:01	37	0:16
IP 57	2:12	23	0:08
IP 58	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA
Nr. Name

WEA_BR 01	FBR 03: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m
WEA_BR 02	FBR 17: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m
WEA_BR 03	FBR 08: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m
WEA_BR 04	FBR 12: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m
WEA_BR 05	FBR 02: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m
WEA_BR 06	FBR 04: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m
WEA_BR 07	FBR 11: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m
WEA_BR 08	FBR 09: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m

Maximal
[h/a]
0:00
0:00
0:00
0:00
0:00
0:00
0:00
0:00
15:44

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB

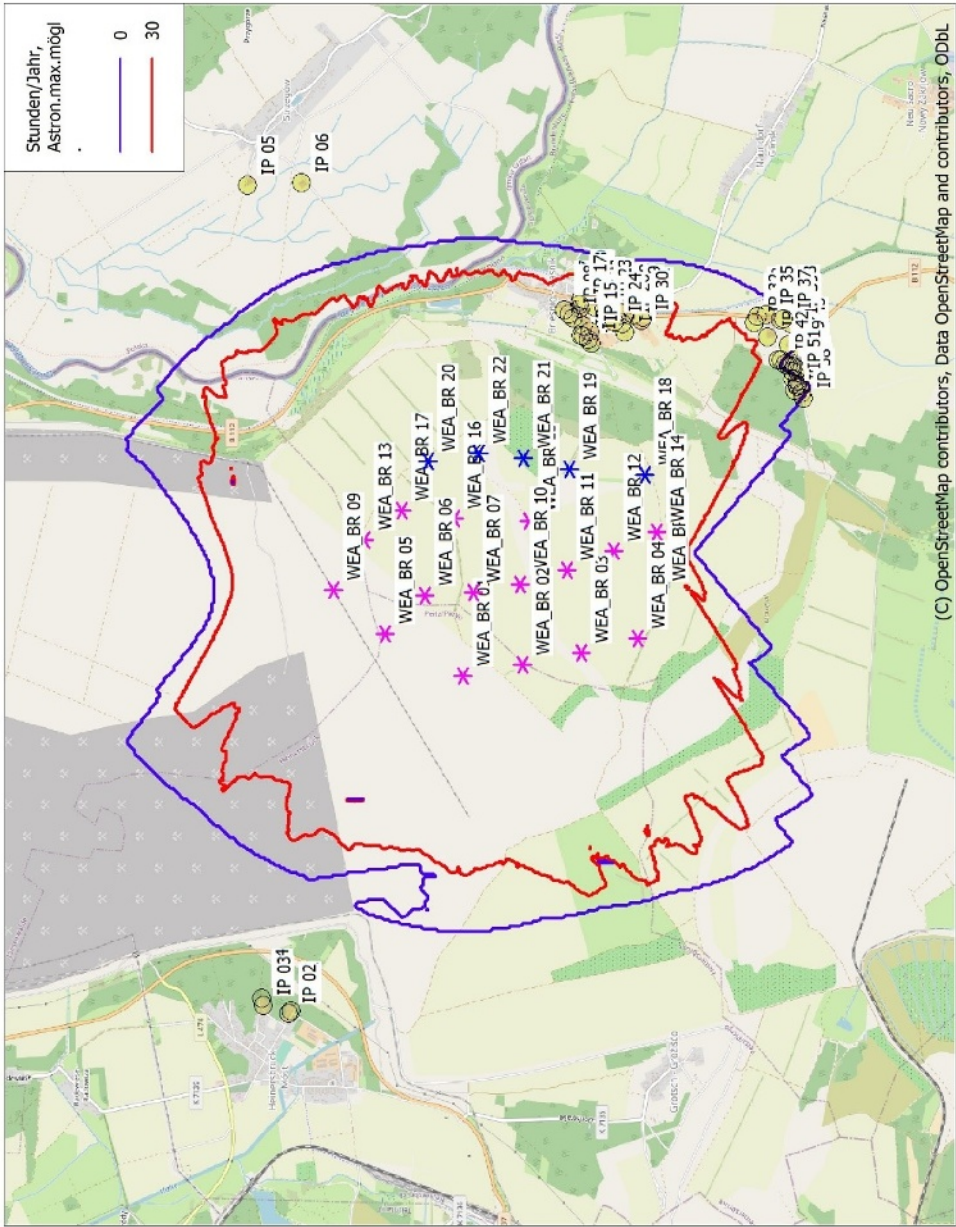
...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]
WEA_BR 09	FBR 10: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	0:00
WEA_BR 10	FBR 07: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	6:31
WEA_BR 11	FBR 15: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	24:02
WEA_BR 12	FBR 14: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	36:06
WEA_BR 13	FBR 01: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	0:00
WEA_BR 14	FBR 13: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	83:36
WEA_BR 15	FBR 16: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	77:21
WEA_BR 16	FBR 06: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	34:52
WEA_BR 17	FBR 05: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	0:00
WEA_BR 18	exWEA05: SENVION 3.2M122 NES 3200 122.0 !O! hub: 139,0 m (TOT: 200,0 m) (10) 3,20 MW HH: 139m	60:09
WEA_BR 19	exWEA04: SENVION 3.2M122 NES 3200 122.0 !O! hub: 139,0 m (TOT: 200,0 m) (9) 3,20 MW HH: 139m	87:18
WEA_BR 20	exWEA01: SENVION 3.2M122 NES 3200 122.0 !O! hub: 139,0 m (TOT: 200,0 m) (6) 3,20 MW HH: 139m	0:00
WEA_BR 21	exWEA03: SENVION 3.2M122 NES 3200 122.0 !O! hub: 139,0 m (TOT: 200,0 m) (8) 3,20 MW HH: 139m	84:52
WEA_BR 22	exWEA02: SENVION 3.2M122 NES 3200 122.0 !O! hub: 139,0 m (TOT: 200,0 m) (7) 3,20 MW HH: 139m	23:34

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:
2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0

SHADOW -
Karte
Berechnung:
VB

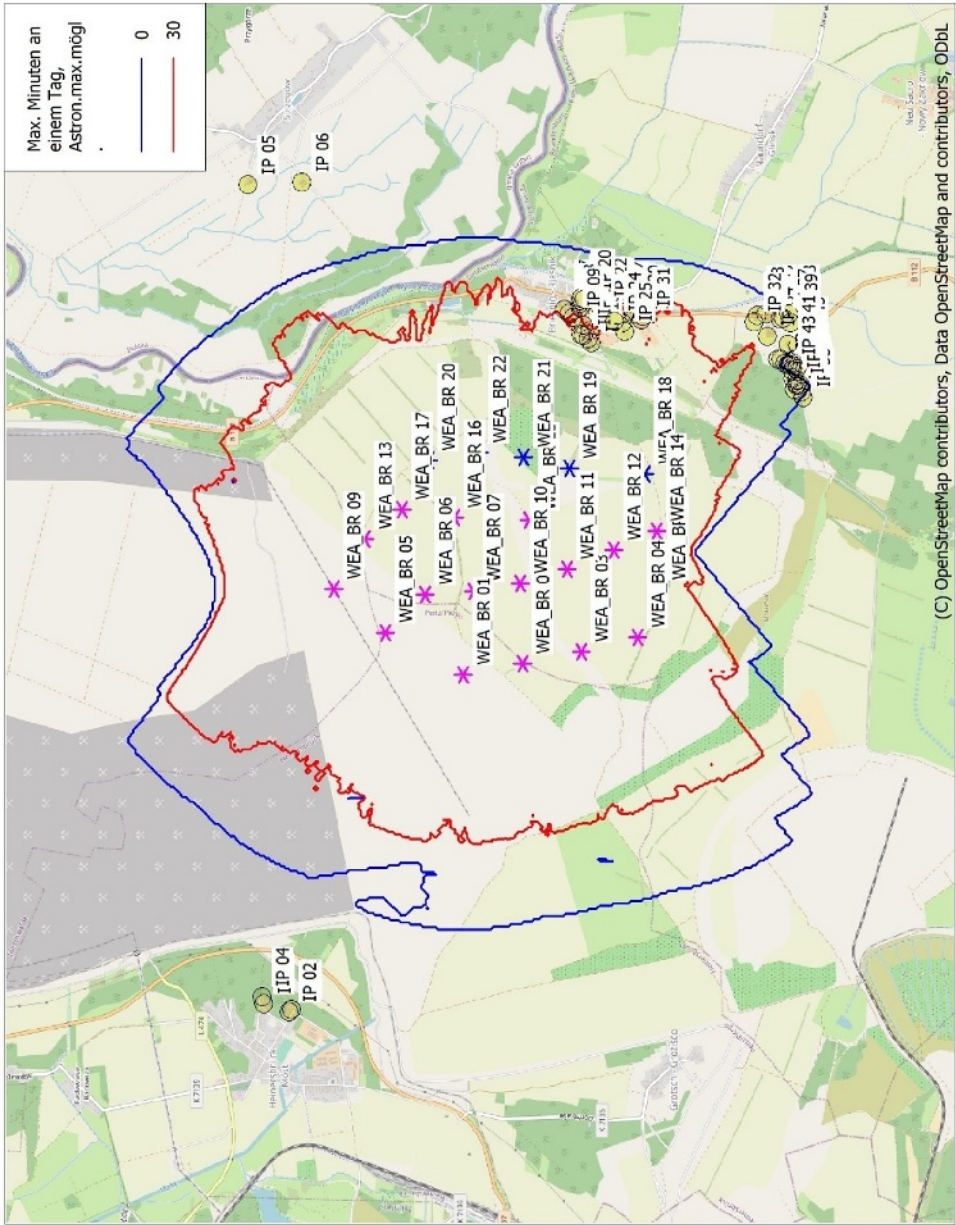


Karte: EWD OpenStreetMap , Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 469.848 Nord: 5.739.647
Existierende WEA Schattenrezeptor
Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wpo (10)
Zeilschritt: 3 Minuten, Schrittweite: 7 Tag(e), Kartenaufösung: 20 m, Sichtbarkeit Auflösung: 10 m, Augenhöhe: 1,5 m

windPRO 4.0.540 / END International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.end.dk, windpro@end.dk

