



Berechnung der Schattenwurfdauer für die Errichtung
und den Betrieb von drei Windenergieanlagen
am Standort Brunow

Bericht Nr.: I17-SCHATTEN-2020-036 Rev.01

Berechnung der Schattenwurfdauer für die Errichtung und den Betrieb von
drei Windenergieanlagen am Standort Brunow

Bericht-Nr. I17-SCHATTEN-2020-036 Rev. 01

Auftraggeber: Energiepark Brunow Klüß GmbH & Co. KG
Platschower Str. 2
D-19372 Brunow

Auftragsnehmer: I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
25840 Friedrichstadt

Tel.: 04881 – 93 6 49 80
Fax.: 04881 – 93 6 49 81 9
E-Mail: mail@i17-wind.de
Internet: www.i17-wind.de

Datum: 09. Februar 2021

Haftungsausschluss und Urheberrecht

Die vorliegende Revision des Schattenwurfimmissionsgutachten für die geplanten Windenergieanlagen (WEA) am Standort Brunow wurde von der BS Windertrag GmbH im Januar 2021 bei der I17-Wind GmbH & Co. KG in Auftrag gegeben. Das Schattenwurfgutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch und nach dem gegenwärtigen Stand von Wissenschaft und Technik erstellt. Für die Daten die nicht von der I17-Wind GmbH & Co. KG ermittelt, erhoben und verarbeitet wurden, kann keine Garantie übernommen werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Berichtes ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der I17-Wind GmbH & Co. KG erlaubt.

Urheber des vorliegenden Schattenwurfimmissionsgutachten ist die I17-Wind GmbH & Co. KG. Der Auftraggeber erhält nach § 31 Urheberrechtsgesetz das einfache Nutzungsrecht, welches nur durch Zustimmung des Urhebers übertragen werden kann. Eine Bereitstellung zum uneingeschränkten Download in elektronischen Medien ist ohne gesonderte Zustimmung des Urhebers nicht gestattet.

Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Werte an den Immissionsorten können seitens des Gutachters keine Garantien übernommen werden. Die Ergebnisse basieren auf vom Auftraggeber und Anlagenhersteller zur Verfügung gestellten Angaben zum Standort und zu den Windenergieanlagen.

Revisionsnummer	Revisionsdatum	Änderung	Bearbeiter
0	22.06.2020	Erstellung des Gutachtens	Kramer
1	09.02.2021	Änderung der VB, Aufnahme einer weiteren Variante	Kramer

Bearbeiter

B. Eng. Dennis Kramer,
Sachverständiger
Friedrichstadt, 09.02.2021



Geprüft

Dipl.-Ing. (FH) André Gefke
Sachverständiger
Friedrichstadt, 15.02.2021



Freigegeben

B. Eng. Dennis Kramer,
Sachverständiger
Friedrichstadt, 18.02.2021



Dieses Dokument wurde digital signiert und die Integrität des Dokuments wurde überprüft. Das zugehörige Zertifikat kann von der I17-Wind GmbH & Co. KG auf Anfrage gerne zur Verfügung gestellt werden.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis.....	6
1 Aufgabenstellung.....	7
2 Örtliche Beschreibung.....	7
3 Beurteilungsgrundlagen.....	9
3.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren.....	9
4 Beschreibung der geplanten Windenergieanlage.....	10
4.1 Anlagenbeschreibung.....	10
4.2 Positionen der geplanten Windenergieanlagen.....	10
5 Vorbelastung.....	11
6 Einwirkungsbereiche der Windenergieanlagen und Immissionspunkte.....	13
7 Rechenergebnisse und Beurteilungen.....	16
7.1 Zusatzbelastung.....	17
7.2 Variante 1.....	18
7.2.1 Vorbelastung.....	18
7.2.2 Gesamtbelastung.....	19
7.3 Variante 2.....	20
7.3.1 Vorbelastung.....	20
7.3.2 Gesamtbelastung.....	21
8 Zusammenfassung.....	22
8.1 Zusammenfassung Variante 1.....	22
8.2 Zusammenfassung Variante 2.....	22
9 Abkürzungs- und Symbolverzeichnis.....	23
10 Literaturverzeichnis.....	24
Anhang 1 / Übersichtskarte der Gesamtbelastung mit Iso-Schattenlinien (Gesamtdarstellung – Variante 1).....	25
Anhang 2 / Übersichtskarte der Gesamtbelastung mit Iso-Schattenlinien (Gesamtdarstellung – Variante 2).....	27
Anhang 3 / Berechnungsergebnisse der Vorbelastung / Hauptergebnis (Variante 1).....	29
Anhang 4 / Berechnungsergebnisse der Vorbelastung / Hauptergebnis (Variante 2).....	32
Anhang 5 / Berechnungsergebnisse der Zusatzbelastung / Hauptergebnis (Variante 1 und Variante 2)	36
Anhang 6 / Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung / Hauptergebnis (Variante 1).....	38
Anhang 7 / Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung / Hauptergebnis (Variante 2).....	40
Anhang 8 / Fotodokumentation der Immissionsorte.....	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: WEA Standorte; Kartenmaterial [3]	8
Abbildung 6.1: Immissionsorte und Einwirkungsbereich der geplanten WEA; Kartenmaterial [3]	14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Positionen der geplanten WEA [4]	10
Tabelle 5.1: Positionen der Bestandsanlagen am Standort [5, 8.1]	12
Tabelle 6.1: Immissionsorte	15
Tabelle 7.1: Analyseergebnisse Zusatzbelastung für Variante 1 und Variante 2	17
Tabelle 7.2: Analyseergebnisse Vorbelastung (Variante 1).....	18
Tabelle 7.3: Analyseergebnisse Gesamtbelastung (Variante 1).....	19
Tabelle 7.2: Analyseergebnisse Vorbelastung (Variante 2).....	20
Tabelle 7.3: Analyseergebnisse Gesamtbelastung (Variante 2).....	21

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Brunow die Errichtung und den Betrieb von drei Windenergieanlagen (WEA) des Herstellers ENERCON. Eine Anlage vom Typ E-147 EP5 E2 / 5.000 kW auf einer Nabenhöhe von 155.0 m und zwei Anlagen vom Typ E-138 EP3 E2 / 4.200 kW auf einer Nabenhöhe von 160.0 m [4]. Die Windparkfläche befindet sich ca. 1.5 km südlich der Ortschaft Brunow im Landkreis Ludwigslust-Parchim in Mecklenburg-Vorpommern. In der näheren Umgebung des Standortes befinden sich weitere Windenergieanlagen im Genehmigungsverfahren und in Betrieb, welche als Vorbelastung in die Betrachtung mitaufzunehmen sind [5].

Es werden bezüglich der Vorbelastung zwei Varianten mit in das Gutachten aufgenommen, da sich drei WEA im Genehmigungsverfahren befinden. Bei diesen WEA ist nicht klar, ob diese auch genehmigt werden. Der Auftraggeber wünscht daher die Berücksichtigung von zwei Varianten [8.1]. So beinhaltet die Variante 1 die als Vorbelastung zu berücksichtigenden Windenergieanlagen W4 bis W22 und W25 bis W46. Die Variante 2 berücksichtigt in der Vorbelastung zusätzlich die W23, W24 und W47.

Eine WEA mit einer Gesamthöhe von mehr als 50 Metern stellt nach der 4. BImSchV eine genehmigungsbedürftige Anlage dar, welche das Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [2] zu durchlaufen hat. Für das Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG [2] ist der Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte für die Schattenwurfimmissionen zu führen. Die Berechnungen sollen Auskunft darüber geben, ob schädliche Umwelteinwirkungen durch Schattenwurf von den geplanten Anlagen ausgehen können.

2 Örtliche Beschreibung

Der geplante Windpark Brunow befindet sich ca. 1.5 km südlich der Ortschaft Brunow im Landkreis Ludwigslust-Parchim in Mecklenburg-Vorpommern.

Die nächstgelegenen Ortschaften sind Brunow ca. 1.5 km nördlich, Kleeste ca. 1.8 km östlich, Klüß ca. 1.5 km südlich und Dambeck ca. 1.8 km westlich der geplanten WEA.

Die geplanten WEA bilden die südwestliche Erweiterung eines bereits errichteten Windparks. Zudem befinden sich südlich der Neuplanung weitere Anlagen im Genehmigungsverfahren. Neben den Windenergieanlagen im direkten Umfeld liegt südlich der Ortschaft Klüß ein Windpark, der ebenfalls im Gutachten berücksichtigt wird. Die Angaben zu den Koordinaten der geplanten bzw. bereits errichteten WEA wurden vom Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie MV zur Verfügung gestellt [5].

Das Gelände um den Windenergieanlagenstandort variiert in der Höhe nur geringfügig zwischen 30 m und 40 m über NN. Für die Koordinatenangaben in diesem Gutachten findet das System UTM ETRS 89 Zone 33 Anwendung. Die Höhenangaben stammen von den Vermessungs- und Geoinformationsbehörden in Mecklenburg-Vorpommern © GeoBasis-DE/M-V 2020 [6]. Die Windenergieanlagenpositionen sind in der nachfolgenden Abbildung 2.1 dargestellt.

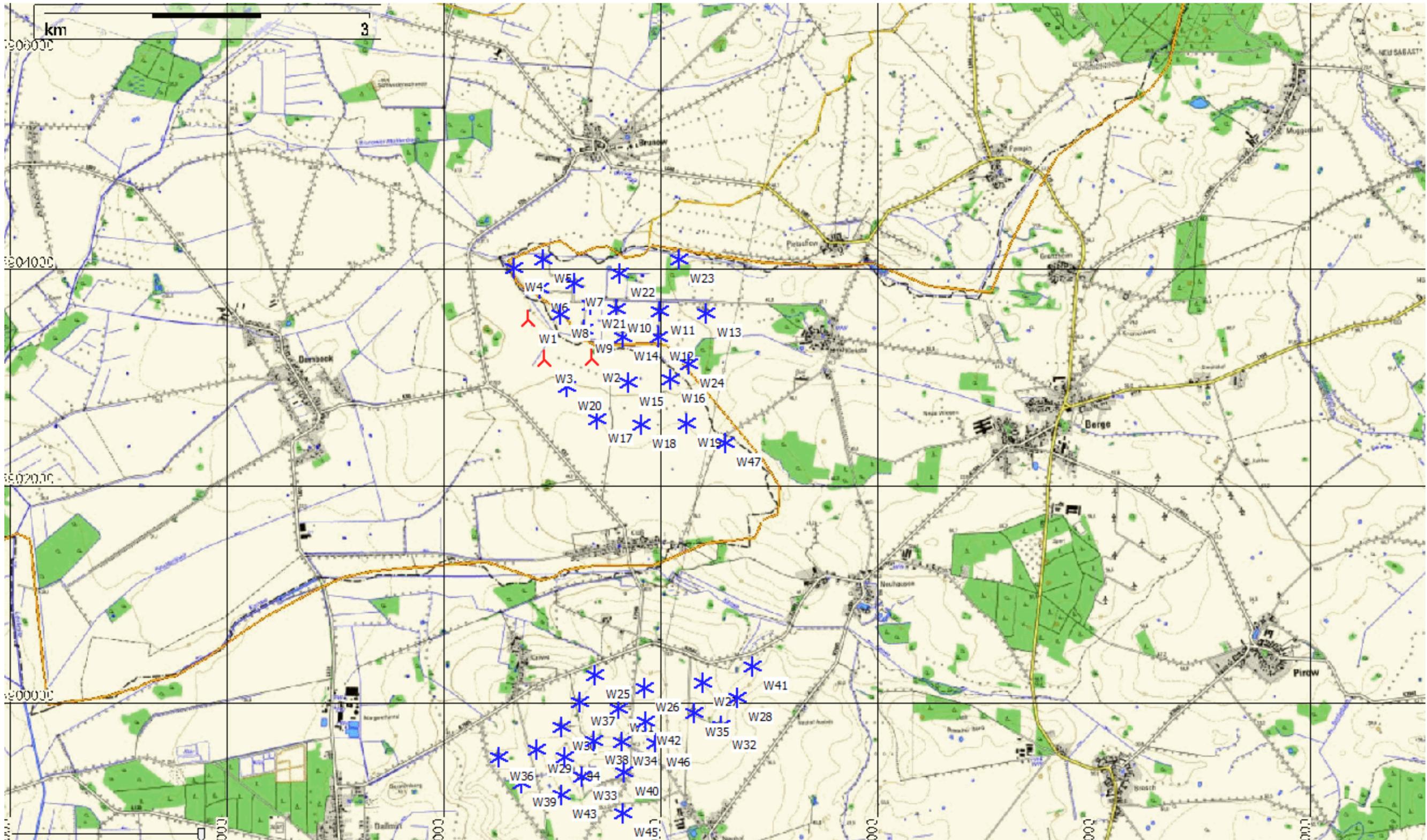


Abbildung 2.1: WEA Standorte; Kartenmaterial [3]

▲ = neu geplante WEA, * = bestehende WEA

3 Beurteilungsgrundlagen

3.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren

Die hier zu untersuchenden Immissionen durch direkten Schattenwurf des Rotors können bei drehendem Rotor störend wirken. Aus der Anzahl der Rotorblätter und der Drehzahl des Rotors ergibt sich die jeweilige Frequenz mit der wechselnde Lichtverhältnisse im Schattenbereich auftreten können. Bei den gegenwärtigen Anlagengrößen handelt es sich um niedrige Frequenzen im Bereich von ca. 0.5 bis 3 Hz. Die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [1] hat die federführend vom staatlichen Umweltamt Schleswig unter Mitarbeit von Fachleuten, Gutachtern, Gewerbeaufsichtsämtern und Weiteren erarbeiteten *Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen, Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurfhinweise)* [1] im Jahr 2020 als Standard anerkannt. Die WEA-Schattenwurf-Hinweise enthalten folgende Grenzwerte:

- Die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer darf maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag betragen.
- Ein Schattenwurf bei Sonnenständen unter 3° ist nicht zu berücksichtigen.
- Wenn am Immissionsort aufgrund der Entfernung zur WEA die Sonne zu weniger als 20 % durch das Rotorblatt verdeckt wird, können die dadurch entstehenden Helligkeitsschwankungen (Schatten) vernachlässigt werden.
- Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, wird die Berechnung für einen punktförmigen Rezeptor von 0.1 m x 0.1 m in ca. 2 m Höhe durchgeführt.

