

Schattenwurfprognose für
acht Windenergieanlagen
am Standort
Wulkow-Booßen
(Brandenburg)

Datum: 24.03.2021

Bericht Nr. 17-1-3020-006-SB

Auftraggeber:

WP Booßen GmbH & Co. KG

Stresemannstraße 46 | 27570 Bremerhaven

Auftragsnummer: 356003635

Bearbeiter:

Ramboll Deutschland GmbH

Dipl.-Geogr. Marc Brüning

Elisabeth-Consbruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

Tel 0561 / 288 573-0

Die vorliegende Schattenwurfprognose für den Standort Wulkow-Booßen (Brandenburg) wurde der Ramboll Deutschland GmbH im Januar 2021 von der WP Booßen GmbH & Co. KG in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt. Die Ramboll Deutschland GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 u. a. für die Erstellung von Schattenwurfprognosen akkreditiert. Die firmenintern verwendeten Berechnungsverfahren gemäß den zuvor genannten Anforderungen sind in der Ramboll-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schatten“ festgelegt und dokumentiert.

Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse der Schattenwurfprognose werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie basieren auf Berechnungen nach den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [1] sowie den vom Auftraggeber und dem WEA-Hersteller gestellten Standort- und Anlagendaten. Die Berechnungen wurden mit dem Softwareprogramm WindPRO (Modul SHADOW) von EMD International A/S [2] durchgeführt.

Alle Rechte an diesem Bericht sind der Ramboll Deutschland GmbH vorbehalten. Dieses Dokument darf, mit Ausnahme des Auftraggebers, der Genehmigungsbehörden und der finanzierenden Banken, weder in Teilen noch in vollem Umfang ohne vorherige schriftliche Zustimmung der Ramboll Deutschland GmbH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

	Nr.	Datum	Bearbeiter	Beschreibung
Original	000	16.05.2017	R. Meisel	Planung von elf WEA des Typs Senvion 3.4M140
Nachtrag	002	27.02.2018	M. Brüning	WEA-Typ-Wechsel
Nachtrag	003	13.06.2018	M. Brüning	Koordinatenänderung WEA 7 und 11, Änderung der Vorbelastung
Nachtrag	004	09.08.2018	M. Brüning	Koordinatenänderung WEA 7
Nachtrag	006	24.03.2021	M. Brüning	Planung von acht WEA des Typs GE 5.5-158

Kassel, 24.03.2021



Dipl.-Geogr. Marc Brüning
(Bearbeiter)



Jonas Feja, MLE
(Prüfer)

Inhalt:

1	Zusammenfassung	4
2	Standort- und WEA-Daten	5
	2.1 Aufgabenstellung	5
	2.2 Immissionsorte	7
	2.3 Immissionsrichtwerte	11
	2.4 Windenergieanlagen	12
3	Schattenwurfberechnungen	13
	3.1 Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer	13
	3.2 Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer	14
4	Bewertung der Ergebnisse	17
5	Quellenverzeichnis	19
6	Anhang	20

1 Zusammenfassung

Am Windparkstandort Wulkow-Booßen wurden für 36 Immissionsorte die Beschattungsdauern durch acht neu geplante Windenergieanlagen (WEA) des Typs GE 5.5-158 mit 161 m Nabhöhe sowie 13 Vorbelastungs-WEA entsprechend den WKA-Schattenwurfhinweisen [1] berechnet. Den Berechnungen wurde ein Worst-Case-Szenario zugrunde gelegt. Die Immissionsrichtwerte betragen dabei maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag.

Diese Werte werden ohne Schattenwurf begrenzende Maßnahmen an insgesamt 21 Immissionsorten überschritten (siehe Kapitel 3). Die WEA-Schattenwurf-Hinweise [1] sehen für diesen Fall vor, dass der Schattenwurf der WEA, die eine (weitere) Überschreitung verursachen, mittels einer Abschaltautomatik entsprechend den Richtwerten begrenzt wird. Im vorliegenden Fall betrifft dies die WEA 1 bis 5 und 7.

Die Grundlagen für die Berechnung sowie die detaillierten Berechnungsergebnisse sind den folgenden Kapiteln zu entnehmen.

2 Standort- und WEA-Daten

2.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Wulkow-Booßen zwischen den Orten Wulkow im Nordosten, Booßen im Südosten und Treplin im Westen acht Windenergieanlagen (WEA) des Typs GE 5.5-158 mit 161 m Nabenhöhe zu errichten (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Kenndaten der geplanten WEA

WEA	WEA Hersteller / Typ	Nabenhöhe	Ost	Nord
		[m]	[UTM 33 ETRS89]	
01	GE 5.5-158	161	461.704	5.805.033
02	GE 5.5-158	161	462.096	5.805.155
03	GE 5.5-158	161	462.473	5.804.844
04	GE 5.5-158	161	461.991	5.804.727
05	GE 5.5-158	161	462.311	5.804.412
06	GE 5.5-158	161	461.846	5.804.339
07	GE 5.5-158	161	461.565	5.804.644
08	GE 5.5-158	161	462.090	5.804.010

Vor Ort existieren bereits zwölf weitere WEA und sechs weitere befinden sich in einem fortgeschrittenen Planungsstadium. Von diesen müssen 13 WEA als Vorbelastungen berücksichtigt werden und werden daher im folgenden Text einheitlich als „Vorbelastung“ bzw. „Vorbelastungs-WEA“ bezeichnet. Für die fünf nicht berücksichtigten WEA befindet sich eine entsprechende Berechnung zum Nachweis im Anhang des Gutachtens.