Projekt:
2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0

SHADOW -
Karte
Berechnung:
VB



Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 469.848 Nord: 5.739.647
Existierende WEA Schattenrezeptor
Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wpo (10)
Zellschritt: 3 Minuten, Schrittwerte: 20 m, Sichtbarkeit Auflösung: 10 m, Augenhöhe: 1,5 m

windPRO 4.0.540 / EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

Projekt:
2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 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 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: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wpo (10)
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	NH	Schattendaten	
					Ak- tu- ell	Hersteller	Typ				Beschatt.- Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
WEA 01	471.800	5.740.433	69,4	WEA 01: Vestas V172 7200 7,2...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 02	471.395	5.740.762	69,3	WEA 02: Vestas V172 7200 7,2...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 03	471.133	5.741.160	70,0	WEA 03: Vestas V172 7200 7,2...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 04	470.480	5.741.220	70,0	WEA 04: Vestas V172 7200 7,2...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 05	469.753	5.741.109	70,0	WEA 05: Vestas V172 7200 7,2...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 06	469.176	5.740.728	66,5	WEA 06: Vestas V172 7200 7,2...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 07	468.487	5.740.669	66,6	WEA 07: Vestas V172 7200 7,2...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 08	468.410	5.740.184	60,0	WEA 08: Vestas V172 7200 7,2...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 09	468.824	5.739.736	60,0	WEA 09: Vestas V172 7200 7,2...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 10	468.840	5.739.165	60,0	WEA 10: Vestas V172 7200 7,2...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 11	469.828	5.737.710	70,0	WEA 11: Vestas V172 7200 7,2...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 12	470.175	5.737.300	70,0	WEA 12: Vestas V172 7200 7,2...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 13	470.835	5.737.720	70,0	WEA 13: Vestas V172 7200 7,2...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 14	469.097	5.740.298	60,0	WEA 14: Vestas V172 7200 7,2...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)	ü.Gr.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]	
IP 01	466.669	5.741.145	60,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 02	466.651	5.741.161	60,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 03	466.716	5.741.367	60,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 04	466.773	5.741.381	60,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 05	473.299	5.741.451	66,2	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 06	473.317	5.741.018	67,6	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 07	472.276	5.738.918	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 08	472.247	5.738.886	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 09	472.211	5.738.853	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 10	472.076	5.738.790	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 11	472.073	5.738.767	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 12	472.042	5.738.734	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 13	472.014	5.738.706	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 14	472.152	5.738.765	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 15	472.106	5.738.721	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 16	472.289	5.738.795	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 17	472.326	5.738.799	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	
IP 18	472.347	5.738.795	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1	

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 19	472.370	5.738.786	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 20	472.360	5.738.758	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 21	472.306	5.738.678	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 22	472.298	5.738.637	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 23	472.291	5.738.598	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 24	472.180	5.738.515	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 25	472.097	5.738.440	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 26	472.171	5.738.459	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 27	472.266	5.738.488	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 28	472.250	5.738.441	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 29	472.238	5.738.370	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 30	472.191	5.738.305	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 31	472.220	5.738.293	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 32	472.169	5.737.405	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 33	472.225	5.737.379	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 34	472.056	5.737.295	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 35	472.233	5.737.306	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 36	472.195	5.737.187	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 37	472.200	5.737.168	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 38	472.233	5.737.117	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 39	472.161	5.737.110	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 40	471.870	5.737.207	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 41	471.992	5.737.132	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 42	471.868	5.737.183	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 43	471.825	5.737.126	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 44	471.838	5.737.156	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 45	471.982	5.737.057	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 46	471.827	5.737.104	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 47	471.821	5.737.087	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 48	471.780	5.737.099	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 49	471.796	5.737.060	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 50	471.773	5.737.050	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 51	471.716	5.737.091	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 52	471.699	5.737.062	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 53	471.668	5.737.063	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 54	471.657	5.737.061	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 55	471.629	5.737.078	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 56	471.664	5.737.035	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 57	471.607	5.737.020	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 58	471.563	5.737.012	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
	[h/a]	[d/a]	[h/d]
IP 01	7:16	27	0:21
IP 02	7:11	27	0:21
IP 03	0:00	0	0:00
IP 04	7:58	29	0:22
IP 05	10:23	36	0:23
IP 06	10:14	33	0:24
IP 07	11:58	44	0:22
IP 08	12:35	44	0:23
IP 09	13:06	44	0:23
IP 10	16:29	50	0:26
IP 11	16:09	48	0:26
IP 12	16:45	49	0:26
IP 13	17:16	50	0:27
IP 14	13:54	44	0:25
IP 15	14:50	44	0:26
IP 16	11:13	39	0:23
IP 17	10:41	38	0:23

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB

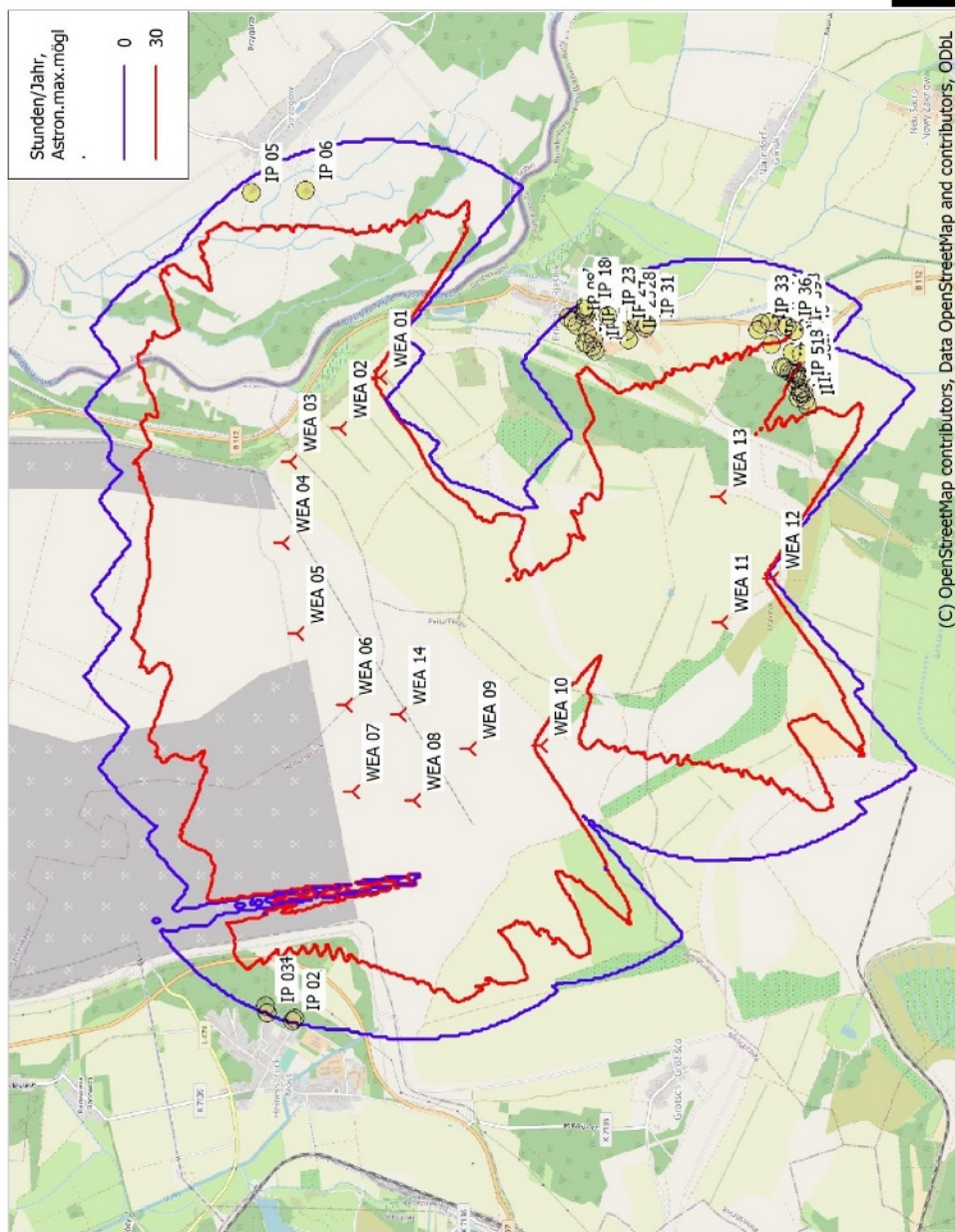
...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer			
Nr.	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
	[h/a]	[d/a]	[h/d]
IP 18	10:13	38	0:22
IP 19	9:49	37	0:22
IP 20	9:58	35	0:22
IP 21	10:46	37	0:24
IP 22	10:48	36	0:24
IP 23	10:49	35	0:24
IP 24	12:39	38	0:26
IP 25	14:10	40	0:28
IP 26	12:46	38	0:27
IP 27	11:19	35	0:25
IP 28	11:34	36	0:25
IP 29	11:46	35	0:26
IP 30	12:31	36	0:27
IP 31	12:07	36	0:27
IP 32	17:15	45	0:30
IP 33	15:58	44	0:28
IP 34	31:59	87	0:32
IP 35	16:29	45	0:28
IP 36	20:40	57	0:28
IP 37	21:11	59	0:28
IP 38	21:20	61	0:27
IP 39	30:36	90	0:29
IP 40	51:25	109	0:37
IP 41	45:25	106	0:33
IP 42	47:57	103	0:37
IP 43	33:46	85	0:33
IP 44	41:11	93	0:36
IP 45	36:09	91	0:32
IP 46	29:08	80	0:30
IP 47	24:28	71	0:27
IP 48	20:42	66	0:24
IP 49	14:12	53	0:24
IP 50	11:00	35	0:25
IP 51	11:51	36	0:26
IP 52	12:16	37	0:26
IP 53	12:41	36	0:26
IP 54	13:02	38	0:27
IP 55	13:30	38	0:27
IP 56	13:00	38	0:27
IP 57	14:18	40	0:28
IP 58	26:33	74	0:29

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA		Maximal [h/a]
Nr.	Name	
WEA 01	WEA 01: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	20:37
WEA 02	WEA 02: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 03	WEA 03: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 04	WEA 04: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 05	WEA 05: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 06	WEA 06: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 07	WEA 07: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	15:45
WEA 08	WEA 08: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 09	WEA 09: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 10	WEA 10: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 11	WEA 11: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	11:08
WEA 12	WEA 12: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	37:38
WEA 13	WEA 13: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	164:27
WEA 14	WEA 14: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00