Die Beschattungsdauer an der umgebenden Bebauung kann für eine oder mehrere WEA in Abhängigkeit von Nabenhöhe und Rotordurchmesser ermittelt werden. Der Berechnung der astronomisch mögliche Beschattungsdauer - dem worst case - liegen folgende Annahmen zu Grunde:

- Es herrscht durchgehender Sonnenschein von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang.
- Die Sonnenstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche.
- Die WEA befindet sich permanent in Betrieb.

Zyklische Lichtblitze / Discoeffekte sowie periodischer Schattenwurf sind Immissionen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [2]. Durch Verwendung mittelreflektierender Farben (z.B. RAL 7035-HR) und matten Glanzgraden gemäß DIN EN ISO 2813:2015-02 kann Lichtblitzen vorgebeugt werden.

4 Beschreibung der geplanten Windenergieanlage

4.1 Anlagenbeschreibung

Der Auftraggeber plant am Standort Brunow die Errichtung und den Betrieb von drei Windenergieanlagen, eine vom Typ E-147 EP5 E2 / 5000 kW und zwei vom Typ E-138 EP3 E2 / 4.200 kW des Herstellers ENERCON. Nachfolgend werden die Eckdaten und die Koordinaten der berücksichtigten Windenergieanlagen zusammengefasst.

Hersteller:	ENERCON	ENERCON
Anlagentyp:	E-147 EP5 E2 / 5000 kW	E-138 EP3 E2 / 4.200 kW
Nabenhöhe:	155.0 m	160.0 m
Rotordurchmesser:	147.0 m	138.6 m
Nennleistung:	5.000 kW	4.200 kW
Drehzahlbereich:	4.0 – 10.3 U/min	5.0 – 11.1 U/min
Maximale Blatttiefe:	4.50 m	3.96 m
Blatttiefe bei 90% Radius:	1.29 m	1.02 m

4.2 Positionen der geplanten Windenergieanlagen

Tabelle 4.1 sind die Position [4] und der Anlagentypen mit Nabenhöhe der geplanten Windenergieanlage am Standort Brunow zu entnehmen.

W-Nr.	Typ	Rotor- durchmesser [m]	Naben- höhe [m]	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NN [m]
1	E-147 EP5 E2 / 5000 kW	147.0	155.0	286475	5904655	39
2	E-138 EP3 E2 / 4.200 kW	138.6	160.0	287034	5904244	38
3	E-138 EP3 E2 / 4.200 kW	138.6	160.0	286599	5904270	37

Tabelle 4.1: Positionen der geplanten WEA [4]

5 Vorbelastung

Um den Standort Brunow sind weitere WEA errichtet bzw. befinden im Genehmigungsverfahren. Diese werden als Vorbelastung berücksichtigt. In Tabelle 5.1 sind die Windenergieanlagen mit Typ, Nabenhöhe und Position [5, 8.1] aufgeführt.

Bemerkung:

Die bestehenden WEA in Variante 1 W10 bis W46 und die bestehenden WEA in Variante 2 W10 bis W22 und W24 bis W47 verursachen an keinem Immissionsort im Einwirkungsbereich der geplanten WEA einen Beitrag zum Schattenwurf, siehe Anhang 3 und Anhang 4 (Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA). Daher kann auf eine Berücksichtigung dieser Bestandsanlagen im Rahmen der Gesamtbelastung verzichtet werden.

W-Nr.	Typ	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 32 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 32 Nord	Höhe über NN [m]
W4	NM52/900	52.0	76.0	286389	5905140	35
W5	NM64C/1500	64.0	83.0	286662	5905199	35
W6	NM72C/1500	72.0	101.0	286608	5904927	36
W7	NM72C/1500	72.0	101.0	286937	5904956	35
W8	NM72C/1500	72.0	101.0	286780	5904680	36
W9	NM72C/1500	72.0	101.0	286983	5904517	37
W10	NM72C/1500	72.0	101.0	287301	5904680	37
W11	NM72C/1500	72.0	101.0	287692	5904633	39
W12	NM72C/1500	72.0	101.0	287663	5904397	37
W13	NM72C/1500	72.0	101.0	288126	5904575	38
W14	NM72C/1500	72.0	101.0	287342	5904423	37
W15	V150-4.2 MW	150.0	168.0	287352	5903994	36
W16	V136-3.6 MW	136.0	168.0	287745	5903993	38
W17	V150-4.2 MW	150.0	168.0	287032	5903685	41
W18	V150-4.2 MW	150.0	168.0	287441	5903599	40
W19	V150-4.2 MW	150.0	168.0	287857	5903573	41
W20	V150-4.2 MW	150.0	168.0	286782	5904008	40
W21	E-82 E2 / 2.300 kW	82.0	138.4	287066	5904746	38
W22	V136-4.2 MW	136.0	149.0	287353	5905013	38
W23*	V117-3.3 MW	117.0	143.0	287917	5905095	38
W24*	V126-3.3 MW	126.0	139.0	287922	5904116	39
W25	E-70 E4 / 2.000 kW	71.0	113.5	286820	5901331	46
W26	E-70 E4 / 2.000 kW	71.0	113.5	287267	5901175	45
W27	E-70 E4 / 2.000 kW	71.0	113.5	287802	5901178	47
W28	E-70 E4 / 2.000 kW	71.0	113.5	288112	5901010	49
W29	E-70 E4 / 2.000 kW	71.0	113.5	286227	5900694	51
W30	MD77/1500	77.0	100.0	286466	5900879	50
W31	MD77/1500	77.0	100.0	287011	5901010	46
W32	MD77/1500	77.0	100.0	287937	5900770	47
W33	MD70/1500	70.0	65.0	286625	5900405	54
W34	MD70/1500	70.0	65.0	287011	5900699	46
W35	MD70/1500	70.0	65.0	287699	5900911	49
W36	NM 48/750	48.2	70.0	285870	5900655	45
W37	NM 48/750	48.2	70.0	286660	5901090	46

W-Nr.	Typ	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 32 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 32 Nord	Höhe über NN [m]
W38	NM 48/750	48.2	70.0	286755	5900725	46
W39	MM92/2050	92.5	100.0	286060	5900393	50
W40	MM92/2050	92.5	100.0	287009	5900412	51
W41	MM92/2050	92.5	100.0	288274	5901285	48
W42	E-70 E4 / 2.300 kW	71.0	113.5	287252	5900866	49
W43	E-82 E2 / 2.300 kW	82.0	108.4	286413	5900257	51
W44	E-82 E2 / 2.300 kW	82.0	108.4	286474	5900600	53
W45	E-82 E2 / 2.300 kW	82.0	108.4	286973	5900040	53
W46	E-70 E4 / 2.300 kW	71.0	113.5	287318	5900663	48
W47*	V136-3.6 MW	136.0	168.0	288202	5903362	39

Tabelle 5.1: Positionen der Bestandsanlagen am Standort [5, 8.1]

*WEA werden nur in Variante 2 berücksichtigt

6 Einwirkungsbereiche der Windenergieanlagen und Immissionspunkte

Als Immissionsorte für die Schattenwurfprognose wurden die nächstgelegenen Gebäude berücksichtigt. Die Auswahl der Immissionsorte wurde anhand einer Standortbesichtigung im Mai 2020 durch einen Mitarbeiter der I17-Wind GmbH & Co. KG, sowie der vorliegenden Dokumentation vorgenommen. Bei der Standortbesichtigung wurde die bestehende Wohnbebauung mit Angaben aus dem Kartenmaterial abgeglichen und Abweichungen dokumentiert und korrigiert. Laut den WEA-Schattenwurf-Hinweisen des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) [1] sind maßgebliche Immissionsorte u.a.:

- Wohnräume
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen
- Büroräume, Praxisräume, Arbeitsräume, Schulungs- und ähnliche Arbeitsräume

Die nächstgelegenen Bebauungen, welche diese Kriterien erfüllen, sind die Wohnbebauungen in Dambeck und Brunow (siehe Abbildung 6.1). Im Anschluss wurden nur die Immissionsorte berücksichtigt, die innerhalb oder nahe am Rande der Schattenwurf-Isolinie (0 Stunden/pro Jahr) liegen (Siehe Tabelle 6.1).

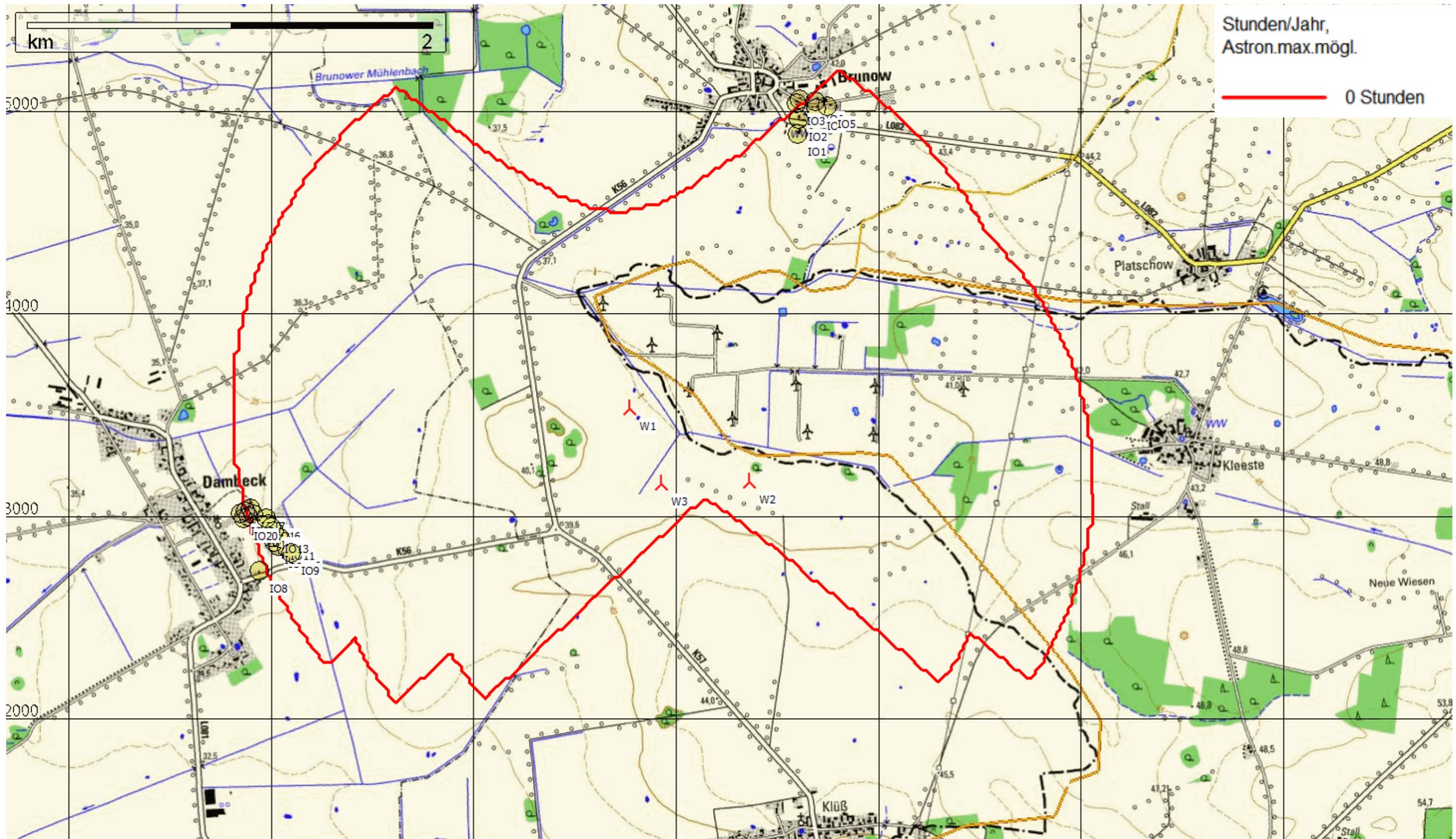


Abbildung 6.1: Immissionsorte und Einwirkungsbereich der geplanten WEA; Kartenmaterial [3]

▲ = neu geplante WEA, ● = Schattenimmissionsort

Die Lage und Bezeichnung der Immissionsorte im Einwirkungsbereich sind in Tabelle 6.1 zusammengefasst.

Die Nummerierung der Immissionsorte beginnt im Norden und verläuft im Uhrzeigersinn.

Nr.	Immissionspunkte	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33		Höhe über NN [m]
		Ost	Nord	
IO1	Platschower Str. 2, 19372 Brunow	287421	5905936	40
IO2	Platschower Str. 1, 19372 Brunow	287429	5906010	43
IO3	Friedhofstr. 2, 19372 Brunow	287426	5906087	41
IO4	Friedhofstr. 4, 19372 Brunow	287524	5906057	42
IO5	Friedhofstr. 6, 19372 Brunow	287578	5906060	42
IO6	Friedhofstr. 5, 19372 Brunow	287520	5906091	42
IO7	Friedhofstr. 3, 19372 Brunow	287445	5906107	42
IO8	Dorfstr. 65, 19357 Dambeck	284588	5904008	33
IO9	Siedlung 19, 19357 Dambeck	284748	5904085	33
IO10	Siedlung 18, 19357 Dambeck	284732	5904112	33
IO11	Siedlung 17, 19357 Dambeck	284701	5904160	34
IO12	Siedlung 16, 19357 Dambeck	284685	5904181	34
IO13	Siedlung 15, 19357 Dambeck	284674	5904201	34
IO14	Siedlung 14, 19357 Dambeck	284661	5904219	33
IO15	Siedlung 13, 19357 Dambeck	284650	5904238	33
IO16	Siedlung 12, 19357 Dambeck	284640	5904266	32
IO17	Siedlung 11, 19357 Dambeck	284570	5904322	33
IO18	Siedlung 10, 19357 Dambeck	284544	5904309	34
IO19	Siedlung 9, 19357 Dambeck	284517	5904300	34
IO20	Siedlung 8, 19357 Dambeck	284531	5904275	34
IO21	Siedlung 7, 19357 Dambeck	284555	5904281	34
IO22	Siedlung 6, 19357 Dambeck	284578	5904290	34
IO23	Siedlung 5, 19357 Dambeck	284617	5904236	33
IO24	Siedlung 4a, 19357 Dambeck	284640	5904200	33
IO25	Siedlung 4, 19357 Dambeck	284649	5904186	33
IO26	Siedlung 3, 19357 Dambeck	284659	5904172	34
IO27	Siedlung 2, 19357 Dambeck	284673	5904148	34
IO28	Siedlung 1, 19357 Dambeck	284687	5904125	34

Tabelle 6.1: Immissionsorte

7 Rechenergebnisse und Beurteilungen

In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Analysen sowohl für die Vorbelastung als auch Zusatz- und Gesamtbelastung der im Einwirkungsbereich befindlichen Immissionsorte dargestellt. Überschreitungen der Grenzwerte sind **fett** gekennzeichnet.