Es sollen die Immissionen durch periodischen Schattenwurf der Windenergieanlagen nach den Grundlagen der LAI [1] an der umliegenden Bebauung berechnet werden.

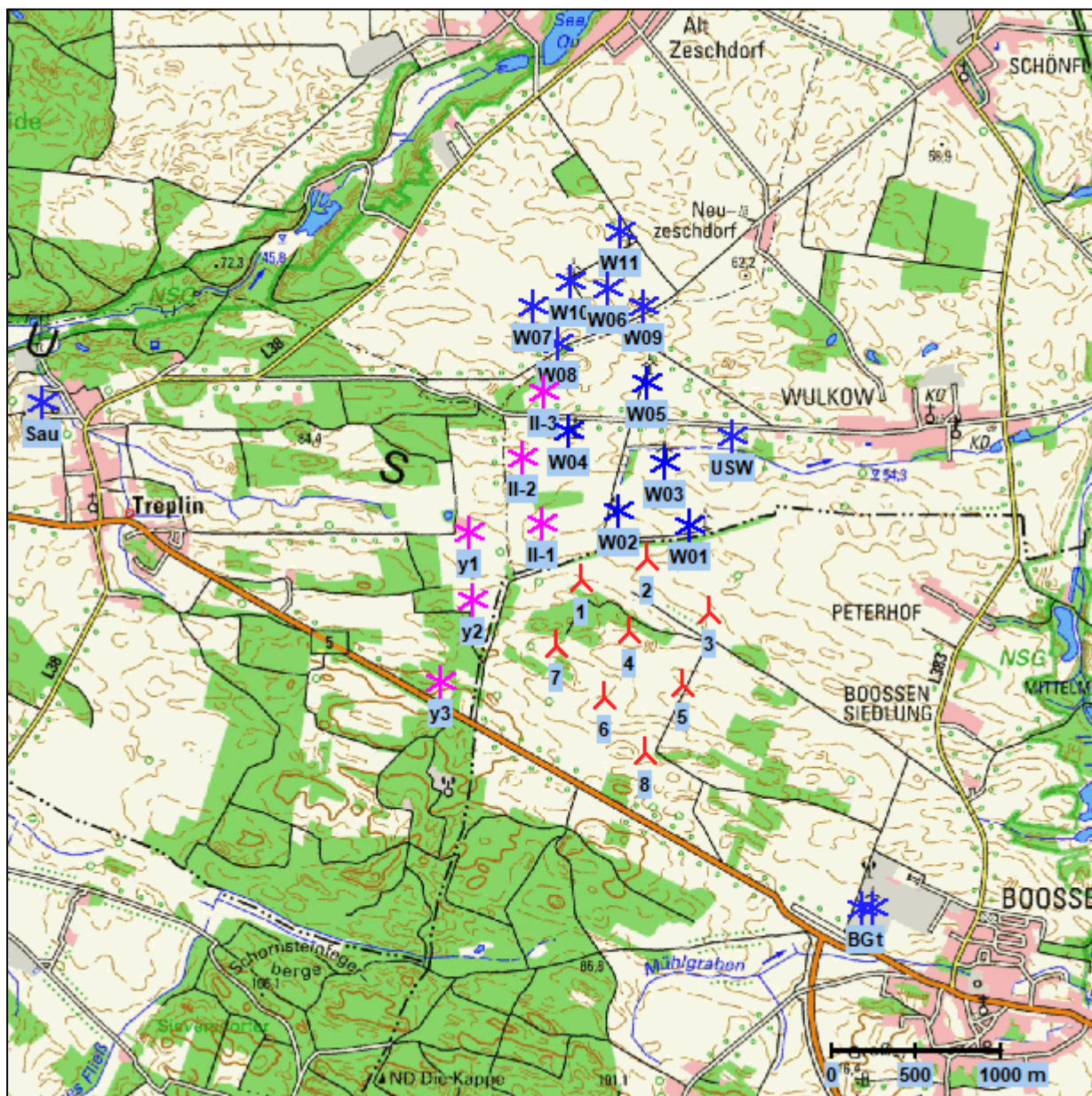


Abbildung 1: Übersichtskarte [10]

Grundlage der Berechnung sind die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Daten der geplanten WEA (Typ, Nabhöhe, Koordinaten) sowie die bei der Standortbesichtigung am 12.05.2017 erhobenen Daten über relevante Immissionsorte und deren Umgebung. Das Höhenrelief wurde dem DGM5 Sachsen-Anhalt entnommen. Die Berechnung wurde mit der Software windPRO, Modul SHADOW [2] durchgeführt. Grundlagen zur Berechnung befinden sich im Anhang.