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

Projekt:
2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0



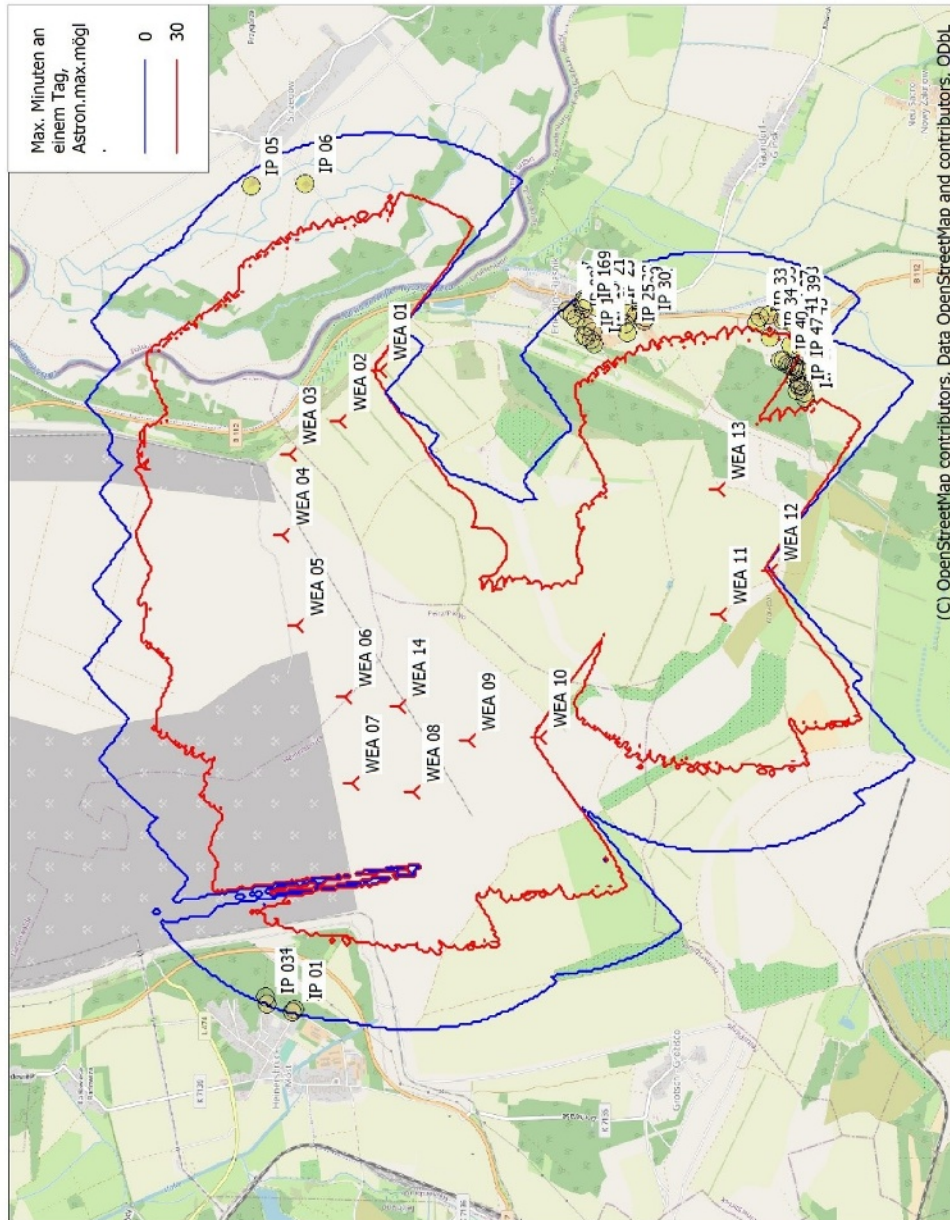
SHADOW -
Karte
Berechnung:
ZB

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 469.848 Nord: 5.739.647
Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wpo (10)
Zeitschritt: 3 Minuten, Schrittweite: 7 Tag(e), Kartenaufösung: 20 m, Sichtbarkeit Auflösung: 10 m, Augenhöhe: 1,5 m

Neue WEA

WindPRO 4.0.540 / EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

Projekt:
2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0



SHADOW -
Karte
Berechnung:
ZB

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 469.948 Nord: 5.739.647
Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wpo (10)
Zeitschritt: 3 Minuten, Schrittweite: 7 Tag(e), Kartenaufösung: 20 m, Sichtbarkeit Auflösung: 10 m, Augenhöhe: 1,5 m

Neue WEA

Schattenrezeptor

windPRO 4.0.540 / END International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

Projekt:
2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 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 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: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wpo (10)
Hindernisse in Berechnung verwendet
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	NH	Schattendaten	
					Ak- tu- ell	Hersteller	Typ				Beschatt.- Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
WEA 01	471.800	5.740.433	69,4	WEA 01: Vestas V172 ...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 02	471.395	5.740.762	69,3	WEA 02: Vestas V172 ...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 03	471.133	5.741.160	70,0	WEA 03: Vestas V172 ...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 04	470.480	5.741.220	70,0	WEA 04: Vestas V172 ...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 05	469.753	5.741.109	70,0	WEA 05: Vestas V172 ...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 06	469.176	5.740.728	66,5	WEA 06: Vestas V172 ...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 07	468.487	5.740.669	66,6	WEA 07: Vestas V172 ...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 08	468.410	5.740.184	60,0	WEA 08: Vestas V172 ...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 09	468.824	5.739.736	60,0	WEA 09: Vestas V172 ...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 10	468.840	5.739.165	60,0	WEA 10: Vestas V172 ...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 11	469.828	5.737.710	70,0	WEA 11: Vestas V172 ...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 12	470.175	5.737.300	70,0	WEA 12: Vestas V172 ...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 13	470.835	5.737.720	70,0	WEA 13: Vestas V172 ...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA 14	469.097	5.740.298	60,0	WEA 14: Vestas V172 ...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	-
WEA_BR 01	469.348	5.739.749	54,9	FBR 03: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 02	469.436	5.739.269	61,8	FBR 17: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 03	469.526	5.738.806	66,4	FBR 08: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 04	469.638	5.738.348	70,0	FBR 12: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 05	469.691	5.740.372	70,0	FBR 02: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 06	469.990	5.740.055	70,0	FBR 04: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 07	470.014	5.739.665	70,0	FBR 11: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 08	470.018	5.738.182	70,0	FBR 09: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 09	470.039	5.740.787	70,0	FBR 10: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 10	470.074	5.739.291	70,0	FBR 07: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 11	470.191	5.738.916	70,0	FBR 15: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 12	470.343	5.738.541	70,0	FBR 14: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 13	470.444	5.740.537	70,0	FBR 01: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 14	470.492	5.738.193	70,0	FBR 13: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 15	470.586	5.739.215	70,0	FBR 16: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 16	470.611	5.739.814	70,0	FBR 06: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 17	470.678	5.740.233	70,0	FBR 05: V162-6.2 MW ...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	-
WEA_BR 18	470.951	5.738.287	75,2	exWEA05: SENVION 3....	Ja	SENVION	3.2M122 NES-3.200	3.200	122,0	139,0	1.718	11,2
WEA_BR 19	471.003	5.738.888	70,0	exWEA04: SENVION 3....	Ja	SENVION	3.2M122 NES-3.200	3.200	122,0	139,0	1.718	11,2
WEA_BR 20	471.070	5.740.021	70,0	exWEA01: SENVION 3....	Ja	SENVION	3.2M122 NES-3.200	3.200	122,0	139,0	1.718	11,2
WEA_BR 21	471.090	5.739.257	70,0	exWEA03: SENVION 3....	Ja	SENVION	3.2M122 NES-3.200	3.200	122,0	139,0	1.718	11,2
WEA_BR 22	471.130	5.739.617	70,0	exWEA02: SENVION 3....	Ja	SENVION	3.2M122 NES-3.200	3.200	122,0	139,0	1.718	11,2

Projekt:

2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 01	466.669	5.741.145	60,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 02	466.651	5.741.161	60,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 03	466.716	5.741.367	60,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 04	466.773	5.741.381	60,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 05	473.299	5.741.451	66,2	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 06	473.317	5.741.018	67,6	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 07	472.276	5.738.918	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 08	472.247	5.738.886	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 09	472.211	5.738.853	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 10	472.076	5.738.790	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 11	472.073	5.738.767	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 12	472.042	5.738.734	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 13	472.014	5.738.706	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 14	472.152	5.738.765	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 15	472.106	5.738.721	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 16	472.289	5.738.795	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 17	472.326	5.738.799	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 18	472.347	5.738.795	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 19	472.370	5.738.786	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 20	472.360	5.738.758	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 21	472.306	5.738.678	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 22	472.298	5.738.637	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 23	472.291	5.738.598	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 24	472.180	5.738.515	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 25	472.097	5.738.440	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 26	472.171	5.738.459	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 27	472.266	5.738.488	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 28	472.250	5.738.441	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 29	472.238	5.738.370	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 30	472.191	5.738.305	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 31	472.220	5.738.293	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 32	472.169	5.737.405	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 33	472.225	5.737.379	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 34	472.056	5.737.295	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 35	472.233	5.737.306	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 36	472.195	5.737.187	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 37	472.200	5.737.168	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 38	472.233	5.737.117	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 39	472.161	5.737.110	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 40	471.870	5.737.207	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 41	471.992	5.737.132	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 42	471.868	5.737.183	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 43	471.825	5.737.126	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 44	471.838	5.737.156	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 45	471.982	5.737.057	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 46	471.827	5.737.104	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 47	471.821	5.737.087	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 48	471.780	5.737.099	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 49	471.796	5.737.060	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 50	471.773	5.737.050	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 51	471.716	5.737.091	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 52	471.699	5.737.062	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 53	471.668	5.737.063	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 54	471.657	5.737.061	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 55	471.629	5.737.078	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 56	471.664	5.737.035	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 57	471.607	5.737.020	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IP 58	471.563	5.737.012	70,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

Projekt:
2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0

SHADOW - Hauptergebnis

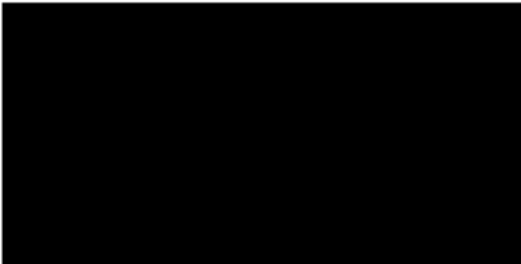
Berechnung: GB

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
	[h/a]	[d/a]	[h/d]
IP 01	7:16	27	0:21
IP 02	0:00	0	0:00
IP 03	0:00	0	0:00
IP 04	7:58	29	0:22
IP 05	10:23	36	0:23
IP 06	10:14	33	0:24
IP 07	86:09	268	0:31
IP 08	88:23	267	0:31
IP 09	88:19	274	0:32
IP 10	104:00	279	0:36
IP 11	101:38	272	0:35
IP 12	98:26	266	0:36
IP 13	100:22	259	0:44
IP 14	89:53	268	0:32
IP 15	93:46	261	0:33
IP 16	78:03	258	0:29
IP 17	77:03	252	0:29
IP 18	75:19	250	0:29
IP 19	68:55	227	0:28
IP 20	56:17	212	0:25
IP 21	68:30	233	0:25
IP 22	62:09	227	0:24
IP 23	65:14	218	0:26
IP 24	67:46	225	0:38
IP 25	78:01	232	0:42
IP 26	63:46	199	0:40
IP 27	60:09	198	0:34
IP 28	56:01	187	0:37
IP 29	55:36	165	0:37
IP 30	67:27	181	0:35
IP 31	65:07	182	0:34
IP 32	30:34	101	0:30
IP 33	30:23	107	0:28
IP 34	53:45	137	0:36
IP 35	28:42	88	0:28
IP 36	39:06	104	0:33
IP 37	39:04	102	0:33
IP 38	21:20	61	0:27
IP 39	44:36	90	0:38
IP 40	55:40	109	0:49
IP 41	51:06	106	0:45
IP 42	49:22	103	0:44
IP 43	33:46	85	0:33
IP 44	41:11	93	0:36
IP 45	36:09	91	0:32
IP 46	29:08	80	0:30
IP 47	24:28	71	0:27
IP 48	20:42	66	0:24
IP 49	14:12	53	0:24
IP 50	11:00	35	0:25
IP 51	26:23	90	0:26
IP 52	23:54	84	0:26
IP 53	22:42	80	0:26
IP 54	22:05	80	0:27
IP 55	22:25	79	0:27
IP 56	20:01	75	0:27
IP 57	16:30	63	0:28
IP 58	26:33	74	0:29