Im Anhang befinden sich die Ausdrücke der Berechnung der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung. Die Angabe zu der meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungsdauer ist für die Genehmigung eines Vorhabens nicht relevant, kann jedoch Betreibern, Betroffenen und Behörden einen Eindruck über die zu erwartende tatsächliche Schattenwurfbelastung an den Immissionsorten geben.

Hierzu wurden die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit der Wetterstation Heiligendamm [7] und eine Windverteilung aus [8] herangezogen.

7.1 Zusatzbelastung

Die nachfolgende Tabelle 7.1 zeigt die Zusatzbelastung an den Immissionsorten. Da die Zusatzbelastung sowohl in Variante 1 als auch in Variante 2 identisch ist, sind die Schattenimmissionen der Zusatzbelastung nach Tabelle 7.1 sowohl im Gesamtergebnis der Variante 1 als auch der Variante 2 berücksichtigt.

Zusatzbelastung					
Nr.	Immissionspunkte	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer
		Gesamtdauer in Std/ Jahr	Anzahl der Tage mit Schatten pro Jahr	Max. Schattendauer, in Std/ Tag	Std. / Jahr
IO1	Platschower Str. 2, 19372 Brunow	10:00	36	0:21	0:57
IO2	Platschower Str. 1, 19372 Brunow	3:44	22	0:13	0:20
IO3	Friedhofstr. 2, 19372 Brunow	0:00	0	0:00	0:00
IO4	Friedhofstr. 4, 19372 Brunow	5:20	26	0:15	0:29
IO5	Friedhofstr. 6, 19372 Brunow	7:45	34	0:17	0:44
IO6	Friedhofstr. 5, 19372 Brunow	2:31	18	0:10	0:13
IO7	Friedhofstr. 3, 19372 Brunow	0:00	0	0:00	0:00
IO8	Dorfstr. 65, 19357 Dambeck	0:00	0	0:00	0:00
IO9	Siedlung 19, 19357 Dambeck	8:04	33	0:20	2:42
IO10	Siedlung 18, 19357 Dambeck	7:41	31	0:19	2:32
IO11	Siedlung 17, 19357 Dambeck	7:08	30	0:19	2:16
IO12	Siedlung 16, 19357 Dambeck	6:53	30	0:19	2:09
IO13	Siedlung 15, 19357 Dambeck	6:42	28	0:19	2:04
IO14	Siedlung 14, 19357 Dambeck	6:36	28	0:19	2:00
IO15	Siedlung 13, 19357 Dambeck	6:22	27	0:19	1:55
IO16	Siedlung 12, 19357 Dambeck	6:21	28	0:19	1:53
IO17	Siedlung 11, 19357 Dambeck	5:31	24	0:18	1:37
IO18	Siedlung 10, 19357 Dambeck	5:20	25	0:18	1:34
IO19	Siedlung 9, 19357 Dambeck	0:00	0	0:00	0:00
IO20	Siedlung 8, 19357 Dambeck	0:00	0	0:00	0:00
IO21	Siedlung 7, 19357 Dambeck	5:28	26	0:18	1:37
IO22	Siedlung 6, 19357 Dambeck	5:39	26	0:18	1:40
IO23	Siedlung 5, 19357 Dambeck	6:06	28	0:18	1:49
IO24	Siedlung 4a, 19357 Dambeck	6:23	28	0:19	1:57
IO25	Siedlung 4, 19357 Dambeck	6:27	29	0:19	1:59
IO26	Siedlung 3, 19357 Dambeck	6:41	29	0:19	2:05
IO27	Siedlung 2, 19357 Dambeck	6:46	29	0:19	2:09
IO28	Siedlung 1, 19357 Dambeck	7:00	30	0:19	2:16

Tabelle 7.1: Analyseergebnisse Zusatzbelastung für Variante 1 und Variante 2

7.2 Variante 1

7.2.1 Vorbelastung

Vorbelastung					
Nr.	Immissionspunkte	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer
		Gesamtdauer in Std/ Jahr	Anzahl der Tage mit Schatten pro Jahr	Max. Schattendauer, in Std/ Tag	Std. / Jahr
IO1	Platschower Str. 2, 19372 Brunow	10:54	70	0:15	1:07
IO2	Platschower Str. 1, 19372 Brunow	9:14	54	0:15	0:52
IO3	Friedhofstr. 2, 19372 Brunow	2:59	35	0:08	0:16
IO4	Friedhofstr. 4, 19372 Brunow	7:20	54	0:12	0:42
IO5	Friedhofstr. 6, 19372 Brunow	4:48	45	0:12	0:30
IO6	Friedhofstr. 5, 19372 Brunow	6:56	46	0:13	0:38
IO7	Friedhofstr. 3, 19372 Brunow	2:02	31	0:06	0:11
IO8	Dorfstr. 65, 19357 Dambeck	0:38	16	0:04	0:11
IO9	Siedlung 19, 19357 Dambeck	1:31	31	0:06	0:27
IO10	Siedlung 18, 19357 Dambeck	1:27	30	0:06	0:26
IO11	Siedlung 17, 19357 Dambeck	1:20	28	0:06	0:24
IO12	Siedlung 16, 19357 Dambeck	1:12	27	0:06	0:22
IO13	Siedlung 15, 19357 Dambeck	1:10	26	0:05	0:21
IO14	Siedlung 14, 19357 Dambeck	1:12	25	0:06	0:21
IO15	Siedlung 13, 19357 Dambeck	1:10	24	0:06	0:20
IO16	Siedlung 12, 19357 Dambeck	1:12	25	0:06	0:21
IO17	Siedlung 11, 19357 Dambeck	0:47	19	0:05	0:13
IO18	Siedlung 10, 19357 Dambeck	0:44	22	0:05	0:12
IO19	Siedlung 9, 19357 Dambeck	0:37	18	0:04	0:10
IO20	Siedlung 8, 19357 Dambeck	0:35	16	0:04	0:09
IO21	Siedlung 7, 19357 Dambeck	0:43	20	0:05	0:12
IO22	Siedlung 6, 19357 Dambeck	0:51	20	0:05	0:14
IO23	Siedlung 5, 19357 Dambeck	0:54	22	0:05	0:16
IO24	Siedlung 4a, 19357 Dambeck	1:00	24	0:05	0:18
IO25	Siedlung 4, 19357 Dambeck	1:01	22	0:05	0:18
IO26	Siedlung 3, 19357 Dambeck	1:07	24	0:06	0:20
IO27	Siedlung 2, 19357 Dambeck	1:08	24	0:05	0:20
IO28	Siedlung 1, 19357 Dambeck	1:13	27	0:06	0:22

Tabelle 7.2: Analyseergebnisse Vorbelastung (Variante 1)

7.2.2 Gesamtbelastung

Gesamtbelastung					
Nr.	Immissionspunkte	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer
		Gesamtdauer in Std/ Jahr	Anzahl der Tage mit Schatten pro Jahr	Max. Schattendauer, in Std/ Tag	Std. / Jahr
IO1	Platschower Str. 2, 19372 Brunow	20:54	70	0:28	2:01
IO2	Platschower Str. 1, 19372 Brunow	12:58	54	0:28	1:11
IO3	Friedhofstr. 2, 19372 Brunow	2:59	35	0:08	0:16
IO4	Friedhofstr. 4, 19372 Brunow	12:40	54	0:22	1:10
IO5	Friedhofstr. 6, 19372 Brunow	12:33	59	0:18	1:11
IO6	Friedhofstr. 5, 19372 Brunow	9:27	46	0:22	0:51
IO7	Friedhofstr. 3, 19372 Brunow	2:02	31	0:06	0:11
IO8	Dorfstr. 65, 19357 Dambeck	0:38	16	0:04	0:11
IO9	Siedlung 19, 19357 Dambeck	9:30	48	0:21	2:59
IO10	Siedlung 18, 19357 Dambeck	9:01	47	0:21	2:48
IO11	Siedlung 17, 19357 Dambeck	8:15	45	0:20	2:29
IO12	Siedlung 16, 19357 Dambeck	7:50	44	0:19	2:20
IO13	Siedlung 15, 19357 Dambeck	7:37	43	0:19	2:14
IO14	Siedlung 14, 19357 Dambeck	7:33	41	0:19	2:11
IO15	Siedlung 13, 19357 Dambeck	7:17	40	0:19	2:05
IO16	Siedlung 12, 19357 Dambeck	7:14	40	0:19	2:02
IO17	Siedlung 11, 19357 Dambeck	6:08	35	0:18	1:42
IO18	Siedlung 10, 19357 Dambeck	5:52	36	0:18	1:38
IO19	Siedlung 9, 19357 Dambeck	0:37	18	0:04	0:10
IO20	Siedlung 8, 19357 Dambeck	0:35	16	0:04	0:09
IO21	Siedlung 7, 19357 Dambeck	5:57	37	0:18	1:39
IO22	Siedlung 6, 19357 Dambeck	6:14	35	0:18	1:44
IO23	Siedlung 5, 19357 Dambeck	6:46	39	0:18	1:55
IO24	Siedlung 4a, 19357 Dambeck	7:12	41	0:19	2:05
IO25	Siedlung 4, 19357 Dambeck	7:15	40	0:19	2:08
IO26	Siedlung 3, 19357 Dambeck	7:34	41	0:19	2:15
IO27	Siedlung 2, 19357 Dambeck	7:46	42	0:19	2:21
IO28	Siedlung 1, 19357 Dambeck	8:03	44	0:19	2:28

Tabelle 7.3: Analyseergebnisse Gesamtbelastung (Variante 1)

Der Grenzwert für die astronomisch maximal mögliche Schattendauerdauer von 30 Stunden pro Jahr und/oder 30 Minuten pro Tag der Gesamtbelastung wird an **keinem** Immissionsort überschritten.

Die meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer in Stunden / Jahr wird an **keinem** Immissionsort überschritten.

7.3 Variante 2

7.3.1 Vorbelastung

Vorbelastung					
Nr.	Immissionspunkte	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer
		Gesamtdauer in Std/ Jahr	Anzahl der Tage mit Schatten pro Jahr	Max. Schattendauer, in Std/ Tag	Std. / Jahr
IO1	Platschower Str. 2, 19372 Brunow	40:26	70	0:45	3:34
IO2	Platschower Str. 1, 19372 Brunow	29:44	58	0:43	2:29
IO3	Friedhofstr. 2, 19372 Brunow	15:27	44	0:31	1:12
IO4	Friedhofstr. 4, 19372 Brunow	15:12	54	0:27	1:16
IO5	Friedhofstr. 6, 19372 Brunow	7:31	59	0:12	0:41
IO6	Friedhofstr. 5, 19372 Brunow	10:53	46	0:26	0:55
IO7	Friedhofstr. 3, 19372 Brunow	10:33	44	0:26	0:49
IO8	Dorfstr. 65, 19357 Dambeck	0:38	16	0:04	0:11
IO9	Siedlung 19, 19357 Dambeck	1:31	31	0:06	0:27
IO10	Siedlung 18, 19357 Dambeck	1:27	30	0:06	0:26
IO11	Siedlung 17, 19357 Dambeck	1:20	28	0:06	0:24
IO12	Siedlung 16, 19357 Dambeck	1:12	27	0:06	0:22
IO13	Siedlung 15, 19357 Dambeck	1:10	26	0:05	0:21
IO14	Siedlung 14, 19357 Dambeck	1:12	25	0:06	0:21
IO15	Siedlung 13, 19357 Dambeck	1:10	24	0:06	0:20
IO16	Siedlung 12, 19357 Dambeck	1:12	25	0:06	0:21
IO17	Siedlung 11, 19357 Dambeck	0:47	19	0:05	0:13
IO18	Siedlung 10, 19357 Dambeck	0:44	22	0:05	0:12
IO19	Siedlung 9, 19357 Dambeck	0:37	18	0:04	0:10
IO20	Siedlung 8, 19357 Dambeck	0:35	16	0:04	0:09
IO21	Siedlung 7, 19357 Dambeck	0:43	20	0:05	0:12
IO22	Siedlung 6, 19357 Dambeck	0:51	20	0:05	0:14
IO23	Siedlung 5, 19357 Dambeck	0:54	22	0:05	0:16
IO24	Siedlung 4a, 19357 Dambeck	1:00	24	0:05	0:18
IO25	Siedlung 4, 19357 Dambeck	1:01	22	0:05	0:18
IO26	Siedlung 3, 19357 Dambeck	1:07	24	0:06	0:20
IO27	Siedlung 2, 19357 Dambeck	1:08	24	0:05	0:20
IO28	Siedlung 1, 19357 Dambeck	1:13	27	0:06	0:22

Tabelle 7.4: Analyseergebnisse Vorbelastung (Variante 2)