2.2 Immissionsorte

Die *Maßgeblichen Immissionsorte* nach [1] sind schutzwürdige Räume sowie bebaubare Freiflächen. Sie werden nach den folgenden Bedingungen ausgewählt:

- Es muss geometrisch möglich sein, dass die Orte von den neu geplanten WEA im Jahresverlauf beschattet werden.
- Die Orte liegen innerhalb des Beschattungsbereichs der neu geplanten WEA nach dem 20 %-Kriterium [3].

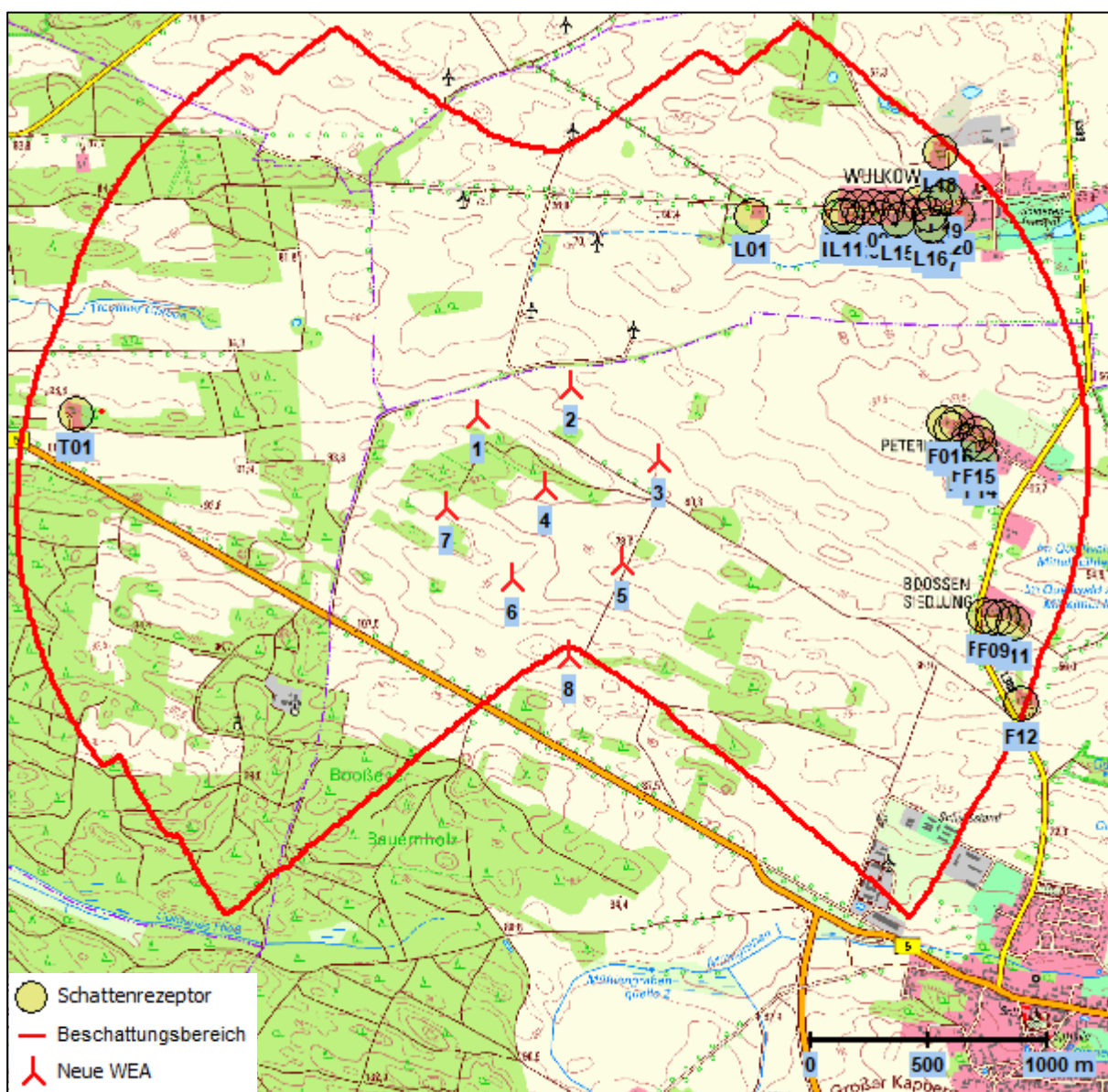


Abbildung 2: Beschattungsbereich der Zusatzbelastung [5]

Die Grenzen des Beschattungsbereichs der geplanten WEA (Zusatzbelastung, „ZB“) sind auf der Karte in Abbildung 2 als rote Linie dargestellt.

Nach diesen Kriterien wurden exemplarisch ausgewählte Häuser als relevante Immissionsorte gewählt. Bei der Standortbesichtigung am 12.05.2017 wurden diese Immissionsorte in Augenschein genommen und dokumentiert.

Die Immissionsorte werden entsprechend den WKA-Schattenwurfhinweisen [1] im Modell als punktförmige Schatten-Rezeptoren (in 2 m ü. Gr.) nachgebildet, welche Schatten aus allen Richtungen empfangen (Gewächshaus-Modus). Die Lage der Rezeptoren ist in den folgenden Abbildungen eingezeichnet.