Projekt:
2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB

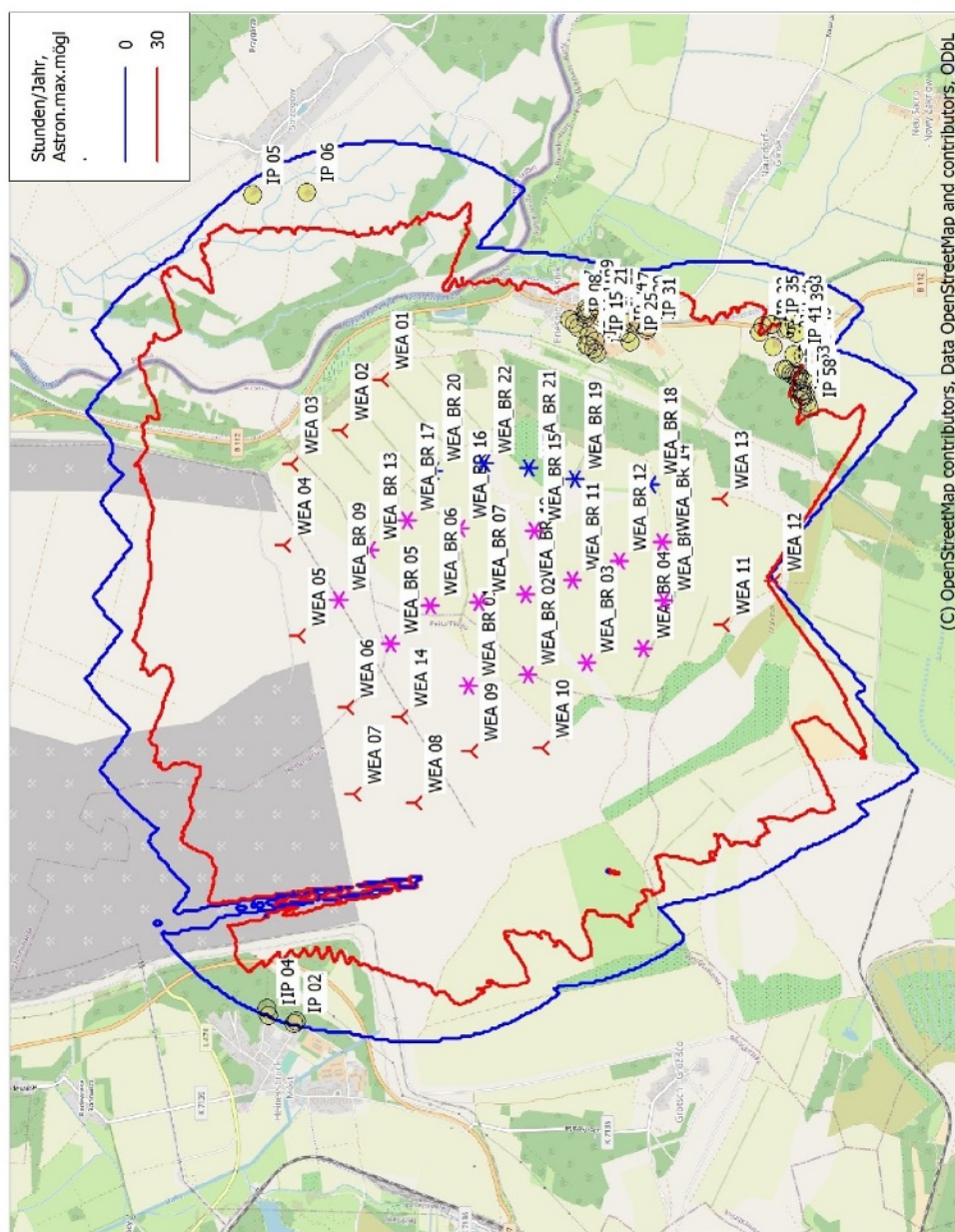
Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
WEA 01	WEA 01: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	20:37
WEA 02	WEA 02: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 03	WEA 03: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 04	WEA 04: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 05	WEA 05: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 06	WEA 06: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 07	WEA 07: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	15:14
WEA 08	WEA 08: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 09	WEA 09: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 10	WEA 10: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA 11	WEA 11: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	11:08
WEA 12	WEA 12: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	37:38
WEA 13	WEA 13: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	164:27
WEA 14	WEA 14: Vestas V172 7200 7,2MW 7,20 MW HH: 175m	0:00
WEA_BR 01	FBR 03: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	0:00
WEA_BR 02	FBR 17: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	0:00
WEA_BR 03	FBR 08: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	0:00
WEA_BR 04	FBR 12: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	0:00
WEA_BR 05	FBR 02: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	0:00
WEA_BR 06	FBR 04: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	0:00
WEA_BR 07	FBR 11: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	0:00
WEA_BR 08	FBR 09: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	15:44
WEA_BR 09	FBR 10: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	0:00
WEA_BR 10	FBR 07: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	6:31
WEA_BR 11	FBR 15: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	24:02
WEA_BR 12	FBR 14: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	36:06
WEA_BR 13	FBR 01: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	0:00
WEA_BR 14	FBR 13: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	83:36
WEA_BR 15	FBR 16: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	77:21
WEA_BR 16	FBR 06: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	34:52
WEA_BR 17	FBR 05: V162-6.2 MW 6,20 MW HH: 169m	0:00
WEA_BR 18	exWEA05: SENVION 3.2M122 NES 3200 122.0 !O! hub: 139,0 m (TOT: 200,0 m) (10) 3,20 MW HH: 139m	60:09
WEA_BR 19	exWEA04: SENVION 3.2M122 NES 3200 122.0 !O! hub: 139,0 m (TOT: 200,0 m) (9) 3,20 MW HH: 139m	87:18
WEA_BR 20	exWEA01: SENVION 3.2M122 NES 3200 122.0 !O! hub: 139,0 m (TOT: 200,0 m) (6) 3,20 MW HH: 139m	0:00
WEA_BR 21	exWEA03: SENVION 3.2M122 NES 3200 122.0 !O! hub: 139,0 m (TOT: 200,0 m) (8) 3,20 MW HH: 139m	84:52
WEA_BR 22	exWEA02: SENVION 3.2M122 NES 3200 122.0 !O! hub: 139,0 m (TOT: 200,0 m) (7) 3,20 MW HH: 139m	23:34

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: 2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0

SHADOW -
Karte
Berechnung:
GB

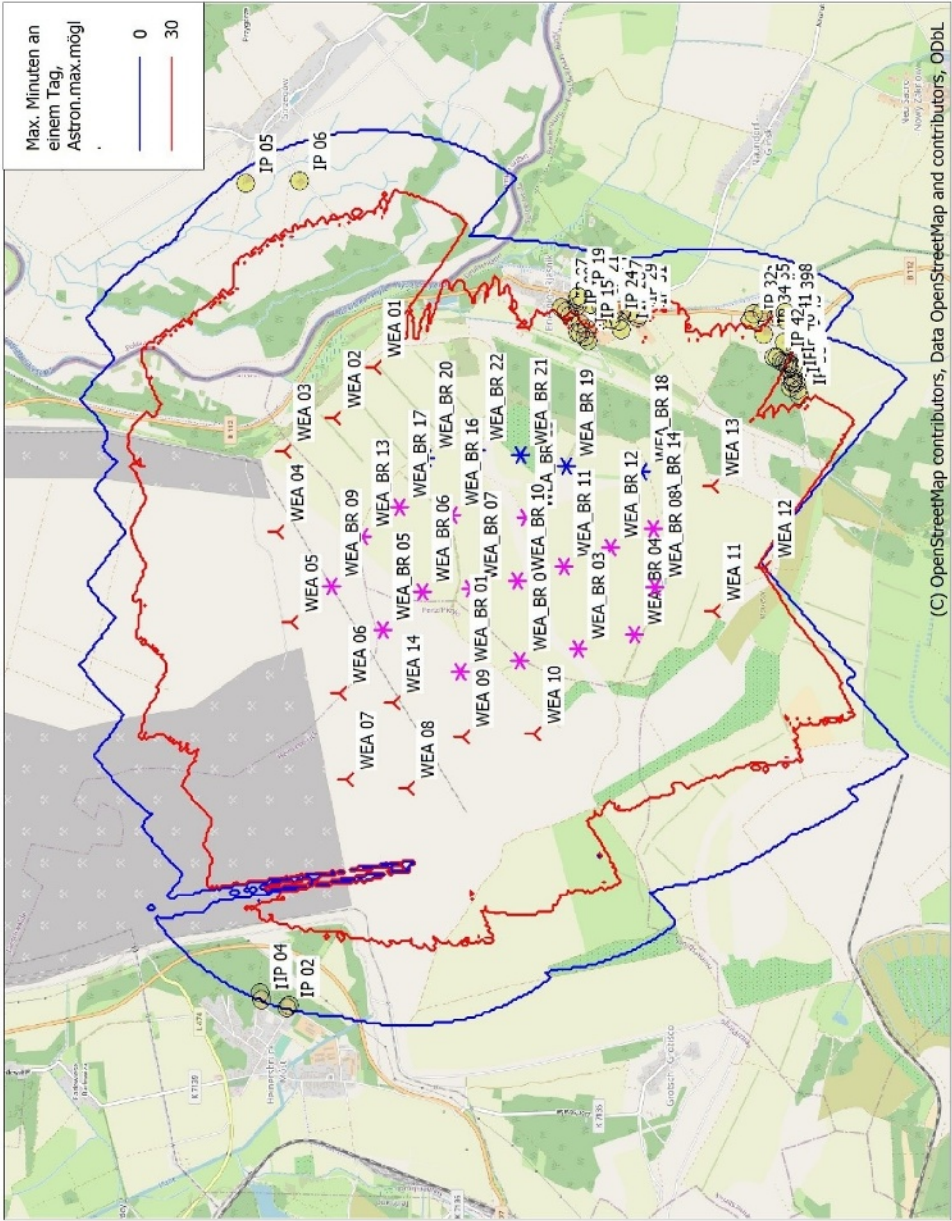


Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost, 469.848 Nord, 5.739.647
 Existierende WEA ☀ Schattenrezeptor
 * Höhe der Schattenkäse: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINE_DATA_0.wpo (10)
 Zeitschritt: 3 Minuten, Schrittweite: 7 Tag(e), Kartenauflosung: 20 m, Sichtbarkeit Auflösung: 10 m, Augenhöhe: 1,5 m

windPRO 4.0.540 | EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

Projekt:
2024-08-08_Forst Briesnig Rev.0

SHADOW -
Karte
Berechnung:
GB



Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 469.848 Nord: 5.739.647
Existierende WEA
Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wpo (10)
Zeitschritt: 3 Minuten, Schrittweite: 7 Tag(e), Kartenaufösung: 20 m, Sichtbarkeit Auflösung: 10 m, Augenhöhe: 1,5 m

windPRO 4.0.540 | EMD International AG, Tel. +49 96 35 44 44, www.emd.de, windpro@emd.de