7.3.2 Gesamtbelastung

Gesamtbelastung					
Nr.	Immissionspunkte	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer
		Gesamtdauer in Std/ Jahr	Anzahl der Tage mit Schatten pro Jahr	Max. Schattendauer, in Std/ Tag	Std. / Jahr
IO1	Platschower Str. 2, 19372 Brunow	<u>50:26</u>	70	<u>0:57</u>	4:29
IO2	Platschower Str. 1, 19372 Brunow	<u>33:28</u>	58	<u>0:56</u>	2:48
IO3	Friedhofstr. 2, 19372 Brunow	15:27	44	<u>0:31</u>	1:12
IO4	Friedhofstr. 4, 19372 Brunow	20:32	54	<u>0:42</u>	1:44
IO5	Friedhofstr. 6, 19372 Brunow	15:16	59	0:29	1:23
IO6	Friedhofstr. 5, 19372 Brunow	13:24	46	<u>0:36</u>	1:08
IO7	Friedhofstr. 3, 19372 Brunow	10:33	44	0:26	0:49
IO8	Dorfstr. 65, 19357 Dambeck	0:38	16	0:04	0:11
IO9	Siedlung 19, 19357 Dambeck	9:30	48	0:21	2:59
IO10	Siedlung 18, 19357 Dambeck	9:01	47	0:21	2:48
IO11	Siedlung 17, 19357 Dambeck	8:15	45	0:20	2:30
IO12	Siedlung 16, 19357 Dambeck	7:50	44	0:19	2:20
IO13	Siedlung 15, 19357 Dambeck	7:37	43	0:19	2:14
IO14	Siedlung 14, 19357 Dambeck	7:33	41	0:19	2:11
IO15	Siedlung 13, 19357 Dambeck	7:17	40	0:19	2:05
IO16	Siedlung 12, 19357 Dambeck	7:14	40	0:19	2:03
IO17	Siedlung 11, 19357 Dambeck	6:08	35	0:18	1:43
IO18	Siedlung 10, 19357 Dambeck	5:52	36	0:18	1:38
IO19	Siedlung 9, 19357 Dambeck	0:37	18	0:04	0:10
IO20	Siedlung 8, 19357 Dambeck	0:35	16	0:04	0:09
IO21	Siedlung 7, 19357 Dambeck	5:57	37	0:18	1:40
IO22	Siedlung 6, 19357 Dambeck	6:14	35	0:18	1:44
IO23	Siedlung 5, 19357 Dambeck	6:46	39	0:18	1:56
IO24	Siedlung 4a, 19357 Dambeck	7:12	41	0:19	2:06
IO25	Siedlung 4, 19357 Dambeck	7:15	40	0:19	2:08
IO26	Siedlung 3, 19357 Dambeck	7:34	41	0:19	2:15
IO27	Siedlung 2, 19357 Dambeck	7:46	42	0:19	2:21
IO28	Siedlung 1, 19357 Dambeck	8:03	44	0:19	2:28

Tabelle 7.5: Analyseergebnisse Gesamtbelastung (Variante 2)

Der Grenzwert für die astronomisch maximal mögliche Schattenwurfdauer von 30 Stunden pro Jahr und/oder 30 Minuten pro Tag der Gesamtbelastung wird an den Immissionsorten **IO1 bis IO4 und IO6** überschritten.

Die meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer in Stunden / Jahr wird an **keinem** Immissionsort überschritten.

8 Zusammenfassung

Für das Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG [2] ist der Nachweis der Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte für die Schattenwurfimmissionen zu führen. Gemäß den Hinweisen zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen des Länderausschusses für Immissionsschutz [1] darf eine Belastung von 30 Stunden im Jahr oder 30 Minuten pro Tag nicht überschritten werden.

8.1 Zusammenfassung Variante 1

Die durchgeführten Berechnungen kommen zu dem Ergebnis, dass bei der Gesamtbelastung der Grenzwert für die astronomisch maximal mögliche Schattenwurfdauer von 30 Stunden pro Jahr und/oder 30 Minuten pro Tag an **keinem** Immissionsort überschritten wird.

Die Immissionsorte **IO3, IO7, IO8, IO19 und IO20** liegen außerhalb des Einwirkungsbereichs der geplanten Anlagen und erfahren keinen zusätzlichen Schattenwurf.

Die Genehmigung kann somit ohne die Auflage des Einsatzes eines Schattenwurfabschaltmoduls erteilt werden.

8.2 Zusammenfassung Variante 2

Die durchgeführten Berechnungen kommen zu dem Ergebnis, dass bei der Gesamtbelastung der Grenzwert für die astronomisch maximal mögliche Schattenwurfdauer von 30 Stunden pro Jahr und/oder 30 Minuten pro Tag an den **IO1 bis IO4 und IO6** überschritten wird.

Auf Grund der bereits durch die Vorbelastung ausgeschöpften Grenzwerte an den Immissionsorten **IO1 bis IO3** dürfen die geplanten Anlagen an diesen Immissionsorten keinen weiteren Schattenwurf verursachen.

Die Immissionsorte **IO3, IO7, IO8, IO19 und IO20** liegen außerhalb des Einwirkungsbereichs der geplanten Anlagen und erfahren keinen zusätzlichen Schattenwurf.

An den Immissionsorten **IO1, IO2, IO4 und IO6** muss die Rotorschattenwurfdauer durch den Einsatz eines Schattenwurfabschaltmoduls entsprechend der vorgenannten Empfehlungen begrenzt werden. Dieses Modul schaltet die WEA ab, wenn an den relevanten Immissionsorten die vorgegebenen Grenzwerte erreicht sind. Da der Grenzwert von 30 Stunden pro Kalenderjahr auf Grundlage der astronomisch möglichen Beschattung entwickelt wurde, ist für die Schattenwurfabschaltautomatik der Wert für die tatsächliche, meteorologische Schattendauer von 8 Stunden pro Kalenderjahr zu berücksichtigen. Ferner ist der Tatsache Rechnung zu tragen, dass sich die Zeitpunkte für den Schattenwurf jedes Jahr leicht verschieben. Hier muss die Abschaltung auf dem realen Sonnenstand basieren.

Die Genehmigung sollte mit der Auflage eines Einsatzes eines Schattenwurfabschaltmoduls erteilt werden.

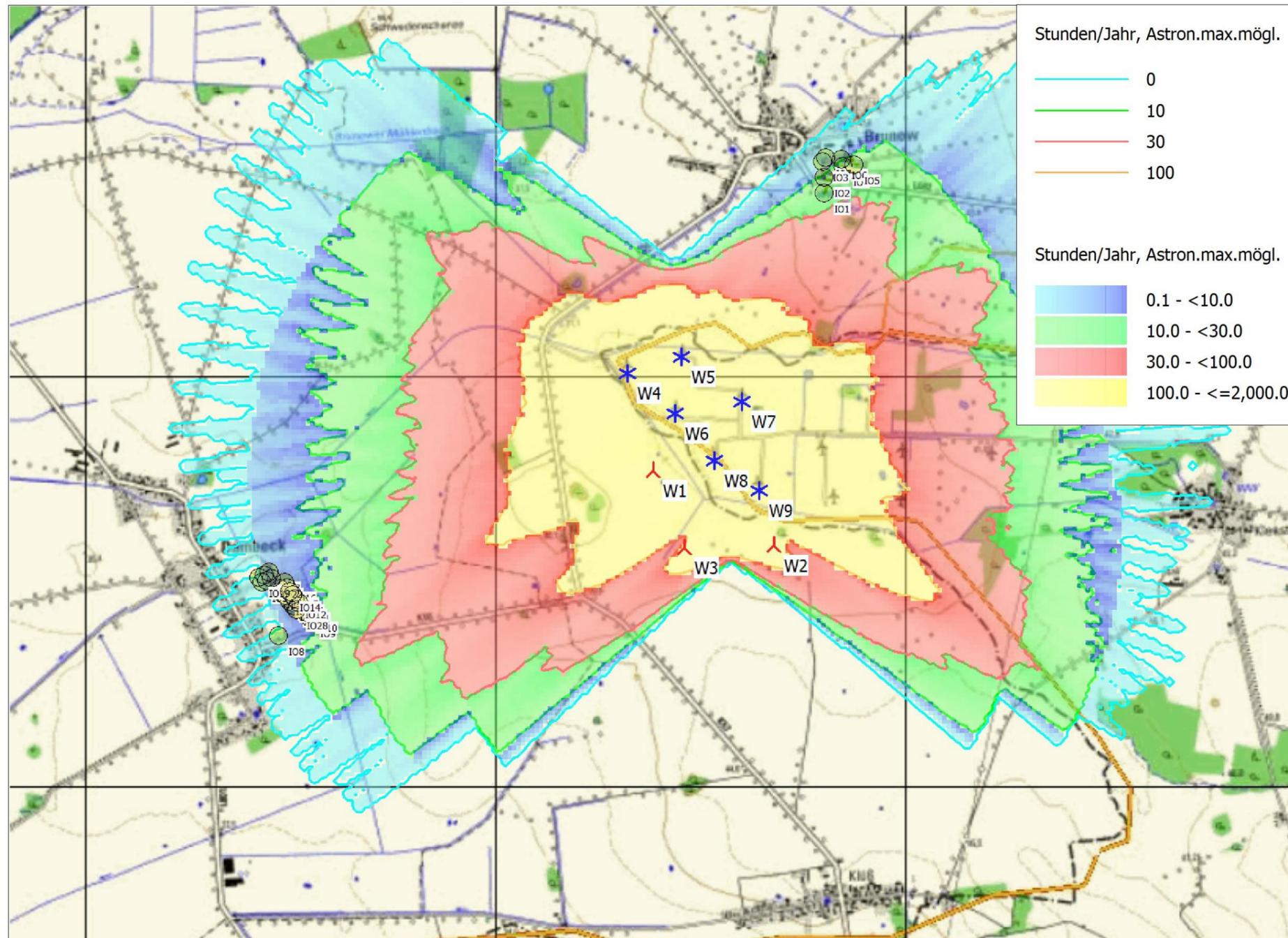
9 Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

Abb.	Abbildung
Astron.	Astronomisch
Bez.	Bezeichnung
GK	Gauß – Krüger
GPS	Global Positioning System
Hz	Hertz
IO	Immissionsort
Max.	Maximal
Met.	Meteorologisch
NN	Normalnull
Nr.	Nummer
Std.	Stunden
UTM	Universal Transverse Mercator
WEA	Windenergieanlage

10 Literaturverzeichnis

- [1] *LAI, Länderausschuss für Immissionsschutz, Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen, Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurfhinweise), Stand 23.01.2020*
- [2] *BImSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz*
- [3] *MagicMaps Tour Explorer, TOP25 Karten*
- [4] *BS Windertrag GmbH; Standortkoordinaten.xlsx; per E-Mail mit dem Betreff: „AW: Angebotsanfrage für Gutachten von drei WEA im WP Brunow“ am 05.05.2020*
- [5] *Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie MV, Anfrage_2020-06-05_Brunow-Klüß_Emissionen.docx und Anfrage_2020-06-05_Brunow-Klüß_Geometrie.docx; übermittelt per E-Mail mit dem Betreff: „AW: Vorbelastungsanlagen auf Brandenburger Seite für Brunow“ am 15.06.2020*
- [6] *© GeoBasis-DE/M-V 2020 Geodaten der Vermessungs- und Geoinformationsbehörden in Mecklenburg-Vorpommern, Digitales Geländemodell DGM25 übermittelt durch den Fachbereich Geodatenbereitstellung, Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern, 02.06.2020*
- [7] *Sonnenwahrscheinlichkeit Wetterstation Heiligendamm, WindPRO-Datenbank WRDC - http://wrdcngo.nrel.gov/html/get_data-ap.html*
- [8] *BS Windertrag GmbH; Ertragsprognose.pdf; per E-Mail mit dem Betreff: „AW: Angebotsanfrage für Gutachten von drei WEA im WP Brunow“ am 05.05.2020*
- [8.1] *BS Windertrag GmbH; E-Mail mit dem Betreff: „AW: Vorprüfung Revision Schallgutachten I17-SCH-2020-046“ vom 13. Januar 2021*

Anhang 1 / Übersichtskarte der Gesamtbelastung mit Iso-Schattenlinien (Gesamtdarstellung - Variante 1)



Projekt:
2005_Brunow

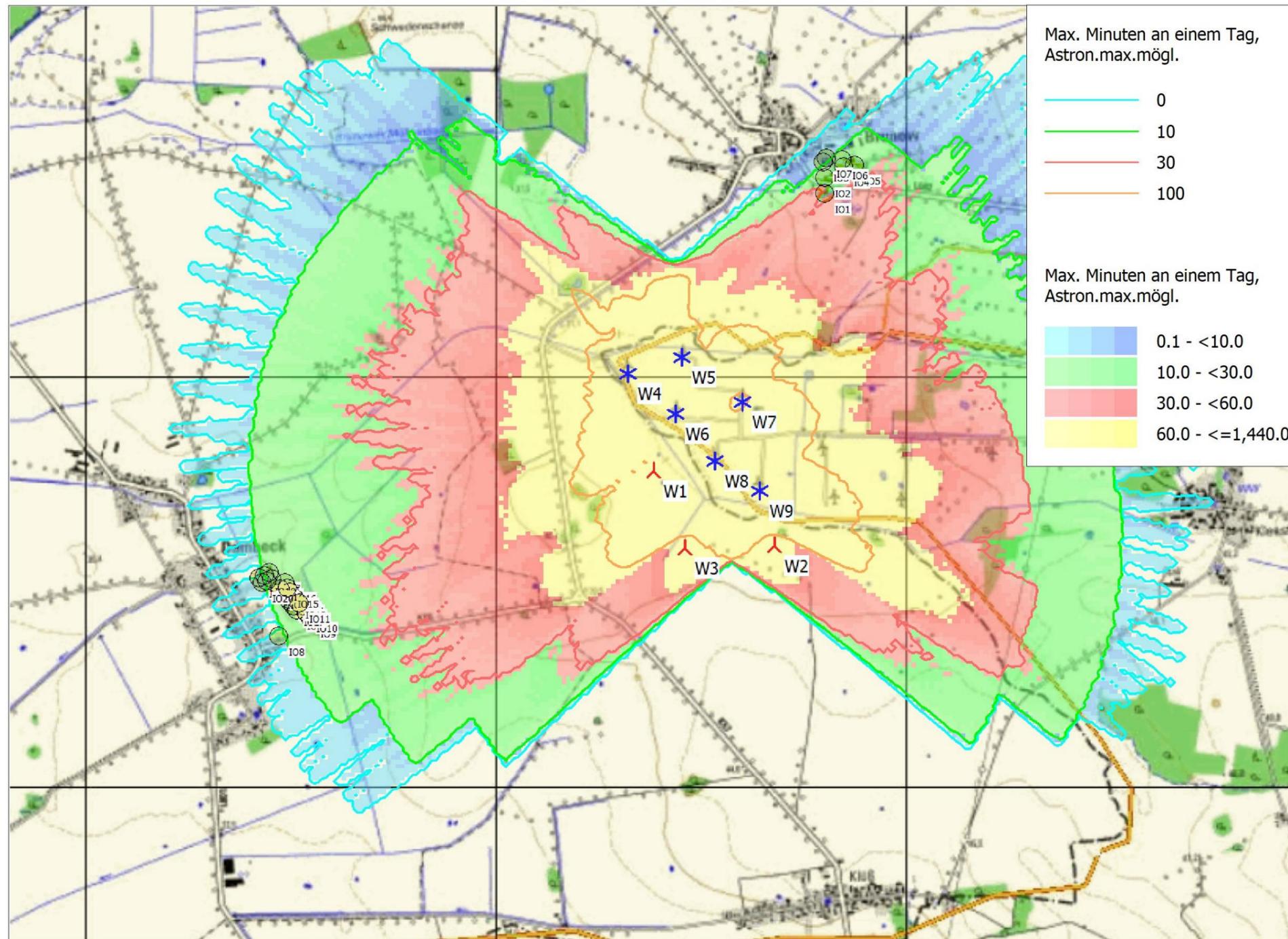
SHADOW - Karte
Berechnung:
GB Variante 1