Abbildung 3: Lage der Immissionsorte F01, F05-F08 und F13-F15 - Peterhof (© Geoglis [4])

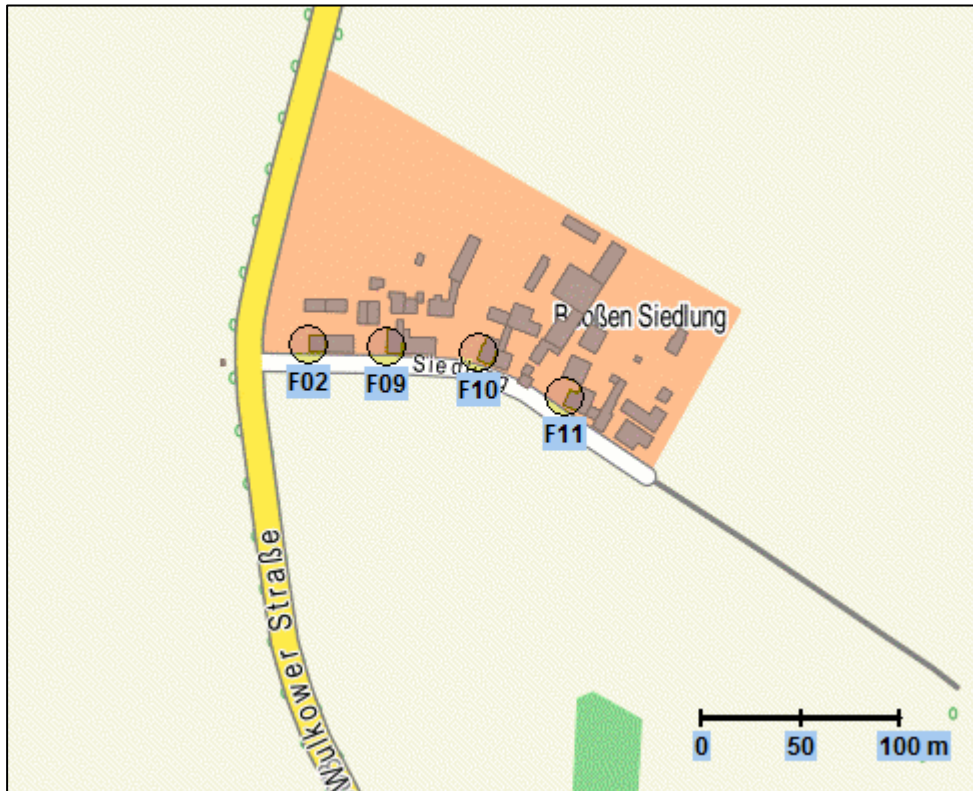


Abbildung 4: Lage der Immissionsorte F02 und F09 bis F11 – Booßen Siedlung (© Geoglis [4])

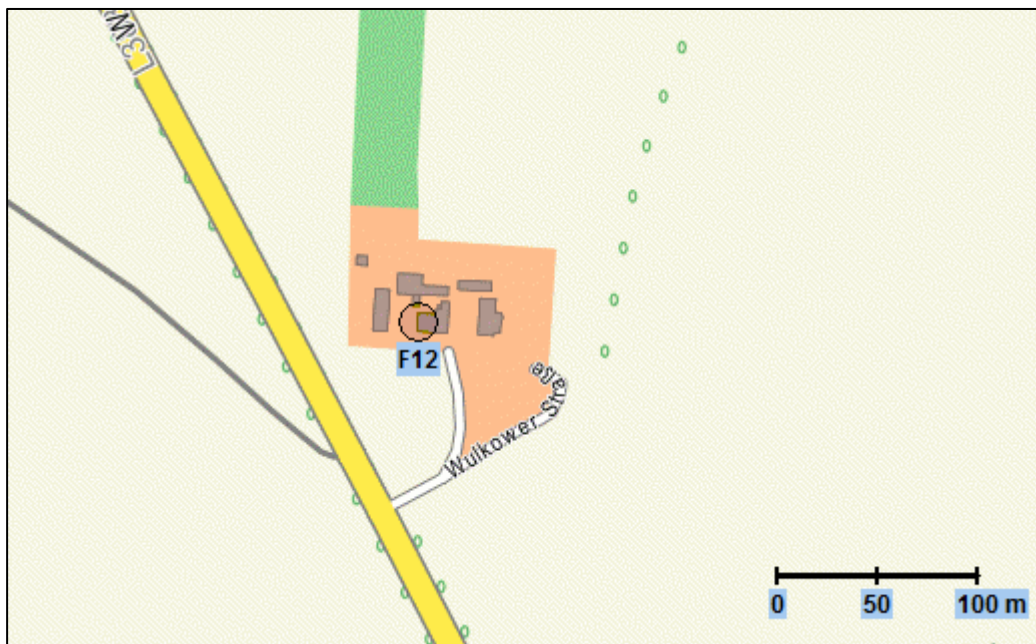


Abbildung 5: Lage des Immissionsorts F12 nördlich von Booßen (© Geoglis [4])