8.2 Lage der Immissionspunkte

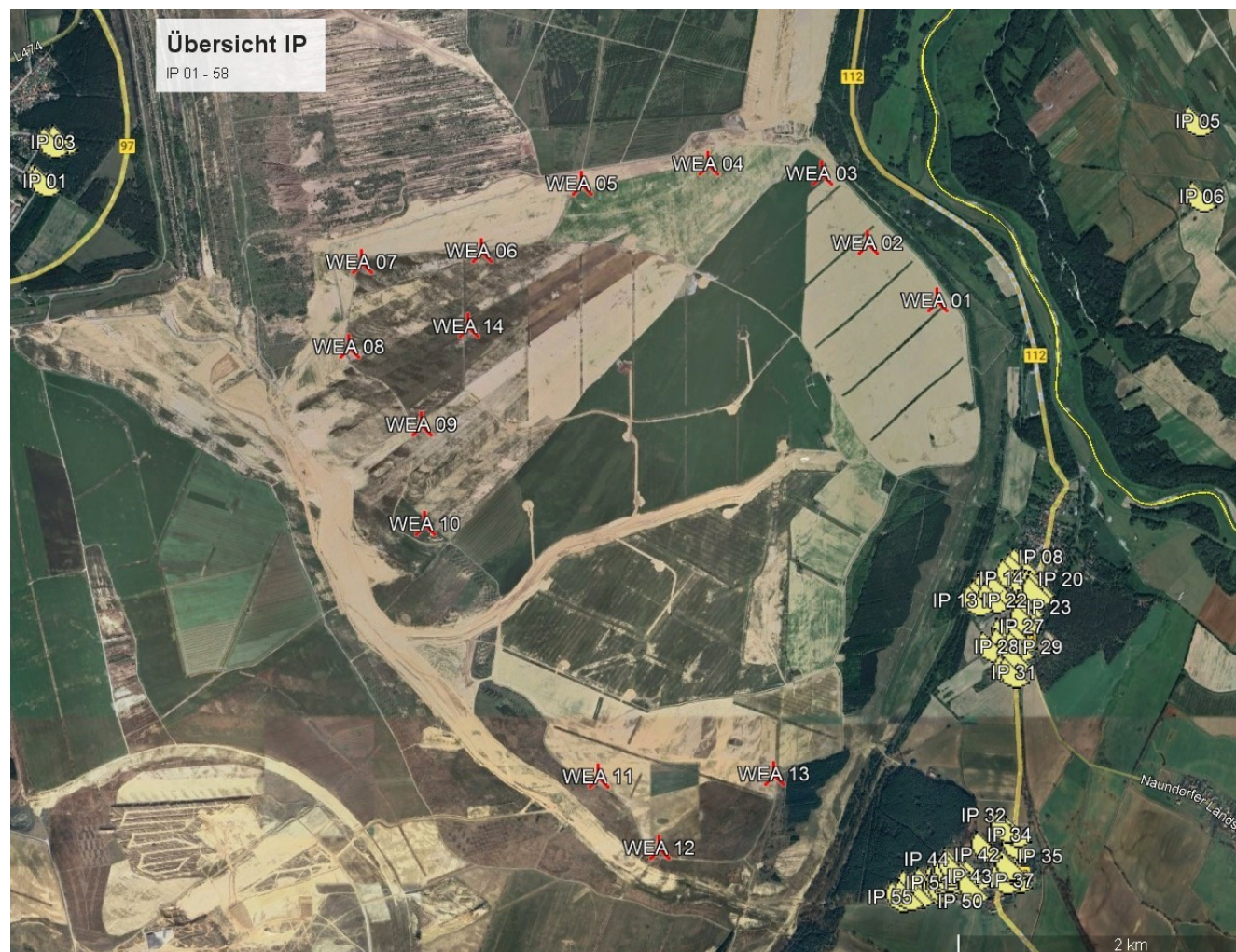


Abbildung 4: Lage der IP 01 bis 58, Übersicht, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/.

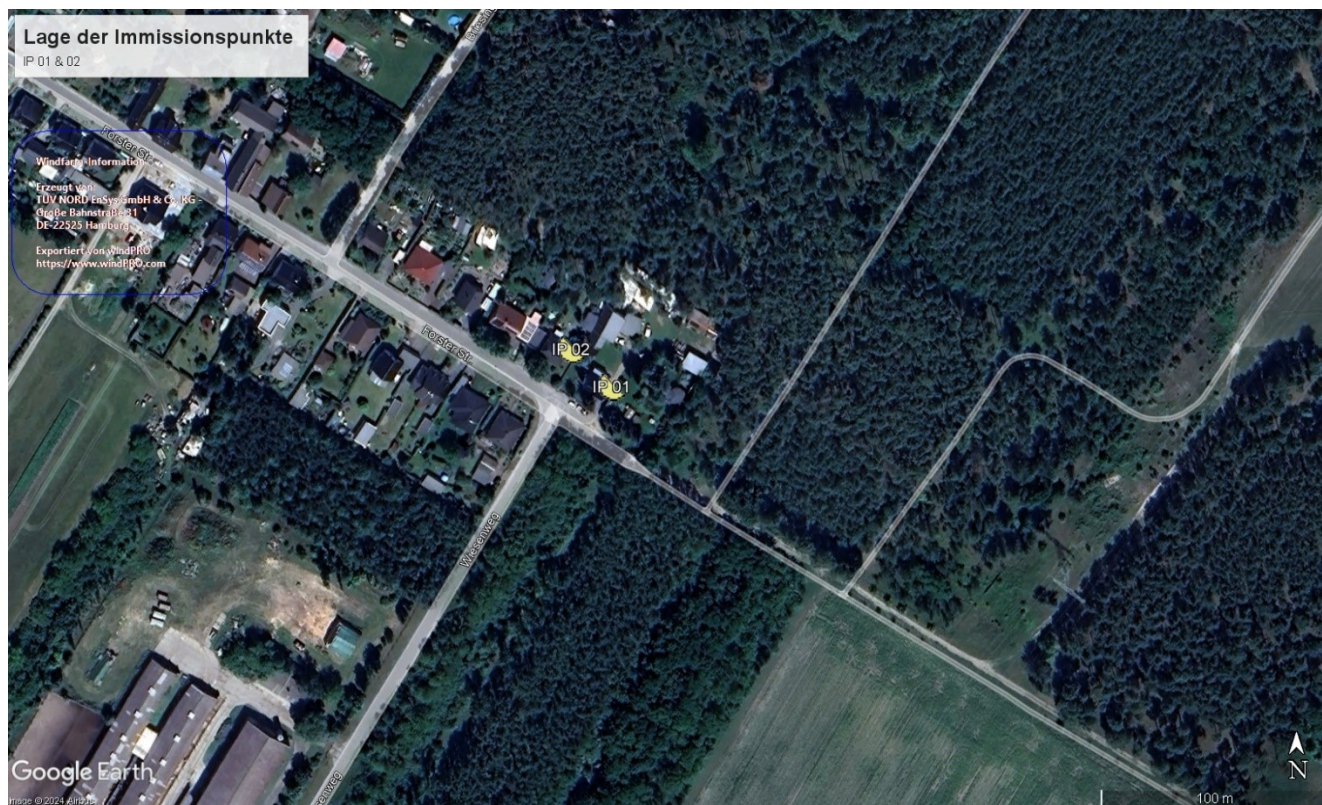


Abbildung 5: Lage der IP 01 und 02, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/.



Abbildung 6: Lage der IP 03 und 04, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/.



Abbildung 7: Lage des IP 05, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/.



Abbildung 8: Lage des IP 06, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/.

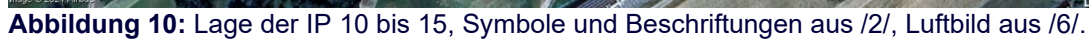




Abbildung 11: Lage der IP 16 bis 20, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/.



Abbildung 12: Lage der IP 21 bis 23, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/.



Abbildung 13: Lage der IP 24 bis 29, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/.



Abbildung 14: Lage der IP 30 und 31, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/.



Abbildung 15: Lage der IP 32 bis 35, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/.



Abbildung 16: Lage der IP 36 bis 39, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/.



Abbildung 17: Lage der IP 40 bis 50, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/.



Abbildung 18: Lage der IP 51 bis 58, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/.

Restricted
Dokument Nr.: 0030-2627 V15
2022-06-16

Rotorblatttiefen an Vestas Windenergieanlagen



Vestas Northern & Central Europe · www.vestas.com · English: Firmname: Vestas Deutschland GmbH
Technische Änderungen vorbehalten

Änderungshistorie

Version	Beschreibung	
V09	Anpassung max. Blatttiefe V162	
V10	V162-6.0MW hinzugefügt	
V11	V150-5.6MW Power Mode 6.0MW zugefügt Anpassung der Blattdaten für die V117-4.0/4.2 MW; „Abschätzung“ entfernt.	
V12	V162-6.2MW hinzugefügt	
V13	Anpassung LAI Hinweise, neue Version	
V14	V162-7.2MW hinzugefügt	
V15	V172-7.2MW hinzugefügt	

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Rotorblatttiefen	3
3	Abkürzungen	4

Dies Dokument ist gültig für den Vertriebsbereich der Vestas Northern & Central Europe.