▲ Neue WEA
 ★ Existierende WEA
 ▲ Schattenrezeptor
 Karte: Übersicht, Maßstab 1:30,000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 286,476 Nord: 5,904,656
 Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: 2005_Brunow_EMDGrid_0.wpg (1)

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt

Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 10:52/3.4.415

Projekt:
2005_Brunow



SHADOW - Karte
Berechnung:
GB Variante 1

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt

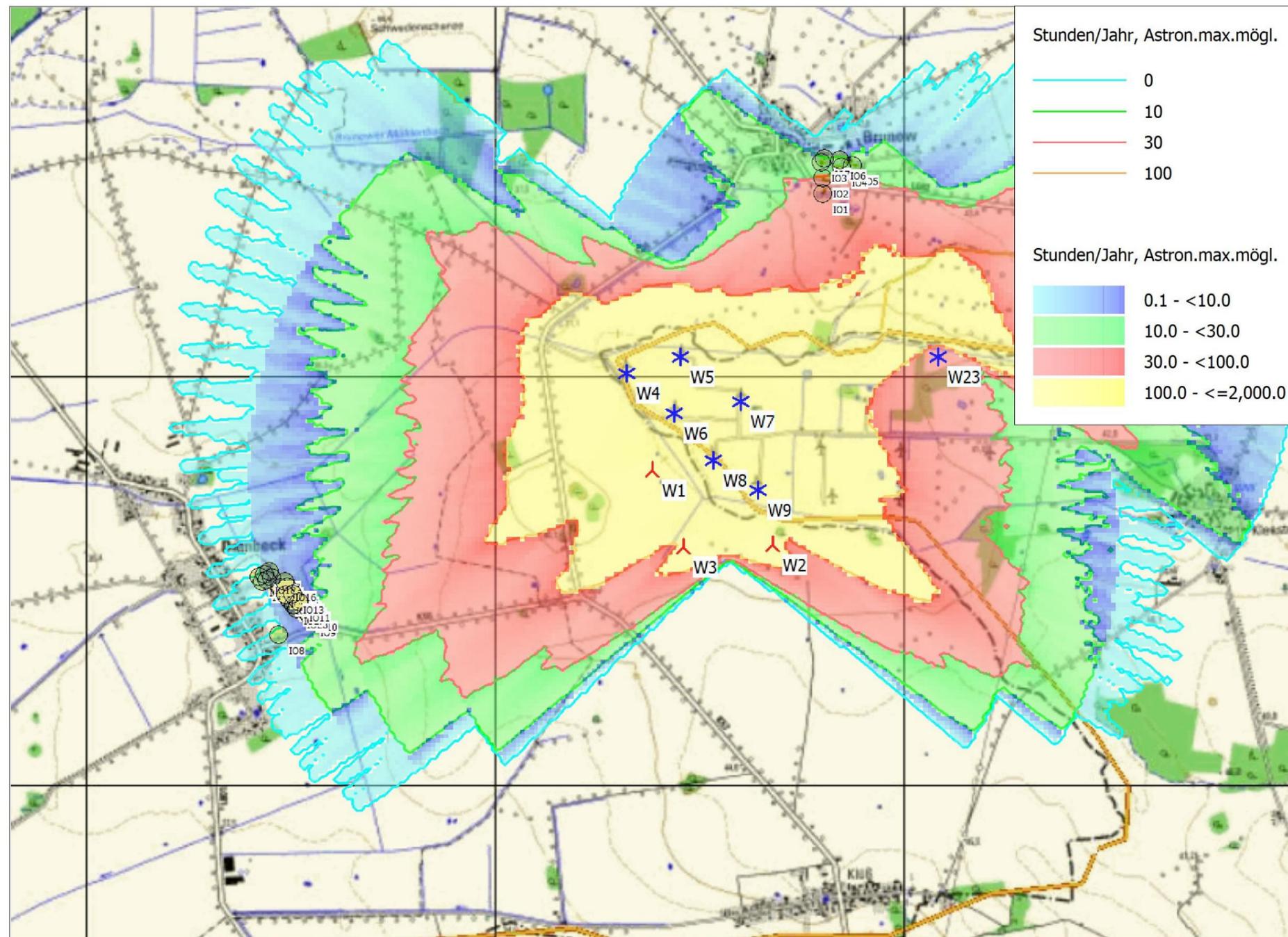
Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 10:52/3.4.415

09.02.2021 13:45 / 1



0 500 1000 1500 2000 m
Karte: Übersicht , Maßstab 1:30,000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 286,476 Nord: 5,904,656
 * Neue WEA * Existierende WEA * Schattenrezeptor
 Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: 2005_Brunow_EMDGrid_0.wpg (1)

Anhang 2 / Übersichtskarte der Gesamtbelastung mit Iso-Schattenlinien (Gesamtdarstellung - Variante 2)



Projekt:
2005_Brunow

SHADOW - Karte
Berechnung:
GB Variante 2

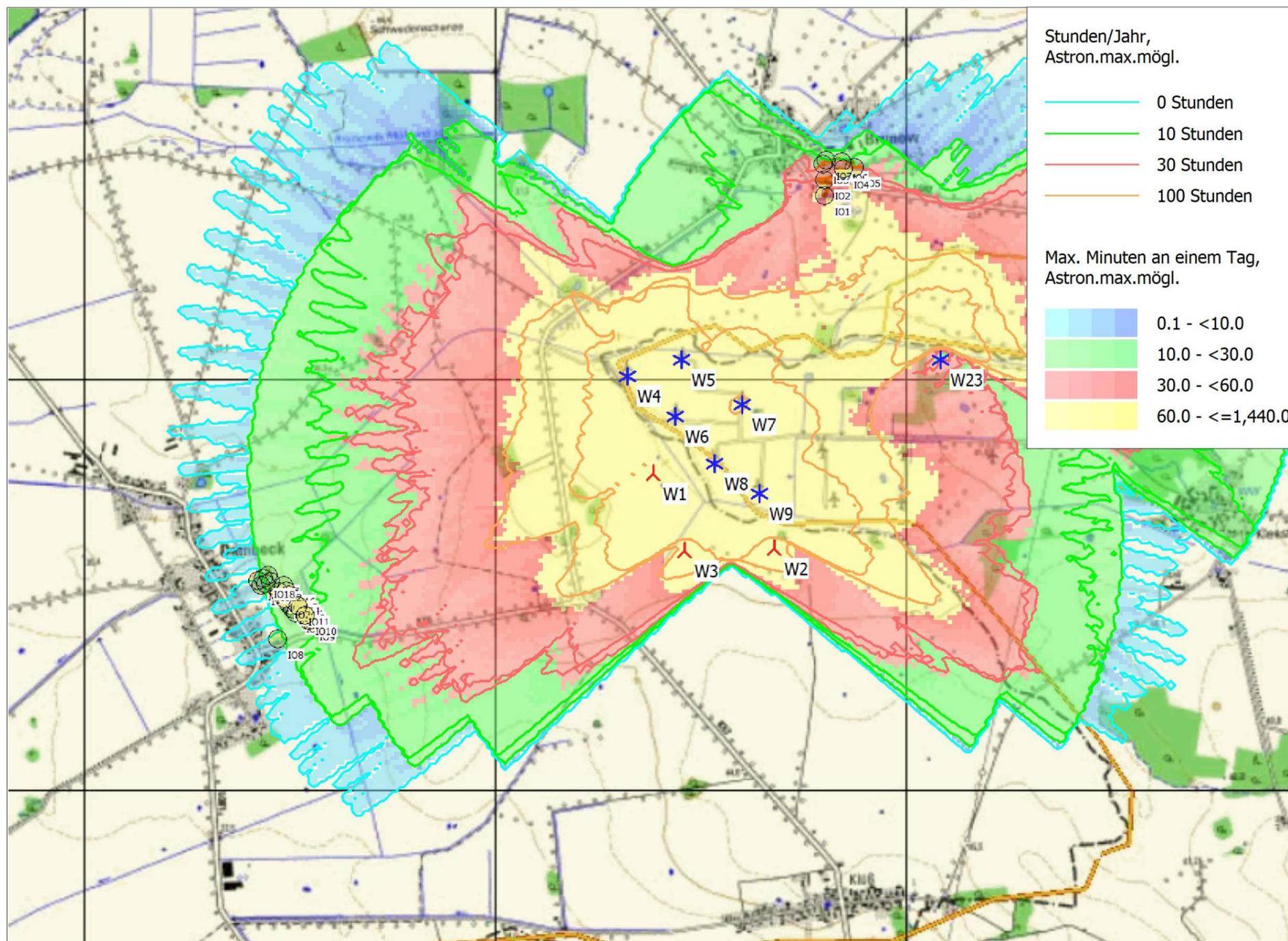
Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt

Thore Beek / thore.beek@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 11:18/3.4.415

0 500 1000 1500 2000 m
Karte: Übersicht, Maßstab 1:30,000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 286,476 Nord: 5,904,656
 * Neue WEA * Existierende WEA * Schattenrezeptor
 Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: 2005_Brunow_EMDGrid_0.wpg (1)

Projekt:

2005_Brunow



Stunden/Jahr,
Astron.max.mögl.

- 0 Stunden
- 10 Stunden
- 30 Stunden
- 100 Stunden

Max. Minuten an einem Tag,
Astron.max.mögl.

- 0.1 - <10.0
- 10.0 - <30.0
- 30.0 - <60.0
- 60.0 - <=1,440.0

SHADOW - Karte
Berechnung:
GB Variante 2

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt

Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 11:18/3.4.415

0 500 1000 1500 2000 m
Karte: Übersicht, Maßstab 1:30,000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 286,476 Nord: 5,904,656
Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: 2005_Brunow_EMDGrid_0.wpg (1)

▲ Neue WEA * Existierende WEA ● Schattenrezeptor

Anhang 3 / Berechnungsergebnisse der Vorbelastung / Hauptergebnis (Variante 1)

Projekt:
2005_Brunow

Lizenziertes Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt
-
Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 10:44/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Variante 1

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

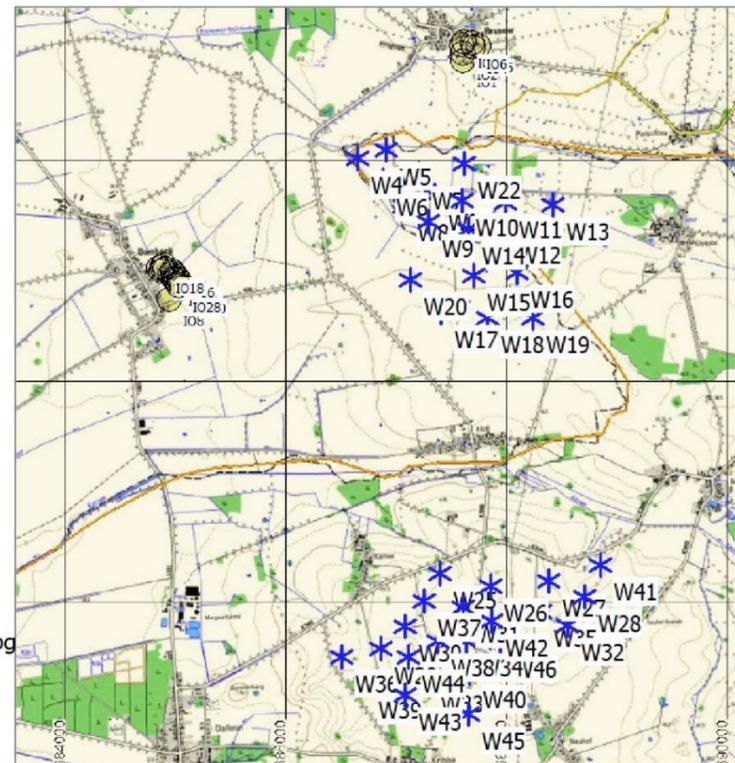
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HEILIGENDAMM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1.39 2.32 3.70 5.75 8.12 7.70 7.33 7.20 5.12 3.48 1.79 1.03

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: WAsP (14)

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
345 315 418 614 609 579 704 1,056 1,353 1,138 530 398 8,059
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

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: 2005_Brunow_EMDGrid_0.wpg
Hindernisse in Berechnung verwendet
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1.5 m
Rasterauflösung: 1.0 m