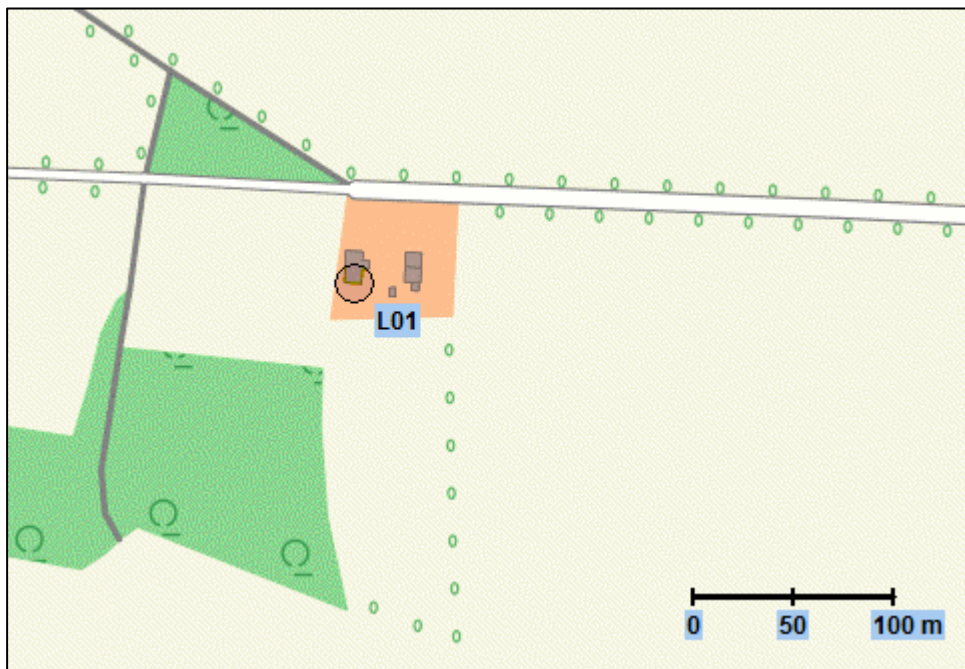


Abbildung 6: Lage des Immissionsorts L01 westlich von Wulkow (© Geoglis [4])

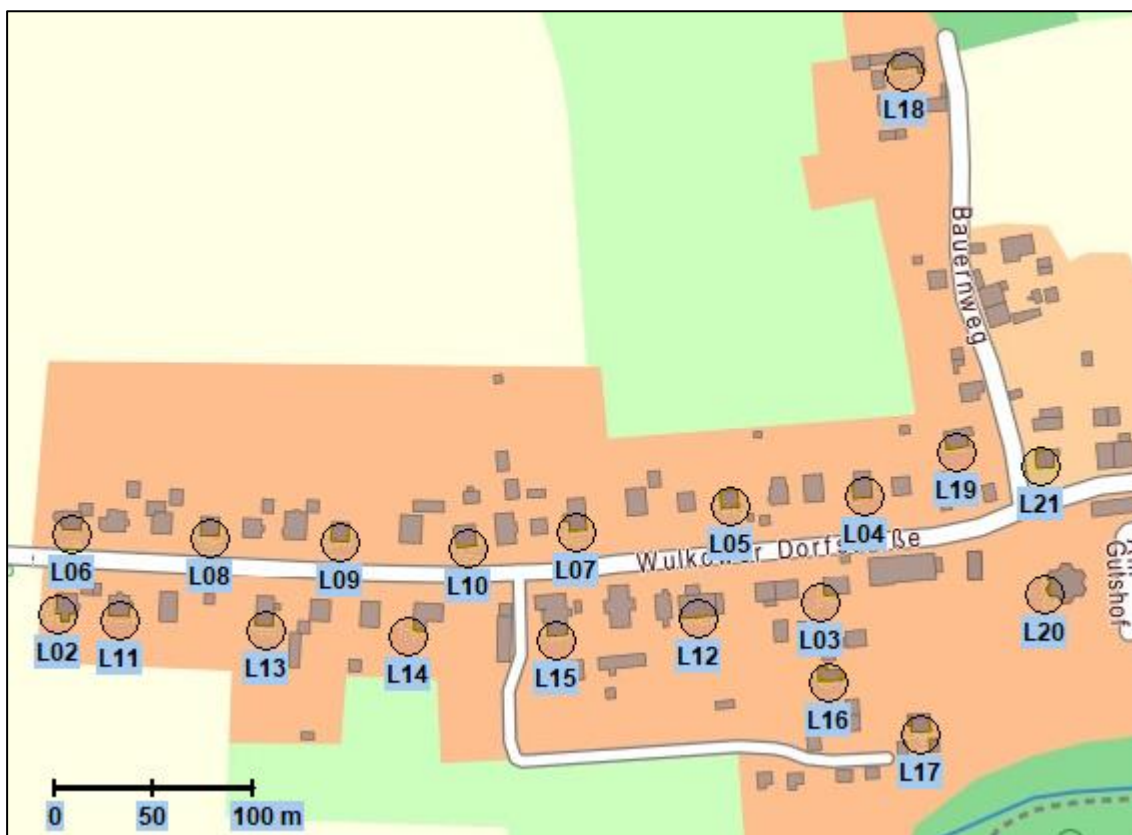


Abbildung 7: Lage der Immissionsorte L02 bis L20 in Wulkow (© Geoglis [4])