1 Einleitung

Die WEA-Schattenwurf-Hinweisen des LAI Stand 23.01.2020, finden Anwendung bei der Beurteilung der optischen Wirkungen von WEA auf Menschen. Sie umfassen u. A. den durch den WEA-Rotor verursachten periodischen Schattenwurf welche Immissionen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) sind.

Der zu prüfende Bereich ergibt sich aus dem Abstand zur WEA, in welchem die Sonnenfläche gerade zu 20 % durch ein Rotorblatt verdeckt wird. Da die Blatttiefe nicht über den gesamten Flügel konstant ist, sondern zur Rotorblattspitze hin abnimmt, ist ersatzweise ein rechteckiges Rotorblatt mit einer mittleren Blatttiefe zu ermitteln und zugrunde zu legen:

(Mittlere Blatttiefe = $1/2$ (max. Blatttiefe + min. Blatttiefe bei $0,9 \cdot \text{Rotorradius}$)).

2 Rotorblatttiefen

WEA-Typ	Max. Blatttiefe [mm]	Blatttiefe bei 90% Radius [mm]	Mittlere Blatttiefe [mm]
V27-225 kW	1294	322	808,0
V39-500 kW	1566	682	1124,0
V44-600 kW	1566	701	1133,5
V47-660 kW	2088	495	1291,5
V52-850 kW	2330	515	1422,5
V66-1.75 MW	2770	865	1817,5
V80-2.0 MW	3520	1130	2325
V90-2.0 MW	3512	915	2213,5
V90-3.0 MW	3512	915	2213,5
V100-2.75/3.0 MW	3920	1045	2482,5
V100-1.8/2.0 MW	3920	1045	2482,5
V110-2.0 MW	3600	860	2230,0
V112-3.0/3.3/3.45 MW	4000	1029	2514,5
V117-3.3/3.45 MW	4000	1042	2521,0
V117-4.0/4.2 MW	4000	1100	2550,0
V126-3.3/3.45 MW	4000	1055	2527,5
V126-3.45 MW HTq	4000	1055	2527,5

Vestas

WEA-Typ	Max. Blatttiefe [mm]	Blatttiefe bei 90% Radius [mm]	Mittlere Blatttiefe [mm]
V136-3.45/3.6 MW	4113	1229	2671
V136-4.0/4.2 MW	4113	1229	2671
V150-4.0/4.2 MW	4238	1350	2794
V150-5.6/6.0 MW	4238	1350	2794
V162-5.6/6.0/6.2 MW	4320	1690	3005
V162-7.2MW	4320	1690	3005
V172-7.2MW*	4350	1261	2806

* Vorläufig

3 Abkürzungen

WEA:	Windenergieanlage
LAI:	Länderausschuss für Immissionsschutz
WEA-Schattenwurf-Hinweise:	Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (lai-immissionsschutz.de)

Restricted

Dokumentennr.: 0083-6732.V00 (0080-8993.V01)

2019-02-07

VestasOnline® Business

Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem

Allgemeine Beschreibung

Inhaltsverzeichnis

1 **Einleitung** 3
1.1 Abkürzungsliste 3
2 **Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem in der Übersicht**..... 3
3 **Systemarchitektur**..... 4
3.1 Umwelttechnische Steuerlogik 4
3.2 Sensoren 5
4 **Kompatible Systeme**..... 6
5 **Dokumentation**..... 6

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0080-8993 VER 00

T05 0083-6732 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2019-04-01 by INVOL

Einleitung**1 Einleitung**

Environmental Controls (Umwelttechnische Systeme) sind optionale Module für die SCADA-Systeme VestasOnline® Business (VOB) und VestasOnline® Compact (VOC).

Die Environmental Control-Funktionen unterstützen den Windpark und seine Eigentümer beim Schutz der Umwelt vor unerwünschten Nebenwirkungen der Drehung der Rotorblätter der Windenergieanlage.

Dieses Dokument beschreibt ausführlich das VestasOnline® Environmental Control-Option: Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem.

1.1 Abkürzungsliste

Abkürzung	Erläuterung
PPC	Power Plant Controller
VOB	VestasOnline® Business
VOC	VestasOnline® Compact
VSFC	Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem
WEA	Windenergieanlage

2 Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem in der Übersicht

Das Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem (VSFC) ist ein optionales Modul, das durch WEA an in der Nähe des Windparks befindlichen Rezeptoren verursachte periodischer Schattenwurf verhindern soll. Solche Rezeptoren sind in der Regel Anwohner, Büros, Krankenhäuser und ähnliche bauliche Strukturen.

Schattenwurf treten auf, wenn die Sonnenstrahlen aufgrund des Sonnenstandes zwischen den Blättern der WEA hindurch verlaufen, bevor sie auf den Rezeptor treffen. Dadurch entsteht ein Schattenwurf, der störend sein und im schlimmsten Fall bei lichtempfindlichen Personen epileptische Anfälle auslösen kann.

Der Schutz vor Schattenwurf, VSFC, wird über mehrere Zeitpläne und Regelsätze realisiert, welche dazu führen, dass die WEA automatisch pausiert, wenn bestimmte einstellbare Umgebungsbedingungen vorliegen. Diese Bedingungen ändern sich im Jahresverlauf in Abhängigkeit mit dem Sonnenstand.

Das VSFC berücksichtigt folgende Umweltbedingungen:

- Sonnenstand relativ zu den WEA und den Rezeptoren.
- Abstand zwischen WEA und Rezeptoren
- Lichtstärke, an bewölkten Tagen fällt z.B. kein Schatten.

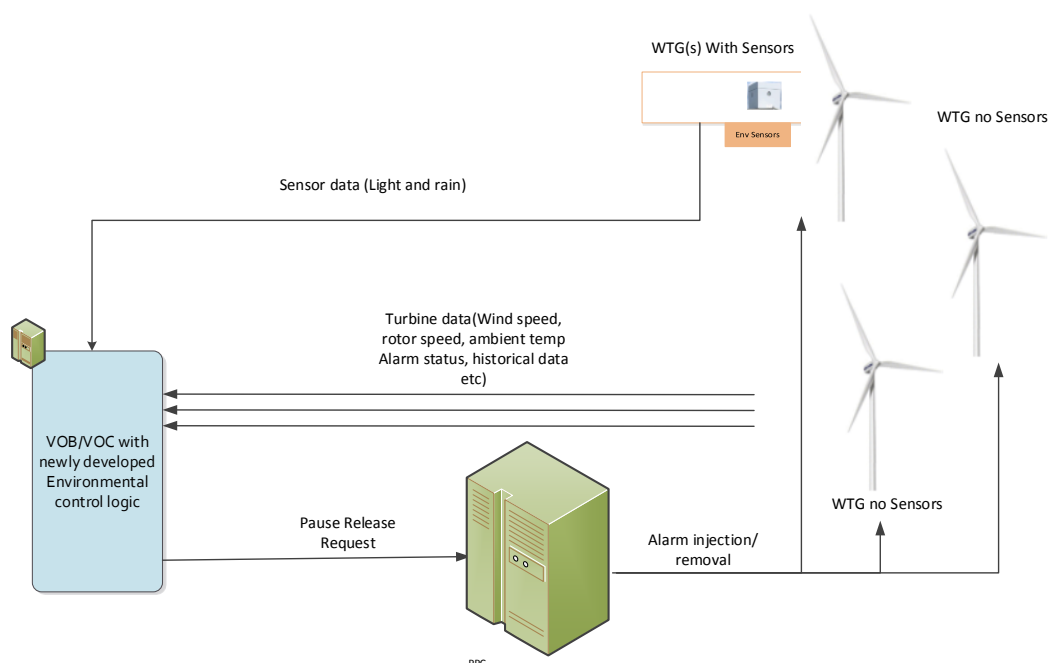
Möglicherweise sind mehrere Lichtstärkesensoren erforderlich, je nach Windparklayout und Anzahl der betroffenen Rezeptoren. Dies erfolgt während Standortauslegung.

Die VSFC-Funktion ermöglicht es Benutzern, einzelnen WEA Zeitpläne und Regeln zuzuweisen. Beispiele für Regeln sind zulässige tägliche oder jährliche kumulierte max. zulässige Beschattungsdauer an spezifischen Immissionspunkte, wie z.B. in Genehmigungen festgelegt.

Der Kunde verantwortlich die genauen GPS-Koordinaten für eine korrekte Konfiguration des Systems bereitzustellen. Eine Überprüfung der Genauigkeit der GPS-Koordinaten vor Ort durch Vestas gehört nicht zum Standard-Lieferumfang. Die VSFC-Funktion beruht auf der Analyselogik im VOB oder VOC. Die Analyselogik berechnet die Möglichkeit für das Entstehen von Schattenwurf an dem vordefinierten Rezeptor. Wird ein positives Ergebnis errechnet, wird die WEA aufgefordert, die Blätter außer Betrieb zu pitchen und die WEA in PAUSE gesetzt.

Darüber hinaus ist die VFSC mit einer Benutzeroberfläche zur Überwachung sowie einer Funktion zur Berichterstellung über VestasOnline® Nachweise und für Produktionsausfallberechnungen ausgestattet.

3 Systemarchitektur



3.1 Umwelttechnische Steuerlogik

Die umwelttechnische Steuerlogik wird auf den Systemen VOB oder VOC in Form eines Softwaremoduls ausgeführt. Das Modul nutzt die OPC-Anbindung zur Datenerfassung und als Befehlsschnittstelle zum PPC. Daten werden in der vorhandenen VOB-Datenbank gespeichert.

Das Modul stellt folgende Hauptfunktionen bereit.

Datenerfassung: Die Datenerfassung erfolgt über die WEA-Steuerungen und über an den WEA angebrachte Sensoren. Die Sensorwerte und der Zustandsstatus der Sensoren werden mit Zeitstempel protokolliert.

Umwelttechnische Steuerlogik: Die umwelttechnische Steuerlogik vergleicht die Konfigurationsdaten mit den von den Sensoren eingehenden Messdaten und den Daten der Windenergieanlage. Beruhend auf den konfigurierten Regeln beurteilt

die Logik erforderliche Maßnahmen, welche durch die WEA ergriffen werden müssen.

Datenausgabe der umwelttechnischen Logik: Die durch die WEA zu ergreifenden Maßnahmen werden an den Power Plant Controller (PPC) geschickt, der sie ihrer Wichtigkeit nach ordnet und die WEA-Steuerbefehle ausführt. Dadurch ist sichergestellt, dass die WEA nicht mehrere eventuell widersprüchliche Befehle erhalten. Der PPC koordiniert den Dateneingang von verschiedenen Systemen. Eines davon ist das Schattenwurf-Abschaltsystem. Er sorgt dafür, dass der Windpark so gesteuert wird, dass Schattenwurf an Rezeptoren in der Nähe des Windparks reduziert wird. Dabei werden andere Prioritäten wie Netzanschlussbedingungen berücksichtigt.