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



Maßstab 1:75,000
* Existierende WEA Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
	[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
1	286,389	5,905,140	34.9	W4	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52.0	76.0	2,500	22.4
2	286,662	5,905,199	35.1	W5	Nein	NEG MICON	NM64C/1500-1,500/400	1,500	64.0	83.0	2,042	17.3
3	286,608	5,904,927	36.0	W6	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
4	286,937	5,904,956	35.4	W7	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
5	286,780	5,904,680	35.7	W8	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
6	286,983	5,904,517	36.5	W9	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
7	287,301	5,904,680	36.8	W10	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
8	287,692	5,904,633	38.7	W11	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
9	287,663	5,904,397	37.3	W12	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
10	288,126	5,904,575	38.4	W13	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
11	287,342	5,904,423	37.0	W14	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
12	287,352	5,903,994	36.2	W15	Ja	VESTAS	V150-4.2MW-4,200	4,200	150.0	168.0	1,897	10.4
13	287,745	5,903,993	38.0	W16	Ja	VESTAS	V136-3.6MW-3,600	3,600	136.0	168.0	1,811	11.7
14	287,032	5,903,685	40.6	W17	Ja	VESTAS	V150-4.2MW-4,200	4,200	150.0	168.0	1,897	10.4
15	287,441	5,903,599	40.0	W18	Ja	VESTAS	V150-4.2MW-4,200	4,200	150.0	168.0	1,897	10.4
16	287,857	5,903,573	41.2	W19	Ja	VESTAS	V150-4.2MW-4,200	4,200	150.0	168.0	1,897	10.4
17	286,782	5,904,008	40.0	W20	Ja	VESTAS	V150-4.2MW-4,200	4,200	150.0	168.0	1,897	10.4
18	287,066	5,904,746	37.9	W21	Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0
19	287,353	5,905,013	37.9	W22	Ja	VESTAS	V136-4.2-4,200	4,200	136.0	149.0	1,813	10.8
20	286,820	5,901,331	46.4	W25	Nein	ENERCON	E-70 E4-2,000	2,000	71.0	113.5	1,642	20.0
21	287,267	5,901,175	45.0	W26	Nein	ENERCON	E-70 E4-2,000	2,000	71.0	113.5	1,642	20.0
22	287,802	5,901,178	47.2	W27	Nein	ENERCON	E-70 E4-2,000	2,000	71.0	113.5	1,642	20.0
23	288,112	5,901,010	49.0	W28	Nein	ENERCON	E-70 E4-2,000	2,000	71.0	113.5	1,642	20.0
24	286,227	5,900,694	51.0	W29	Nein	ENERCON	E-70 E4-2,000	2,000	71.0	113.5	1,642	20.0
25	286,466	5,900,879	49.7	W30	Ja	REpower	MD 77-1,500	1,500	77.0	100.0	1,417	17.3
26	287,011	5,901,010	45.8	W31	Ja	REpower	MD 77-1,500	1,500	77.0	100.0	1,417	17.3
27	287,937	5,900,770	47.2	W32	Ja	REpower	MD 77-1,500	1,500	77.0	100.0	1,417	17.3
28	286,625	5,900,405	54.0	W33	Nein	REpower	MD 70-1,500	1,500	70.0	65.0	1,453	19.0
29	287,011	5,900,699	46.4	W34	Nein	REpower	MD 70-1,500	1,500	70.0	65.0	1,453	19.0
30	287,699	5,900,911	49.0	W35	Nein	REpower	MD 70-1,500	1,500	70.0	65.0	1,453	19.0
31	285,870	5,900,655	45.2	W36	Nein	NEG MICON	NM48/750-750/200	750	48.2	70.0	1,531	22.0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2005_Brunow

Lizenziertes Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt
-
Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 10:44/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Variante 1

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
				[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
32	286,660	5,901,090	46.3	W37	Nein	NEG MICON	NM48/750-750/200	750	48.2	70.0	1,531	22.0
33	286,755	5,900,725	46.3	W38	Nein	NEG MICON	NM48/750-750/200	750	48.2	70.0	1,531	22.0
34	286,060	5,900,393	50.0	W39	Nein	REpower	MM 92-2,050	2,050	92.5	100.0	1,625	15.0
35	287,009	5,900,412	51.0	W40	Nein	REpower	MM 92-2,050	2,050	92.5	100.0	1,625	15.0
36	288,274	5,901,285	47.5	W41	Nein	REpower	MM 92-2,050	2,050	92.5	100.0	1,625	15.0
37	287,252	5,900,866	48.5	W42	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	113.5	1,642	20.0
38	286,413	5,900,257	50.9	W43	Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	108.4	1,601	18.0
39	286,474	5,900,600	53.3	W44	Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	108.4	1,601	18.0
40	286,973	5,900,040	53.0	W45	Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	108.4	1,601	18.0
41	287,318	5,900,663	47.8	W46	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	113.5	1,642	20.0

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)	ü.Gr.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]	
A	IO1	287,421	5,905,936	40.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
B	IO2	287,429	5,906,010	42.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
C	IO3	287,426	5,906,087	41.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
D	IO4	287,524	5,906,057	42.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
E	IO5	287,578	5,906,060	42.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
F	IO6	287,520	5,906,091	42.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
G	IO7	287,445	5,906,107	41.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
H	IO8	284,588	5,904,008	33.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
I	IO9	284,748	5,904,085	33.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
J	IO10	284,732	5,904,112	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
K	IO11	284,701	5,904,160	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
L	IO12	284,685	5,904,181	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
M	IO13	284,674	5,904,201	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
N	IO14	284,661	5,904,219	33.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
O	IO15	284,650	5,904,238	32.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
P	IO16	284,640	5,904,266	32.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
Q	IO17	284,570	5,904,322	33.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
R	IO18	284,544	5,904,309	33.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
S	IO19	284,517	5,904,300	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
T	IO20	284,531	5,904,275	33.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
U	IO21	284,555	5,904,281	33.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
V	IO22	284,578	5,904,290	33.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
W	IO23	284,617	5,904,236	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
X	IO24	284,640	5,904,200	33.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
Y	IO25	284,649	5,904,186	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
Z	IO26	284,659	5,904,172	33.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
AA	IO27	284,673	5,904,148	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
AB	IO28	284,687	5,904,125	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	

Berechnungsergebnisse

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
A	IO1	10:54	70	0:15	1:07	
B	IO2	9:14	54	0:15	0:52	
C	IO3	2:59	35	0:08	0:16	
D	IO4	7:20	54	0:12	0:42	
E	IO5	4:48	45	0:12	0:30	
F	IO6	6:56	46	0:13	0:38	
G	IO7	2:02	31	0:06	0:11	
H	IO8	0:38	16	0:04	0:11	
I	IO9	1:31	31	0:06	0:27	
J	IO10	1:27	30	0:06	0:26	
K	IO11	1:20	28	0:06	0:24	

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2005_Brunow

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt
-
Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 10:44/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Variante 1

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
L	IO12	1:12	27	0:06	0:22
M	IO13	1:10	26	0:05	0:21
N	IO14	1:12	25	0:06	0:21
O	IO15	1:10	24	0:06	0:20
P	IO16	1:12	25	0:06	0:21
Q	IO17	0:47	19	0:05	0:13
R	IO18	0:44	22	0:05	0:12
S	IO19	0:37	18	0:04	0:10
T	IO20	0:35	16	0:04	0:09
U	IO21	0:43	20	0:05	0:12
V	IO22	0:51	20	0:05	0:14
W	IO23	0:54	22	0:05	0:16
X	IO24	1:00	24	0:05	0:18
Y	IO25	1:01	22	0:05	0:18
Z	IO26	1:07	24	0:06	0:20
AA	IO27	1:08	24	0:05	0:20
AB	IO28	1:13	27	0:06	0:22

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
1	W4	3:27	0:23
2	W5	17:42	1:43
3	W6	3:58	1:10
4	W7	0:53	0:16
5	W8	2:04	0:35
6	W9	1:04	0:17
7	W10	0:00	0:00
8	W11	0:00	0:00
9	W12	0:00	0:00
10	W13	0:00	0:00
11	W14	0:00	0:00
12	W15	0:00	0:00
13	W16	0:00	0:00
14	W17	0:00	0:00
15	W18	0:00	0:00
16	W19	0:00	0:00
17	W20	0:00	0:00
18	W21	0:00	0:00
19	W22	0:00	0:00
20	W25	0:00	0:00
21	W26	0:00	0:00
22	W27	0:00	0:00
23	W28	0:00	0:00
24	W29	0:00	0:00
25	W30	0:00	0:00
26	W31	0:00	0:00
27	W32	0:00	0:00
28	W33	0:00	0:00
29	W34	0:00	0:00
30	W35	0:00	0:00
31	W36	0:00	0:00
32	W37	0:00	0:00
33	W38	0:00	0:00
34	W39	0:00	0:00
35	W40	0:00	0:00
36	W41	0:00	0:00
37	W42	0:00	0:00
38	W43	0:00	0:00
39	W44	0:00	0:00
40	W45	0:00	0:00
41	W46	0:00	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.

Anhang 4 / Berechnungsergebnisse der Vorbelastung / Hauptergebnis (Variante 2)

Projekt:
2005_Brunow

Lizenziertes Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt
-
Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 11:09/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Variante 2

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

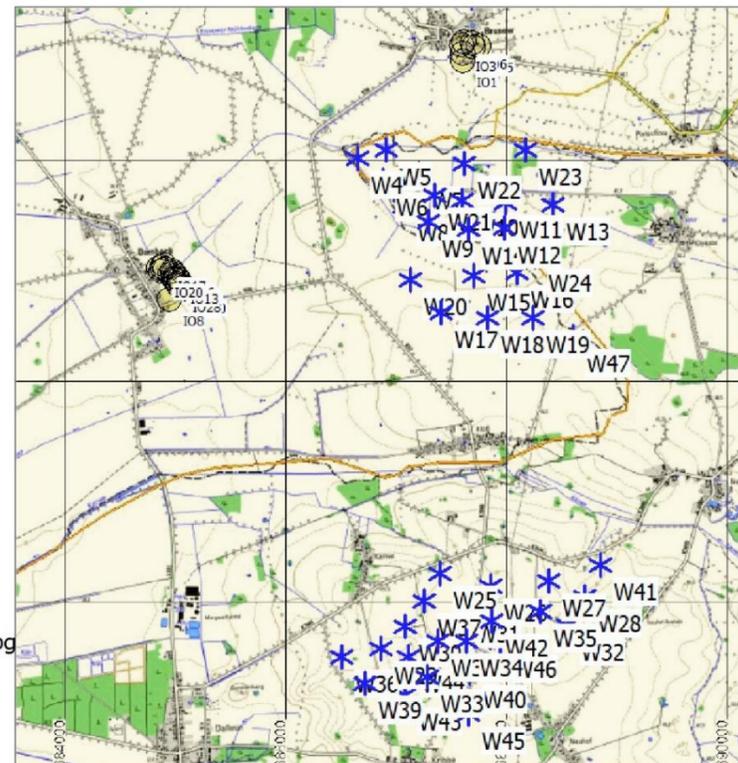
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HEILIGENDAMM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1.39 2.32 3.70 5.75 8.12 7.70 7.33 7.20 5.12 3.48 1.79 1.03

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: WAsP (14)

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
346 315 419 615 610 580 705 1,058 1,355 1,140 530 398 8,071
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

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: 2005_Brunow_EMDGrid_0.wpg
Hindernisse in Berechnung verwendet
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1.5 m
Rasterauflösung: 1.0 m

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



Maßstab 1:75,000
* Existierende WEA ● Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
	[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
1	286,389	5,905,140	34.9	W4	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52.0	76.0	2,500	22.4
2	286,662	5,905,199	35.1	W5	Nein	NEG MICON	NM64C/1500-1,500/400	1,500	64.0	83.0	2,042	17.3
3	286,608	5,904,927	36.0	W6	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
4	286,937	5,904,956	35.4	W7	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
5	286,780	5,904,680	35.7	W8	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
6	286,983	5,904,517	36.5	W9	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
7	287,301	5,904,680	36.8	W10	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
8	287,692	5,904,633	38.7	W11	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
9	287,663	5,904,397	37.3	W12	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
10	288,126	5,904,575	38.4	W13	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
11	287,342	5,904,423	37.0	W14	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
12	287,352	5,903,994	36.2	W15	Ja	VESTAS	V150-4.2MW-4,200	4,200	150.0	168.0	1,897	10.4
13	287,745	5,903,993	38.0	W16	Ja	VESTAS	V136-3.6MW-3,600	3,600	136.0	168.0	1,811	11.7
14	287,032	5,903,685	40.6	W17	Ja	VESTAS	V150-4.2MW-4,200	4,200	150.0	168.0	1,897	10.4
15	287,441	5,903,599	40.0	W18	Ja	VESTAS	V150-4.2MW-4,200	4,200	150.0	168.0	1,897	10.4
16	287,857	5,903,573	41.2	W19	Ja	VESTAS	V150-4.2MW-4,200	4,200	150.0	168.0	1,897	10.4
17	286,782	5,904,008	40.0	W20	Ja	VESTAS	V150-4.2MW-4,200	4,200	150.0	168.0	1,897	10.4
18	287,066	5,904,746	37.9	W21	Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0
19	287,353	5,905,013	37.9	W22	Ja	VESTAS	V136-4.2-4,200	4,200	136.0	149.0	1,813	10.8
20	287,917	5,905,095	38.1	W23	Ja	VESTAS	V117-3.3 GridStreame-3,300	3,300	117.0	143.0	1,732	13.1
21	287,922	5,904,116	38.6	W24	Ja	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3,300	3,300	126.0	139.0	1,718	12.8
22	286,820	5,901,331	46.4	W25	Nein	ENERCON	E-70 E4-2,000	2,000	71.0	113.5	1,642	20.0
23	287,267	5,901,175	45.0	W26	Nein	ENERCON	E-70 E4-2,000	2,000	71.0	113.5	1,642	20.0
24	287,802	5,901,178	47.2	W27	Nein	ENERCON	E-70 E4-2,000	2,000	71.0	113.5	1,642	20.0
25	288,112	5,901,010	49.0	W28	Nein	ENERCON	E-70 E4-2,000	2,000	71.0	113.5	1,642	20.0
26	286,227	5,900,694	51.0	W29	Nein	ENERCON	E-70 E4-2,000	2,000	71.0	113.5	1,642	20.0
27	286,466	5,900,879	49.7	W30	Ja	REpower	MD 77-1,500	1,500	77.0	100.0	1,417	17.3
28	287,011	5,901,010	45.8	W31	Ja	REpower	MD 77-1,500	1,500	77.0	100.0	1,417	17.3
29	287,937	5,900,770	47.2	W32	Ja	REpower	MD 77-1,500	1,500	77.0	100.0	1,417	17.3
30	286,625	5,900,405	54.0	W33	Nein	REpower	MD 70-1,500	1,500	70.0	65.0	1,453	19.0
31	287,011	5,900,699	46.4	W34	Nein	REpower	MD 70-1,500	1,500	70.0	65.0	1,453	19.0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2005_Brunow

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt
-
Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 11:09/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Variante 2