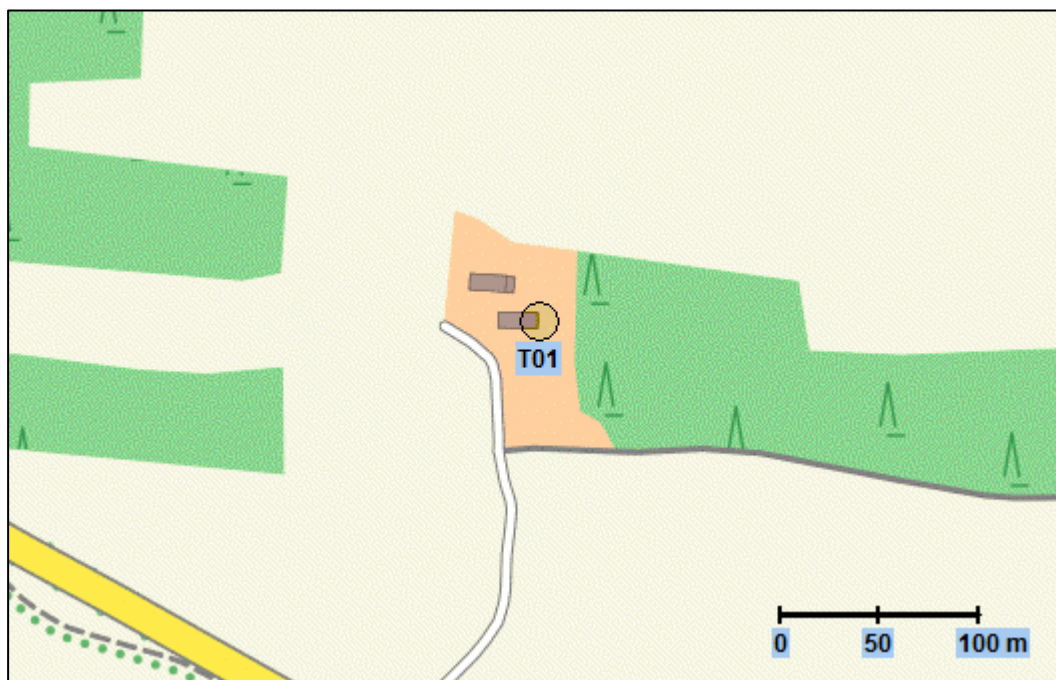


Abbildung 8: Lage des Immissionsorts T01 östlich von Treplin (© Geoglis [4])

2.3 Immissionsrichtwerte

Für die Beurteilung der Erheblichkeit der Belästigung durch Schattenwurf [7] [8] wurden folgende Immissionsrichtwerte festgelegt [1]:

Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (Worst-Case-Betrachtung):

- maximal 30 Stunden Beschattung pro Jahr
- maximal 30 Minuten Beschattung pro Tag

Reale jährliche Beschattungsdauer:

- maximal 8 Stunden Beschattung pro Jahr
- maximal 30 Minuten Beschattung pro Tag

Überschreiten die Beschattungsdauern die Richtwerte an den Immissionsorten müssen die Anlagen mit einer Schattenabschaltautomatik ausgestattet werden, die die Beschattungsdauer entsprechend der Richtwerte begrenzt. Die in Kapitel 4 dargestellten Beurteilungen und Empfehlungen basieren auf den Richtwerten für astronomisch maximal mögliche Beschattungszeiten.

2.4 Windenergieanlagen

Der Antragsteller plant am Standort Wulkow-Booßen die Errichtung von acht Windenergieanlagen. Weitere 13 Vorbelastungs-WEA sind zu berücksichtigen. Die Kenndaten der relevanten Vorbelastung und der neu geplanten WEA-Typen sind Tabelle 2 zu entnehmen. Der Beschattungsbereich wurde nach dem 20%-Kriterium [1] [9] aus den Rotorblattdaten und der Nabenhöhe ermittelt.