Alle Maßnahmen werden protokolliert und können in Berichten dargestellt werden.

Alle Maßnahmen und die Sensordaten, auf denen die Maßnahmen beruhen, sowie der Sensorzustandsstatus werden mit Zeitstempel protokolliert und können in Berichten dargestellt werden. Meldet ein Sensor Schäden oder Funktionsausfall, verwendet das System einen Standardwert, damit sichergestellt ist, dass die Drosselung stattfindet, wenn die anderen Kriterien erfüllt sind.

Benutzeroberfläche:

Die Benutzeroberfläche für die umwelttechnischen Steuerfunktionen beinhaltet folgende Hauptfunktionen:

Überwachung	Liefert dem Benutzer mit Informationen und meldet den Status der aktuellen Systemwerte.
Berichterstattung	Bietet dem Benutzer eine Bedienoberfläche zur Berichterstellung. Nachweis- und Produktionsausfallberichte.
Berichtstypen (Reports)	Nachweis-Berichte mit Informationen zu getroffenen Entscheidungen, Sensordaten, Sensorstatus, Konfigurationsänderungen usw.
Berichtstypen (Reports)	Produktionsausfallberichte

3.2 Sensoren

Alle Sensoren befinden sich an der WEA. Folgende Sensortypen kommen zum Einsatz:

Sensortyp	Benötigte Anzahl
Lichtstärke	Abhängig von dem Windparkauslegung des Standorts

Sensordaten beruhen auf den aktuelle Sensorwerten. Es handelt sich also um Echtzeitdaten, nicht um Verlaufsdaten aus den vergangenen zehn Minuten.

Durchschnittsbildung, Hysterese und Schwellenwerte dienen dazu, extreme Spitzenwerte in den Messdaten zu verhindern, damit die WEA nicht in permanenter Folge pausieren und wieder anlaufen. Diese Einstellung lässt sich in der Konfiguration ändern.

4 Kompatible Systeme

Das Schattenwurf-Abschaltssystem lässt sich in Vestas Windparks einsetzen, die folgende Systemvoraussetzungen erfüllen:

- VMPGlobal – WEA mit Sensoren und WEA mit Alarm-Meldung
- VestasOnline® Business Mk5/VestasOnline® Compact Mk4.2 mit Softwareversion 3.24 und höher
- VestasOnline® Power Plant Controller Mk5 mit Softwareversion 5.1.0 und höher
- VestasOnline® Power Plant Controller Mk4 mit Softwareversion 3.3.0 und höher

5 Dokumentation

Ein Konfigurationshandbuch und ein Handbuch zur Benutzeroberfläche gehören zum Lieferumfang der Option Schattenwurf-Abschaltssystem.

Restricted
Dokument Nr.: 0028-0787.V06
2022-06-17

Option Northtec Schattenwurfschutzsystem Allgemeine Spezifikation

Inhalt

1	Allgemeine Hinweise	3
2	Schattenwurfproblematik	3
3	Voraussetzungen	3
4	Funktionsweise	3
5	Planerische Informationen	3
6	Lichtsensoren(en)	4
7	Programmierung	4
8	Protokollfunktion	5
9	Fernzugriff	5
10	Optionen	5
10.1	Einmessung von Immissionsorten (optional)	5
10.2	Sonderabschaltungen (optional)	5
10.3	Lichtsensoren (optional)	5
11	Installation	6
12	Technische Daten des Schattenwurfmoduls	9
13	Prinzipskizze „Einbindung in die VestasOnline™ Architektur“	10
14	Abkürzungsverzeichnis	10

Dies Dokument ist gültig für den Vertriebsbereich Deutschland/Vestas NCE.

1 Allgemeine Hinweise

Im Folgenden ist eine kurze allgemeine Information zur Schattenwurfproblematik sowie die Einzelheiten des optional erhältlichen Schattenwurfschutzsystem der Fa. NorthTec GmbH & Co. KG beschrieben. Das Schattenwurfschutzsystem setzt sich zusammen aus dem Shadow Master Unit V4 und der Software Shadow Manager 4 (SM4), die verwendet wird um die Shadow Master Unit (SMU) zu konfigurieren und zu überwachen.

2 Schattenwurfproblematik

Der Betrieb von Windenergieanlagen (WEA) verursacht bei Sonnenschein periodischen Schattenwurf, der an umliegenden Gebäuden zu erheblichen Belästigungen im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) führen kann. Aus diesem Grund findet sich in den Baugenehmigungen zur Errichtung von WEA immer häufiger die Auflage, die WEA mit einer automatischen Abschaltvorrichtung auszurüsten, um sicherzustellen, dass keine umliegenden Gebäude über die geltenden Richtwerte hinaus durch Schattenwurf belästigt werden. Hierbei muss oftmals auch der Schattenwurf von schon länger bestehenden WEA als Vorbelastung berücksichtigt werden. Das hier vorgestellte Schattenwurfschutzsystem bietet die technische Lösung zur Einhaltung dieser Auflage in Verbindung mit der Fernüberwachung VestasOnline™.

3 Voraussetzungen

Die Hardware und Softwarevoraussetzung für die Installation des Schattenwurfschutzsystem der Fa. NorthTec GmbH & Co. KG benötigt folgende Vestas Systeme als Mindestanforderung.

- VestasOnline® Business Server (VOB) Mk5 oder höher
- VestasOnline® Compact Server (VOC) Mk4 oder höher
- Vestas Power Plant Controller (PPC) Mk5 oder höher

4 Funktionsweise

Mit Hilfe eines oder mehrerer Lichtsensoren wird annähernd sekundengenau die Intensität des Sonnenlichts festgestellt. Auf Basis dieser Ergebnisse wird beurteilt, ob das direkte Sonnenlicht ausreichend hoch ist, damit Schattenwurfeffekte auftreten können. Zeitgleich berechnet das SMU, ob an einem der Immissionsorte (IO) aufgrund des aktuellen Sonnenstandes Schattenwurf möglich ist. Wird für einen IO gleichzeitig ausreichend starkes Sonnenlicht und möglicher Schattenwurf festgestellt, werden die Zähler für die tägliche und jährliche Schattenwurfbelastung im Minutentakt aktualisiert. Bei Überschreitung eines eingestellten Grenzwertes wird die schattenwurfverursachende WEA für die Dauer des Schattenwurfes abgeschaltet. Das SMU zeichnet Messwerte und Alarmer auf, versendet Email-Benachrichtigungen und erfasst die Protokolldaten.

5 Planerische Informationen

Ein SMU kann den Schattenwurf von 100 WEA an bis zu 2000 IO (Gebäude mit zu schützenden Wänden und Flächen) überwachen. Jede WEA kann bei Bedarf

vom Schattenwurfschutzsystem ausgeschaltet werden. Zur Ansteuerung der WEA wird das parkinterne Netzwerk verwendet. Die Programmierung erfolgt auf Grundlage einer betreiberseitig beizustellenden Schattenwurfprognose, in der eventuell vorhandene Vorbelastungen ebenfalls berücksichtigt werden sollten. Die IO, die in der Schattenwurfprognose Grenzwertüberschreitungen aufweisen, können optional vor Ort gesichtet und eingemessen werden. Die optional ermittelten bzw. die vom Kunden zur Verfügung gestellten Koordinaten der IO und WEA werden dann zur Programmierung des Schattenwurfschutzsystem genutzt. Das nachträgliche Einfügen weiterer IO oder WEA ist möglich.

6 Lichtsensor(en)

Der Lichtsensor misst die Lichtstärke des sichtbaren Spektrums des Sonnenlichts in vier Himmelsrichtungen. Der integrierte Microcontroller bestimmt anhand dieser vier Messwerte den direkten Anteil des Sonnenlichts. Der direkte Anteil berechnet sich aus der globalen Lichtstärke abzüglich der diffusen Lichtstärke. Dabei werden der Einfallwinkel des Sonnenlichts auf die Photodioden sowie das sich über den Tag hinweg ändernde Farbspektrum des Sonnenlichts berücksichtigt. Übersteigt der direkte Anteil des Sonnenlichts einen bestimmten Grenzwert, kann es grundsätzlich zu Schattenwurfeffekten durch den sich drehenden Rotor kommen. Dieser Grenzwert ist auf 12.000 lx eingestellt.

Die Kommunikation zwischen der SMU und Lichtsensor erfolgt über eine RS485-Schnittstelle, einen Schnittstellenkonverter und das Parknetzwerk. Eine Einbindung mehrerer Lichtsensoren ist möglich (optional). So ist das Erfassen der Lichtverhältnisse an allen WEA, auch bei wechselhaften Wetterbedingungen, möglich. Jeder Lichtsensor kann einer einzelnen oder auch einer Gruppe von WEA zugeteilt werden. Der Lichtsensor ist mit einem GPS-Empfänger ausgestattet, der es ermöglicht, die Uhr des Schattenwurfschutzsystem stets höchst genau zu halten und die Berechnungsungenauigkeiten zu minimieren. Diese Funktion ist aufgrund der guten Satellitenabdeckung fast weltweit nutzbar.

Die Montage des Lichtsensors erfolgt auf dem Maschinenhaus und bietet eine schattenfreie Umgebung. Eine Überprüfung der Funktionalität des Lichtsensors kann über das Programm SM4 erfolgen.

7 Programmierung

Zur Programmierung des SMU werden die Standortkoordinaten (z.B. Gauß-Krüger oder UTM) der WEA und der zu überwachenden IO benötigt (siehe Anhang A: Konfigurationsdaten). IO können durch bis zu 10000 Wände und Flächen beschrieben werden. Für jeden IO können separate Tages- und Jahresgrenzwerte definiert werden. Das Einstellen der benötigten Daten erfolgt mit Hilfe des Programms SM4. Die dort mögliche Visualisierung der Lage der IO und WEA erleichtert die Kontrolle der eingegebenen Daten. Die Übertragung zum Schattenwurfschutzsystem erfolgt über den LAN-Anschluss des Moduls oder per Fernzugriff über eine VPN Verbindung (PlantVPN). Durch das Einrichten eines Passwortes kann ein unberechtigter Zugriff auf die Daten verhindert werden.

Hinweis:

Die Programmierung erfordert die Koordinaten und Dimensionen aller Objekte, die maximalen Beschattungszeiten sowie die Schaltparameter.

8 Protokollfunktion

Über die in jedem Modul enthaltene Protokollfunktion werden im Schattenwurfschutzsystem über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr die relevanten Schattenwurfereignisse (siehe Anhang B: Beispiel einer Protokollsequenz) festgehalten. Jeder Protokolleintrag wird mit einem Zeitstempel versehen. Die Protokolldaten können mit dem Programm SM4 vor Ort oder via VPN Verbindung (PlantVPN) ausgelesen werden. Die Protokolle werden auch bei Stromausfall gespeichert.