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
32	287,699	5,900,911	49.0	W35	Nein	REpower	MD 70-1,500	1,500	70.0	65.0	1,453	19.0
33	285,870	5,900,655	45.2	W36	Nein	NEG MICON	NM48/750-750/200	750	48.2	70.0	1,531	22.0
34	286,660	5,901,090	46.3	W37	Nein	NEG MICON	NM48/750-750/200	750	48.2	70.0	1,531	22.0
35	286,755	5,900,725	46.3	W38	Nein	NEG MICON	NM48/750-750/200	750	48.2	70.0	1,531	22.0
36	286,060	5,900,393	50.0	W39	Nein	REpower	MM 92-2,050	2,050	92.5	100.0	1,625	15.0
37	287,009	5,900,412	51.0	W40	Nein	REpower	MM 92-2,050	2,050	92.5	100.0	1,625	15.0
38	288,274	5,901,285	47.5	W41	Nein	REpower	MM 92-2,050	2,050	92.5	100.0	1,625	15.0
39	287,252	5,900,866	48.5	W42	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	113.5	1,642	20.0
40	286,413	5,900,257	50.9	W43	Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	108.4	1,601	18.0
41	286,474	5,900,600	53.3	W44	Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	108.4	1,601	18.0
42	286,973	5,900,040	53.0	W45	Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	108.4	1,601	18.0
43	287,318	5,900,663	47.8	W46	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	113.5	1,642	20.0
44	288,202	5,903,362	39.1	W47	Ja	VESTAS	V136-3.6MW-3,600	3,600	136.0	168.0	1,811	11.7

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	IO1	287,421	5,905,936	40.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
B	IO2	287,429	5,906,010	42.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
C	IO3	287,426	5,906,087	41.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
D	IO4	287,524	5,906,057	42.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
E	IO5	287,578	5,906,060	42.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
F	IO6	287,520	5,906,091	42.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
G	IO7	287,445	5,906,107	41.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
H	IO8	284,588	5,904,008	33.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
I	IO9	284,748	5,904,085	33.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
J	IO10	284,732	5,904,112	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
K	IO11	284,701	5,904,160	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
L	IO12	284,685	5,904,181	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
M	IO13	284,674	5,904,201	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
N	IO14	284,661	5,904,219	33.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
O	IO15	284,650	5,904,238	32.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
P	IO16	284,640	5,904,266	32.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
Q	IO17	284,570	5,904,322	33.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
R	IO18	284,544	5,904,309	33.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
S	IO19	284,517	5,904,300	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
T	IO20	284,531	5,904,275	33.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
U	IO21	284,555	5,904,281	33.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
V	IO22	284,578	5,904,290	33.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
W	IO23	284,617	5,904,236	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
X	IO24	284,640	5,904,200	33.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
Y	IO25	284,649	5,904,186	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
Z	IO26	284,659	5,904,172	33.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AA	IO27	284,673	5,904,148	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AB	IO28	284,687	5,904,125	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

Berechnungsergebnisse

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
A	IO1	40:26	70	0:45	3:34	
B	IO2	29:44	58	0:43	2:29	
C	IO3	15:27	44	0:31	1:12	
D	IO4	15:12	54	0:27	1:16	
E	IO5	7:31	59	0:12	0:41	
F	IO6	10:53	46	0:26	0:55	
G	IO7	10:33	44	0:26	0:49	
H	IO8	0:38	16	0:04	0:11	

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2005_Brunow

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt
-
Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 11:09/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Variante 2

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	[h/a]
I	IO9	1:31	31	0:06	0:27	0:27
J	IO10	1:27	30	0:06	0:26	0:26
K	IO11	1:20	28	0:06	0:24	0:24
L	IO12	1:12	27	0:06	0:22	0:22
M	IO13	1:10	26	0:05	0:21	0:21
N	IO14	1:12	25	0:06	0:21	0:21
O	IO15	1:10	24	0:06	0:20	0:20
P	IO16	1:12	25	0:06	0:21	0:21
Q	IO17	0:47	19	0:05	0:13	0:13
R	IO18	0:44	22	0:05	0:12	0:12
S	IO19	0:37	18	0:04	0:10	0:10
T	IO20	0:35	16	0:04	0:09	0:09
U	IO21	0:43	20	0:05	0:12	0:12
V	IO22	0:51	20	0:05	0:14	0:14
W	IO23	0:54	22	0:05	0:16	0:16
X	IO24	1:00	24	0:05	0:18	0:18
Y	IO25	1:01	22	0:05	0:18	0:18
Z	IO26	1:07	24	0:06	0:20	0:20
AA	IO27	1:08	24	0:05	0:20	0:20
AB	IO28	1:13	27	0:06	0:22	0:22

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal Erwartet	
		[h/a]	[h/a]
1	W4	3:27	0:23
2	W5	17:42	1:43
3	W6	3:58	1:10
4	W7	0:53	0:16
5	W8	2:04	0:35
6	W9	1:04	0:17
7	W10	0:00	0:00
8	W11	0:00	0:00
9	W12	0:00	0:00
10	W13	0:00	0:00
11	W14	0:00	0:00
12	W15	0:00	0:00
13	W16	0:00	0:00
14	W17	0:00	0:00
15	W18	0:00	0:00
16	W19	0:00	0:00
17	W20	0:00	0:00
18	W21	0:00	0:00
19	W22	0:00	0:00
20	W23	46:38	3:44
21	W24	0:00	0:00
22	W25	0:00	0:00
23	W26	0:00	0:00
24	W27	0:00	0:00
25	W28	0:00	0:00
26	W29	0:00	0:00
27	W30	0:00	0:00
28	W31	0:00	0:00
29	W32	0:00	0:00
30	W33	0:00	0:00
31	W34	0:00	0:00
32	W35	0:00	0:00
33	W36	0:00	0:00
34	W37	0:00	0:00
35	W38	0:00	0:00
36	W39	0:00	0:00
37	W40	0:00	0:00
38	W41	0:00	0:00
39	W42	0:00	0:00
40	W43	0:00	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

windPRO 3.4.415 | EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

09.02.2021 13:46 / 3



Projekt:
2005_Brunow

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt
-
Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 11:09/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Variante 2

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
41	W44	0:00	0:00
42	W45	0:00	0:00
43	W46	0:00	0:00
44	W47	0:00	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.

Anhang 5 / Berechnungsergebnisse der Zusatzbelastung / Hauptergebnis (Variante 1 und Variante 2)

Projekt:
2005_Brunow

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt
-
Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 10:35/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

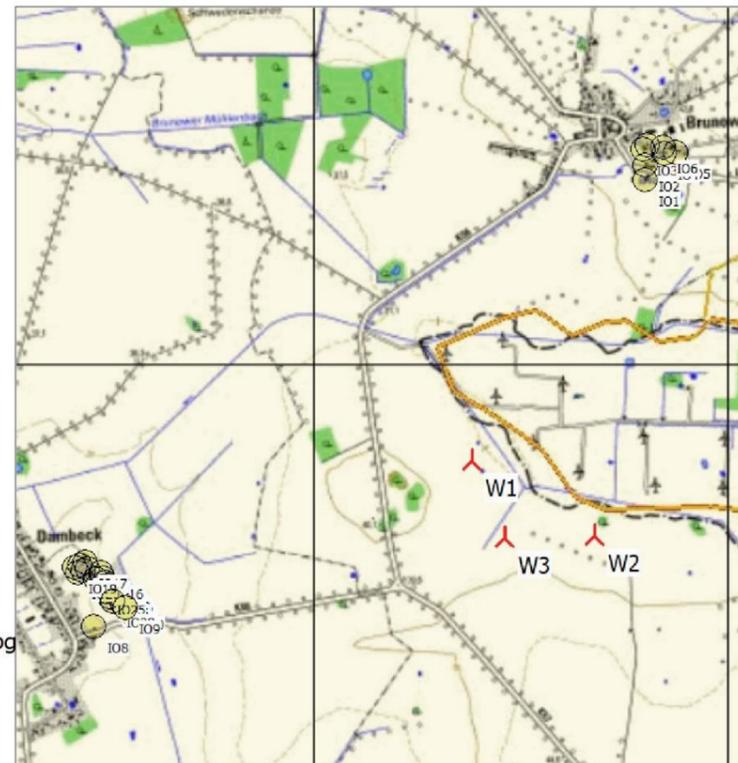
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HEILIGENDAMM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1.39 2.32 3.70 5.75 8.12 7.70 7.33 7.20 5.12 3.48 1.79 1.03

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: WASP (14)

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
366 334 443 648 642 611 744 1,118 1,431 1,202 554 420 8,513
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

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: 2005_Brunow_EMDGrid_0.wpg
Hindernisse in Berechnung verwendet
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1.5 m
Rasterauflösung: 1.0 m

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



Maßstab 1:40,000
Neue WEA Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
1	286,475	5,904,655	38.9	W1	Nein	ENERCON	E-147 EP5 E2-5,000	5,000	147.0	155.0	1,966	10.3
2	287,034	5,904,244	37.5	W2	Nein	ENERCON	E-138 EP3 TES-4,200	4,200	138.6	160.0	1,689	11.1
3	286,599	5,904,270	36.9	W3	Nein	ENERCON	E-138 EP3 TES-4,200	4,200	138.6	160.0	1,689	11.1

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	IO1	287,421	5,905,936	40.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
B	IO2	287,429	5,906,010	42.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
C	IO3	287,426	5,906,087	41.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
D	IO4	287,524	5,906,057	42.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
E	IO5	287,578	5,906,060	42.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
F	IO6	287,520	5,906,091	42.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
G	IO7	287,445	5,906,107	41.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
H	IO8	284,588	5,904,008	33.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
I	IO9	284,748	5,904,085	33.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
J	IO10	284,732	5,904,112	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
K	IO11	284,701	5,904,160	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
L	IO12	284,685	5,904,181	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
M	IO13	284,674	5,904,201	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
N	IO14	284,661	5,904,219	33.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
O	IO15	284,650	5,904,238	32.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
P	IO16	284,640	5,904,266	32.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
Q	IO17	284,570	5,904,322	33.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
R	IO18	284,544	5,904,309	33.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
S	IO19	284,517	5,904,300	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
T	IO20	284,531	5,904,275	33.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
U	IO21	284,555	5,904,281	33.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
V	IO22	284,578	5,904,290	33.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
W	IO23	284,617	5,904,236	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2005_Brunow

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt
-
Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 10:35/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe	Neigung des	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)	ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]	
X	IO24	284,640	5,904,200	33.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
Y	IO25	284,649	5,904,186	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
Z	IO26	284,659	5,904,172	33.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
AA	IO27	284,673	5,904,148	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
AB	IO28	284,687	5,904,125	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	[h/a]
A	IO1	10:00	36	0:21	0:57	0:57
B	IO2	3:44	22	0:13	0:20	0:20
C	IO3	0:00	0	0:00	0:00	0:00
D	IO4	5:20	26	0:15	0:29	0:29
E	IO5	7:45	34	0:17	0:44	0:44
F	IO6	2:31	18	0:10	0:13	0:13
G	IO7	0:00	0	0:00	0:00	0:00
H	IO8	0:00	0	0:00	0:00	0:00
I	IO9	8:04	33	0:20	2:42	2:42
J	IO10	7:41	31	0:19	2:32	2:32
K	IO11	7:08	30	0:19	2:16	2:16
L	IO12	6:53	30	0:19	2:09	2:09
M	IO13	6:42	28	0:19	2:04	2:04
N	IO14	6:36	28	0:19	2:00	2:00
O	IO15	6:22	27	0:19	1:55	1:55
P	IO16	6:21	28	0:19	1:53	1:53
Q	IO17	5:31	24	0:18	1:37	1:37
R	IO18	5:20	25	0:18	1:34	1:34
S	IO19	0:00	0	0:00	0:00	0:00
T	IO20	0:00	0	0:00	0:00	0:00
U	IO21	5:28	26	0:18	1:37	1:37
V	IO22	5:39	26	0:18	1:40	1:40
W	IO23	6:06	28	0:18	1:49	1:49
X	IO24	6:23	28	0:19	1:57	1:57
Y	IO25	6:27	29	0:19	1:59	1:59
Z	IO26	6:41	29	0:19	2:05	2:05
AA	IO27	6:46	29	0:19	2:09	2:09
AB	IO28	7:00	30	0:19	2:16	2:16

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
1	W1	35:38	8:14
2	W2	0:00	0:00
3	W3	0:00	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.