Tabelle 2: Kenndaten Zusatz- und relevante Vorbelastungs-WEA

WEA	WEA Typ	NH	RD	max. BT	min. BT	Ø BT	BB	Art
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	GE 5.5-158	161	158	4,00	1,35	2,675	1.816	ZB
2	GE 5.5-158	161	158	4,00	1,35	2,675	1.816	ZB
3	GE 5.5-158	161	158	4,00	1,35	2,675	1.816	ZB
4	GE 5.5-158	161	158	4,00	1,35	2,675	1.816	ZB
5	GE 5.5-158	161	158	4,00	1,35	2,675	1.816	ZB
6	GE 5.5-158	161	158	4,00	1,35	2,675	1.816	ZB
7	GE 5.5-158	161	158	4,00	1,35	2,675	1.816	ZB
8	GE 5.5-158	161	158	4,00	1,35	2,675	1.816	ZB
II-1	GE 6.0-164	167	164	4,00	1,35	2,675	1.815	VB
II-2	GE 6.0-164	167	164	4,00	1,35	2,675	1.815	VB
II-3	GE 6.0-164	167	164	4,00	1,35	2,675	1.815	VB
W01	Vestas V90	105	90	3,51	0,92	2,215	1.506	VB
W02	Vestas V90	105	90	3,51	0,92	2,215	1.506	VB
W03	Vestas V90	105	90	3,51	0,92	2,215	1.506	VB
W04	Vestas V90	105	90	3,51	0,92	2,215	1.506	VB
W05	Vestas V90	105	90	3,51	0,92	2,215	1.506	VB
W08	Enercon E-82	138,4	82	3,46	1,10	2,28	1.547	VB
W09	Vestas V90	105	90	3,51	0,92	2,215	1.506	VB
y1	Vestas V150-5.6	169	150	4,24	1,35	2,795	1.897	VB
y2	Vestas V150-5.6	169	150	4,24	1,35	2,795	1.897	VB
y3	Vestas V150-5.6	169	150	4,24	1,35	2,795	1.897	VB

NH: Nabenhöhe, RD: Rotordurchmesser, BT: Blatttiefe, BB: Beschattungsbereich

3 Schattenwurfberechnungen

3.1 Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer

Für die geplanten und bestehenden WEA wurden die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer an den relevanten Immissionsorten berechnet. Hierbei handelt sich um eine Worst-Case-Betrachtung, d. h. ohne Berücksichtigung von Bewölkung und Stillstandszeiten sowie unter Annahme eines immer zum Sonnenazimut ausgerichteten Rotors (maximale Schattenfläche). Die Berechnungen werden ohne Berücksichtigung der Sichtverschattung durch Bebauung und Bewuchs durchgeführt.

Es wurden folgende Berechnungen durchgeführt:

- Vorbelastung (VB) durch die Vorbelastungs-WEA,
- Zusatzbelastung (ZB) durch die neu geplanten WEA,
- Gesamtbelastung (GB) durch alle WEA (Es wurden nur die WEA berücksichtigt, in deren Beschattungsbereich ein Rezeptor liegt.).

Die Ergebnisse der Berechnungen können der Tabelle 3 entnommen werden. Die fett hervorgehobenen Werte überschreiten die Immissionsrichtwerte. Die Beschattungszeiten im Tages- und Jahresverlauf können den tabellarischen und grafischen Kalendern in Anhang entnommen werden.

Tabelle 3: Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauern pro Jahr

IO	Name	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer					
		Std. / Jahr			Std. / Tag		
		VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
F01	Peterhof 9b, Frankfurt (Oder)	4:25	36:44	41:09	0:16	0:29	0:29
F02	Siedlung 1, Frankfurt (Oder)	0:00	38:51	38:51	0:00	0:25	0:25
F05	Peterhof 10, Frankfurt (Oder)	3:42	33:55	37:37	0:15	0:27	0:27
F06	Peterhof 8b, Frankfurt (Oder)	3:56	34:08	38:04	0:15	0:28	0:28
F07	Peterhof 9a, Frankfurt (Oder)	4:16	35:47	40:03	0:15	0:29	0:29
F08	Peterhof 11, Frankfurt (Oder)	3:59	35:43	39:42	0:15	0:28	0:28
F09	Siedlung 3, Frankfurt (Oder)	0:00	34:37	34:37	0:00	0:25	0:25
F10	Siedlung 5, Frankfurt (Oder)	0:00	25:05	25:05	0:00	0:24	0:24
F11	Siedlung 7, Frankfurt (Oder)	0:00	23:31	23:31	0:00	0:23	0:23
F12	Wulkower Straße 8, Frankfurt (Oder)	0:00	9:03	9:03	0:00	0:21	0:21