Hinweis:

Es werden alle relevanten Schattenwurf-Ereignisse dokumentiert, also auch der nur theoretisch mögliche Schattenwurf in Zeiten ohne hinreichend starke Direkteinstrahlung. Dadurch wird erreicht, dass bei Beschwerden auch festgestellt werden kann, ob ausreichend starke Strahlung zum betreffenden Zeitpunkt vorherrschte.

9 Fernzugriff

Zur Datenübertragung kann die SMU über eine VPN Verbindung erreicht werden. Somit können aus der Ferne Konfigurationseinträge verändert und Protokolle ausgelesen werden. Voraussetzung ist ein Kundenzugang über VPN mittels der Vestas Software PlantVPN und ein Hardware-Dongle der Fa. NorthTec.

10 Optionen

10.1 Einmessung von Immissionsorten (optional)

Optional kann die Besichtigung und Einmessung der relevanten Immissionsorte angeboten werden. Die ermittelten Daten werden dann bei der Konfiguration des Schattenwurfschutzsystems herangezogen.

10.2 Sonderabschaltungen (optional)

Für jede WEA können definierte Zeiten vorgegeben werden, an denen die WEA vom Schattenwurfschutzsystem abgeschaltet werden. Die Abschaltzeiten können für bestimmte Datumsbereiche definiert werden. In diesen Datumsbereichen wiederum wird die WEA entweder zu bestimmten Uhrzeiten oder bei bestimmten Sonnenständen abgeschaltet. Durch diese Funktion können behördliche Auflagen bezüglich des Schallschutzes oder des Schutzes für z.B. Fledermäuse nachweisbar erfüllt werden (siehe Dokument 0020-7100 „Option Artenschutzsystem“).

10.3 Lichtsensoren (optional)

Es besteht optional die Möglichkeit je nach Windpark Layout und den Anforderungen bzw. dem Kundenwunsch weitere zusätzliche Lichtsensoren zu mindestens einem Lichtsensor einzubinden. Ist der Abstand zwischen der

Windenergieanlage mit einem installiertem Lichtsensor und der WEA, die auf Basis des Lichtsensors geregelt wird, größer als 1000m, wird empfohlen im zusätzliche Lichtsensoren einzubinden.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit den Optionalen Lichtsensortyp T03 zu nutzen.

11 Installation

Die SMU des Schattenwurfschutzsystem, welches in einem Schaltschrank mit der Schutzklasse IP 65 eingebaut ist, wird im Turmfuß der WEA angebracht.-Das Modul wird in der Regel in der Master-WEA am Standort untergebracht.



Abbildung 11-1: SMU4 Modul des Schattenwurfschutzsystem



Abbildung 11-2: Innenansicht SMU Modul des Schattenwurfschutzsystem

Anhang A: Konfigurationsdaten

Beispiel für einen IO mit einer relevanten Hauswand und einer Terrassenfläche

Allgemeine Daten

Höhe über Normal Null: 45 m
 Maximale Schattenwurfdauer pro Tag: 30 min.
 Maximale Schattenwurfdauer pro Jahr: 480 min.

Beschreibung der Hauswand

x-Eckkoordinate 1: 350 7685
 y-Eckkoordinate 1: 597 4637
 x-Eckkoordinate 2: 350 7695
 y-Eckkoordinate 2: 597 4639
 Höhe: 3 m
 Ausrichtung: Süden

Beschreibung der Terrassenfläche

x-Eckkoordinate 1: 350 7685
 y-Eckkoordinate 1: 597 4637
 x-Eckkoordinate 2: 350 7690
 y-Eckkoordinate 2: 597 4638
 x-Eckkoordinate 3: 350 7692
 y-Eckkoordinate 3: 597 4632
 x-Eckkoordinate 4: 350 7687
 y-Eckkoordinate 4: 597 4630

Beispiel für eine WEA

Nabenhöhe: 100 m
 Rotorradius: 35 m
 Höhe über Normal Null: 48 m
 x-Koordinate: 350 7745
 y-Koordinate: 597 4229

Anhang B: Beispiel einer Protokollsequenz

Eintrag	Datum	Uhrzeit	IO	WEA	Tageszähler	Jahreszähler	Ereignis
1	04.02.2003	14.40.23	2	1	0 min	34 min	theoretischer Schattenwurf
2	04.02.2003	14.45.29	2	1	0 min	34 min	Schattenwurf
3	04.02.2003	14.48.20	2	1	3 min	37 min	theoretischer Schattenwurf
4	04.02.2003	14.50.54	2	1	3 min	37 min	Schattenwurf
5	04.02.2003	15.17.57	2	1	30 min	64 min	Stop WEA
7	04.02.2003	15.27.30	2	1	30 min	64 min	Ende Schattenwurf
8	04.02.2003	15.28.44	2	1	30 min	64 min	Start WEA
9	04.02.2003	16.15.54	5	2	0 min	325 min	Schattenwurf
10	04.02.2003	16.22.32	5	2	6 min	331 min	Ende Schattenwurf

Erläuterungen:

IO: Immissionsort (Gebäude)
 WEA: Windenergieanlage
 Stop WEA: die benannte WEA wurde vom Schattenwurfmodul abgeschaltet
 Start WEA: die benannte WEA wurde wieder freigegeben
 theoretischer Schattenwurf: am benannten IO kommt es rechnerisch durch die benannte WEA zu Schattenwurf, die direkte Sonnenstrahlung ist aber nicht ausreichend
 Schattenwurf: am benannten IO kommt es tatsächlich durch die benannte WEA zu Schattenwurf, die direkte Sonnenstrahlung ist ausreichend

Irrtümer und Änderungen vorbehalten; Stand 2007-09

Abbildung 11-3: Konfigurationsdaten – Beispiel

12 Technische Daten des Schattenwurfmoduls

Modul SMU V04 des Schattenwurfschutzsystem

Abmessungen:	440 x 300 x 220 mm (H x B x T)
Gewicht:	ca. 12 kg
Versorgungsspannung:	110-230 V AC (50-60 Hz)
Max. Stromaufnahme:	0,9 A
Max. Anlaufstrom	6 A
Betriebstemperatur:	-20°C...60°C
Schutzklasse mit Schaltschrank:	IP 65

Lichtsensord Typ 01 bzw. Typ 03

Abmessungen:	100 x 100 x 81 mm (H x B x T)
Gewicht: ca.	1,5 kg
Versorgungsspannung:	24 V DC
Max. Stromaufnahme:	0,5 / 0,9 A (Heizbetrieb)
Betriebstemperatur: Typ 01 Typ 03 (Optional)	-20°C ... 50°C -30°C ... 50°C
Schutzklasse:	IP 66

13 Prinzipskizze „Einbindung in die VestasOnline™ Architektur“

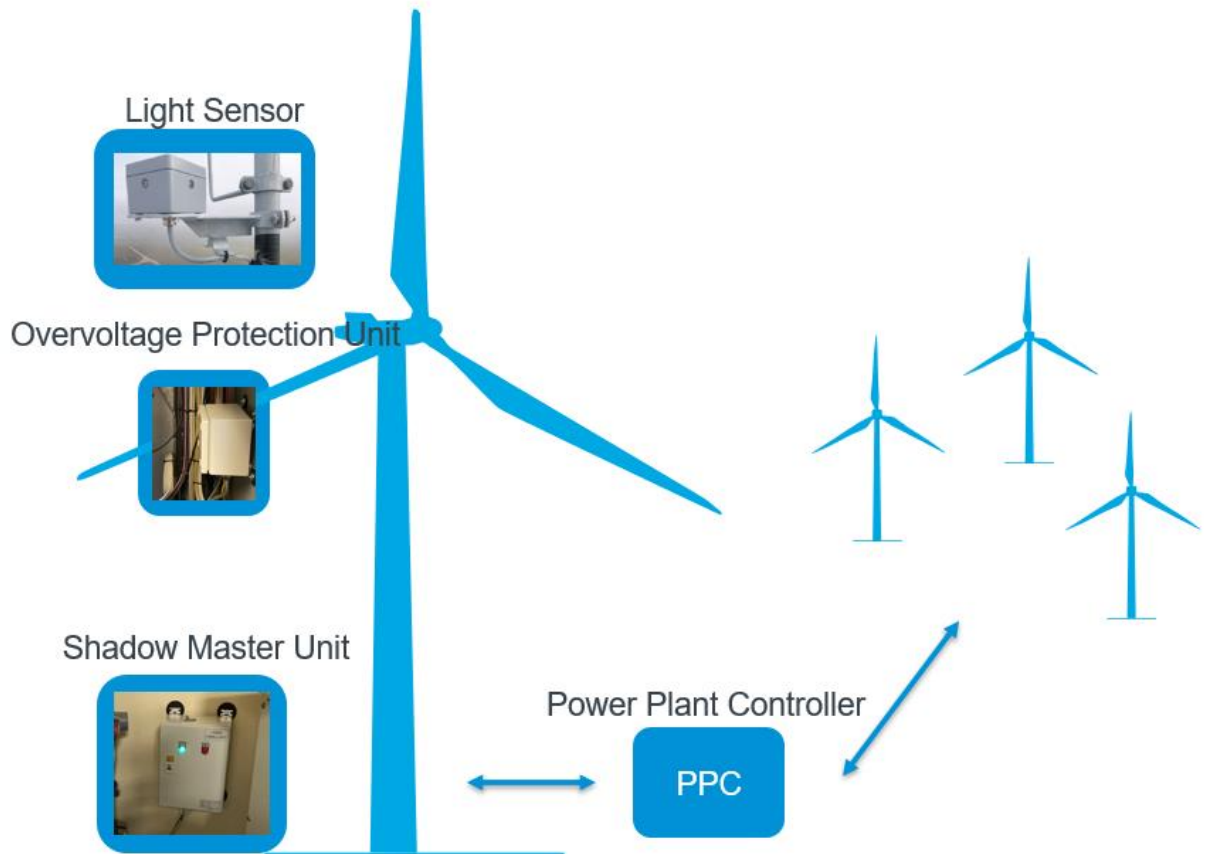


Abbildung 13-1: Prinzipskizze „Einbindung in die VestasOnline™ Architektur“

14 Abkürzungsverzeichnis

Begriff/ Abkürzung	Erklärung
BimSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
GPS	Global Positioning System
IO	Immissionsort
IP	International Protection
RS	serielle Schnittstelle (recommended standard)
SWM	Schattenwurfmodul
UTM (-Koordinatensystem)	Universal Transverse Mercator (-System)
WEA	Windenergieanlage
SMA4	Shadow Manager 4 (Software)

Begriff/ Abkürzung	Erklärung
SMU	Shadow Master Unit
IO	Immissionsorte, sprich Gebäude mit zu schützenden Wänden und Flächen überwachen