Anhang 6 / Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung / Hauptergebnis (Variante 1)

Projekt:
2005_Brunow

Lizenziertes Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt
-
Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 10:52/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB Variante 1

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

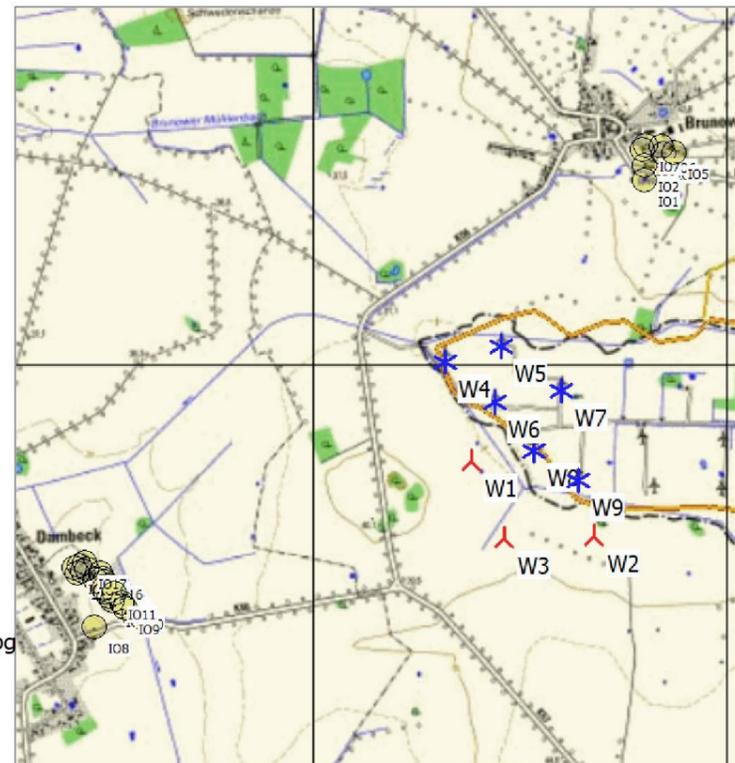
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HEILIGENDAMM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1.39 2.32 3.70 5.75 8.12 7.70 7.33 7.20 5.12 3.48 1.79 1.03

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: WASP (14)

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
345 314 417 611 608 579 704 1,052 1,346 1,135 527 397 8,035
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

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: 2005_Brunow_EMDGrid_0.wpg
Hindernisse in Berechnung verwendet
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1.5 m
Rasterauflösung: 1.0 m

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



Maßstab 1:40,000
▲ Neue WEA * Existierende WEA
● Schattenrezeptor

WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
				Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
		[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	286,475	5,904,655	38.9 W1	Nein	ENERCON	E-147 EP5 E2-5,000	5,000	147.0	155.0	1,966	10.3
2	287,034	5,904,244	37.5 W2	Nein	ENERCON	E-138 EP3 TES-4,200	4,200	138.6	160.0	1,689	11.1
3	286,599	5,904,270	36.9 W3	Nein	ENERCON	E-138 EP3 TES-4,200	4,200	138.6	160.0	1,689	11.1
4	286,389	5,905,140	34.9 W4	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52.0	76.0	2,500	22.4
5	286,662	5,905,199	35.1 W5	Nein	NEG MICON	NM64C/1500-1,500/400	1,500	64.0	83.0	2,042	17.3
6	286,608	5,904,927	36.0 W6	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
7	286,937	5,904,956	35.4 W7	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
8	286,780	5,904,680	35.7 W8	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
9	286,983	5,904,517	36.5 W9	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3

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	IO1	287,421	5,905,936	40.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
B	IO2	287,429	5,906,010	42.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
C	IO3	287,426	5,906,087	41.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
D	IO4	287,524	5,906,057	42.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
E	IO5	287,578	5,906,060	42.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
F	IO6	287,520	5,906,091	42.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
G	IO7	287,445	5,906,107	41.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
H	IO8	284,588	5,904,008	33.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
I	IO9	284,748	5,904,085	33.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
J	IO10	284,732	5,904,112	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
K	IO11	284,701	5,904,160	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
L	IO12	284,685	5,904,181	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
M	IO13	284,674	5,904,201	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
N	IO14	284,661	5,904,219	33.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
O	IO15	284,650	5,904,238	32.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
P	IO16	284,640	5,904,266	32.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2005_Brunow

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt
-
Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 10:52/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB Variante 1

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
Q	IO17	284,570	5,904,322	33.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
R	IO18	284,544	5,904,309	33.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
S	IO19	284,517	5,904,300	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
T	IO20	284,531	5,904,275	33.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
U	IO21	284,555	5,904,281	33.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
V	IO22	284,578	5,904,290	33.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
W	IO23	284,617	5,904,236	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
X	IO24	284,640	5,904,200	33.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
Y	IO25	284,649	5,904,186	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
Z	IO26	284,659	5,904,172	33.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AA	IO27	284,673	5,904,148	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AB	IO28	284,687	5,904,125	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	[h/a]
A	IO1	20:54	70	0:28	2:01	2:01
B	IO2	12:58	54	0:28	1:11	1:11
C	IO3	2:59	35	0:08	0:16	0:16
D	IO4	12:40	54	0:22	1:10	1:10
E	IO5	12:33	59	0:18	1:11	1:11
F	IO6	9:27	46	0:22	0:51	0:51
G	IO7	2:02	31	0:06	0:11	0:11
H	IO8	0:38	16	0:04	0:11	0:11
I	IO9	9:30	48	0:21	2:59	2:59
J	IO10	9:01	47	0:21	2:48	2:48
K	IO11	8:15	45	0:20	2:29	2:29
L	IO12	7:50	44	0:19	2:20	2:20
M	IO13	7:37	43	0:19	2:14	2:14
N	IO14	7:33	41	0:19	2:11	2:11
O	IO15	7:17	40	0:19	2:05	2:05
P	IO16	7:14	40	0:19	2:02	2:02
Q	IO17	6:08	35	0:18	1:42	1:42
R	IO18	5:52	36	0:18	1:38	1:38
S	IO19	0:37	18	0:04	0:10	0:10
T	IO20	0:35	16	0:04	0:09	0:09
U	IO21	5:57	37	0:18	1:39	1:39
V	IO22	6:14	35	0:18	1:44	1:44
W	IO23	6:46	39	0:18	1:55	1:55
X	IO24	7:12	41	0:19	2:05	2:05
Y	IO25	7:15	40	0:19	2:08	2:08
Z	IO26	7:34	41	0:19	2:15	2:15
AA	IO27	7:46	42	0:19	2:21	2:21
AB	IO28	8:03	44	0:19	2:28	2:28

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
1	W1	35:38	7:46
2	W2	0:00	0:00
3	W3	0:00	0:00
4	W4	3:27	0:23
5	W5	17:42	1:42
6	W6	3:58	1:10
7	W7	0:53	0:16
8	W8	2:04	0:35
9	W9	1:04	0:17

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.

Anhang 7 / Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung / Hauptergebnis (Variante 2)

Projekt:
2005_Brunow

Lizenziertes Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt
-
Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 11:18/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB Variante 2

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

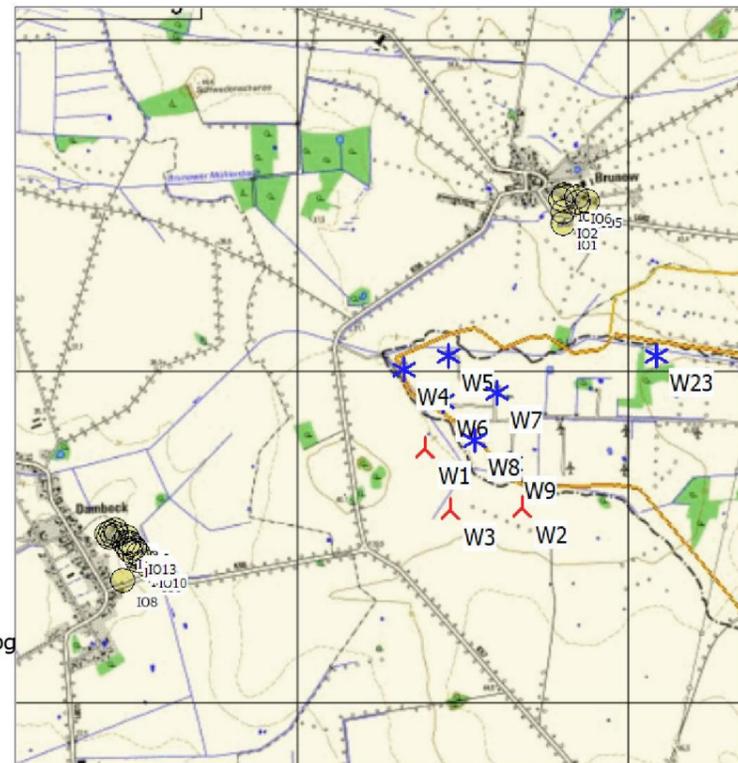
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HEILIGENDAMM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1.39 2.32 3.70 5.75 8.12 7.70 7.33 7.20 5.12 3.48 1.79 1.03

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: WAsP (14)

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
346 314 418 613 610 580 705 1,054 1,350 1,139 528 398 8,055
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

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: 2005_Brunow_EMDGrid_0.wpg
Hindernisse in Berechnung verwendet
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1.5 m
Rasterauflösung: 1.0 m

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



Maßstab 1:50,000
* Existierende WEA
* Neue WEA
* Schattenrezeptor

WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
				Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]			[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
1	286,475	5,904,655	38.9 W1	Nein	ENERCON	E-147 EP5 E2-5,000	5,000	147.0	155.0	1,966	10.3
2	287,034	5,904,244	37.5 W2	Nein	ENERCON	E-138 EP3 TES-4,200	4,200	138.6	160.0	1,689	11.1
3	286,599	5,904,270	36.9 W3	Nein	ENERCON	E-138 EP3 TES-4,200	4,200	138.6	160.0	1,689	11.1
4	286,389	5,905,140	34.9 W4	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52.0	76.0	2,500	22.4
5	286,662	5,905,199	35.1 W5	Nein	NEG MICON	NM64C/1500-1,500/400	1,500	64.0	83.0	2,042	17.3
6	286,608	5,904,927	36.0 W6	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
7	286,937	5,904,956	35.4 W7	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
8	286,780	5,904,680	35.7 W8	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
9	286,983	5,904,517	36.5 W9	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1,500/400	1,500	72.0	101.0	2,500	17.3
10	287,917	5,905,095	38.1 W23	Ja	VESTAS	V117-3.3 GridStreame-3,300	3,300	117.0	143.0	1,732	13.1

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	IO1	287,421	5,905,936	40.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
B	IO2	287,429	5,906,010	42.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
C	IO3	287,426	5,906,087	41.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
D	IO4	287,524	5,906,057	42.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
E	IO5	287,578	5,906,060	42.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
F	IO6	287,520	5,906,091	42.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
G	IO7	287,445	5,906,107	41.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
H	IO8	284,588	5,904,008	33.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
I	IO9	284,748	5,904,085	33.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
J	IO10	284,732	5,904,112	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
K	IO11	284,701	5,904,160	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
L	IO12	284,685	5,904,181	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
M	IO13	284,674	5,904,201	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
N	IO14	284,661	5,904,219	33.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
O	IO15	284,650	5,904,238	32.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2005_Brunow

Lizenziertes Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Am Westersielzug 11
DE-25840 Friedrichstadt
-
Thore Beeck / thore.beeck@i17-wind.de
Berechnet:
09.02.2021 11:18/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB Variante 2

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)	ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]	
P	IO16	284,640	5,904,266	32.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
Q	IO17	284,570	5,904,322	33.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
R	IO18	284,544	5,904,309	33.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
S	IO19	284,517	5,904,300	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
T	IO20	284,531	5,904,275	33.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
U	IO21	284,555	5,904,281	33.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
V	IO22	284,578	5,904,290	33.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
W	IO23	284,617	5,904,236	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
X	IO24	284,640	5,904,200	33.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
Y	IO25	284,649	5,904,186	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
Z	IO26	284,659	5,904,172	33.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
AA	IO27	284,673	5,904,148	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	
AB	IO28	284,687	5,904,125	34.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0	

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
A	IO1	50:26	70	0:57	4:29	
B	IO2	33:28	58	0:56	2:48	
C	IO3	15:27	44	0:31	1:12	
D	IO4	20:32	54	0:42	1:44	
E	IO5	15:16	59	0:29	1:23	
F	IO6	13:24	46	0:36	1:08	
G	IO7	10:33	44	0:26	0:49	
H	IO8	0:38	16	0:04	0:11	
I	IO9	9:30	48	0:21	2:59	
J	IO10	9:01	47	0:21	2:48	
K	IO11	8:15	45	0:20	2:30	
L	IO12	7:50	44	0:19	2:20	
M	IO13	7:37	43	0:19	2:14	
N	IO14	7:33	41	0:19	2:11	
O	IO15	7:17	40	0:19	2:05	
P	IO16	7:14	40	0:19	2:03	
Q	IO17	6:08	35	0:18	1:43	
R	IO18	5:52	36	0:18	1:38	
S	IO19	0:37	18	0:04	0:10	
T	IO20	0:35	16	0:04	0:09	
U	IO21	5:57	37	0:18	1:40	
V	IO22	6:14	35	0:18	1:44	
W	IO23	6:46	39	0:18	1:56	
X	IO24	7:12	41	0:19	2:06	
Y	IO25	7:15	40	0:19	2:08	
Z	IO26	7:34	41	0:19	2:15	
AA	IO27	7:46	42	0:19	2:21	
AB	IO28	8:03	44	0:19	2:28	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
1	W1	35:38	7:47
2	W2	0:00	0:00
3	W3	0:00	0:00
4	W4	3:27	0:23
5	W5	17:42	1:42
6	W6	3:58	1:10
7	W7	0:53	0:16
8	W8	2:04	0:35
9	W9	1:04	0:17
10	W23	46:38	3:44

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.

Anhang 8 / Fotodokumentation der Immissionsorte

Nr.	Adresse	Bild
IO1	Platschower Str. 2, 19372 Brunow	
IO2	Platschower Str. 1, 19372 Brunow	
IO3	Friedhofstr. 2, 19372 Brunow	

<p>IO4</p>	<p>Friedhofstr. 4, 19372 Brunow</p>	
<p>IO5</p>	<p>Friedhofstr. 6, 19372 Brunow</p>	
<p>IO6</p>	<p>Friedhofstr. 5, 19372 Brunow</p>	

<p>IO7</p>	<p>Friedhofstr. 3, 19372 Brunow</p>	
<p>IO8</p>	<p>Dorfstr. 65, 19357 Dambeck</p>	
<p>IO9</p>	<p>Siedlung 19, 19357 Dambeck</p>	

<p>IO10</p>	<p>Siedlung 18, 19357 Dambeck</p>	
<p>IO11</p>	<p>Siedlung 17, 19357 Dambeck</p>	
<p>IO12</p>	<p>Siedlung 16, 19357 Dambeck</p>	

IO13	Siedlung 15, 19357 Dambeck	
IO14	Siedlung 14, 19357 Dambeck	
IO15	Siedlung 13, 19357 Dambeck	

IO16	Siedlung 12, 19357 Dambeck	
IO17	Siedlung 11, 19357 Dambeck	
IO18	Siedlung 10, 19357 Dambeck	

IO19	Siedlung 9, 19357 Dambeck	
IO20	Siedlung 8, 19357 Dambeck	
IO21	Siedlung 7, 19357 Dambeck	

<p>IO22</p>	<p>Siedlung 6, 19357 Dambeck</p>	
<p>IO23</p>	<p>Siedlung 5, 19357 Dambeck</p>	
<p>IO24</p>	<p>Siedlung 4a, 19357 Dambeck</p>	

<p>IO25</p>	<p>Siedlung 4, 19357 Dambeck</p>	
<p>IO26</p>	<p>Siedlung 3, 19357 Dambeck</p>	
<p>IO27</p>	<p>Siedlung 2, 19357 Dambeck</p>	

IO28	Siedlung 1, 19357 Dambeck	 A photograph of a single-story house with a dark tiled roof and a light-colored facade. The house has three windows: two on the left with white curtains and one on the right with a dark green shutter. A large, smooth, grey rock sits on the green lawn in front of the house. The sky is clear and blue.
------	---------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------