IO	Name	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer					
		Std. / Jahr			Std. / Tag		
		VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
F13	Peterhof 7, Frankfurt (Oder)	0:00	28:08	28:08	0:00	0:27	0:27
F14	Peterhof 13, Frankfurt (Oder)	0:00	28:12	28:12	0:00	0:26	0:26
F15	Peterhof 12a, Frankfurt (Oder)	0:00	28:11	28:11	0:00	0:27	0:27
F16	Peterhof 5, Frankfurt (Oder)	0:00	18:39	18:39	0:00	0:25	0:25
L01	Wulkower Dorfstraße 34, Lebus	103:45	84:15	173:26	0:49	1:00	1:01
L02	Wulkower Dorfstraße 35, Lebus	43:50	64:32	100:40	0:25	0:45	0:45
L03	Wulkower Dorfstraße 47, Lebus	7:24	23:15	29:28	0:15	0:25	0:31
L04	Wulkower Dorfstraße 17, Lebus	7:13	23:01	28:46	0:15	0:24	0:29
L05	Wulkower Dorfstraße 20, Lebus	11:15	26:02	35:24	0:16	0:25	0:30
L06	Wulkower Dorfstraße 33, Lebus	45:07	61:46	99:24	0:27	0:45	0:45
L07	Wulkower Dorfstraße 23, Lebus	12:47	31:29	41:50	0:17	0:26	0:30
L08	Wulkower Dorfstraße 30, Lebus	30:02	55:48	80:58	0:19	0:43	0:43
L09	Wulkower Dorfstraße 27, Lebus	22:07	40:47	59:07	0:18	0:28	0:31
L10	Wulkower Dorfstraße 25, Lebus	13:52	37:38	48:34	0:18	0:27	0:31
L11	Wulkower Dorfstraße 36, Lebus	42:41	64:34	99:58	0:24	0:44	0:44
L12	Wulkower Dorfstraße 44, Lebus	11:30	25:56	35:58	0:16	0:26	0:32
L13	Wulkower Dorfstraße 38, Lebus	31:24	61:02	88:44	0:19	0:45	0:45
L14	Wulkower Dorfstraße 40, Lebus	14:52	37:52	50:01	0:18	0:28	0:33
L15	Wulkower Dorfstraße 42, Lebus	13:00	29:54	40:59	0:17	0:27	0:32
L16	Wulkower Dorfstraße 46, Lebus	7:27	22:52	29:29	0:16	0:25	0:32
L17	Wulkower Dorfstraße 48, Lebus	6:59	21:00	27:28	0:15	0:25	0:32
L18	Bauernweg 2, Lebus	0:00	20:36	20:36	0:00	0:22	0:22
L19	Wulkower Dorfstraße 15, Lebus	6:39	21:17	26:36	0:14	0:23	0:28
L20	Wulkower Dorfstraße 51, Lebus	3:22	19:32	22:10	0:14	0:23	0:30
L21	Wulkower Dorfstraße 14, Lebus	3:23	12:43	16:06	0:14	0:23	0:23
T01	Frankfurter Str. 14, Treplin	92:04	15:09	107:13	0:33	0:22	0:53

3.2 Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer

Die jährlich im Mittel auftretende, meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer ist für die Genehmigung eines Vorhabens zunächst nicht relevant, sie kann jedoch den Behördenvertretern, Anlagenplanern und Betroffenen einen Eindruck über die tatsächliche, durchschnittlich zu erwartende Belastung geben. Zudem enthält sie Hinweise auf mögliche Abschalthäufigkeiten, da

i. d. R. die Begrenzung auf die reale Beschattungsdauer von acht Stunden pro Jahr (nach [1], [10]) steuerungstechnisch umgesetzt wird. Sie berücksichtigt statistische Daten zu

- Sonnenscheinwahrscheinlichkeit (mittlere tägliche Sonnenscheinstunden) pro Monat, nach Angaben der Sonnenschein-Datenbank für die Station Potsdam,
- Betriebsstunden bzw. Stillstandszeiten der WEA je Richtungssektor, ermittelt aus der Windstatistik der DWD-Station Manschnow und der Anlaufgeschwindigkeit der WEA,
- Variable Schattengröße des Rotors, ermittelt aus der Windrichtungsverteilung der Windstatistik der DWD-Station Manschnow und der Lage der Rezeptoren.

Aus den Daten werden zeit- und ortsabhängig differenzierte Wahrscheinlichkeiten des Schattenwurfs berechnet und diese über das Jahr summiert. Da die Berechnung stark von der Qualität der meteorologischen Eingangsdaten abhängt und lokale Gegebenheiten davon abweichen können sind die Berechnungsergebnisse mit Unsicherheiten von etwa 5-15% behaftet und haben abschätzenden Charakter.

Tabelle 4: Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauern pro Jahr

IO	Adresse	Beschattungsdauern meteorologisch wahrscheinlich [Std./Jahr]		
		VB	ZB	GB
F01	Peterhof 9b, Frankfurt (Oder)	1:13	9:07	10:21
F02	Siedlung 1, Frankfurt (Oder)	0:00	10:43	10:43
F05	Peterhof 10, Frankfurt (Oder)	1:01	8:37	9:40
F06	Peterhof 8b, Frankfurt (Oder)	1:05	8:26	9:33
F07	Peterhof 9a, Frankfurt (Oder)	1:11	8:56	10:08
F08	Peterhof 11, Frankfurt (Oder)	1:07	9:11	10:20
F09	Siedlung 3, Frankfurt (Oder)	0:00	9:34	9:34
F10	Siedlung 5, Frankfurt (Oder)	0:00	7:06	7:06
F11	Siedlung 7, Frankfurt (Oder)	0:00	6:40	6:40
F12	Wulkower Straße 8, Frankfurt (Oder)	0:00	2:37	2:37
F13	Peterhof 7, Frankfurt (Oder)	0:00	7:04	7:04
F14	Peterhof 13, Frankfurt (Oder)	0:00	7:20	7:20
F15	Peterhof 12a, Frankfurt (Oder)	0:00	7:11	7:11
F16	Peterhof 5, Frankfurt (Oder)	0:00	4:33	4:33
L01	Wulkower Dorfstraße 34, Lebus	24:06	11:05	33:10

IO	Adresse	Beschattungsdauern meteorologisch wahrscheinlich [Std./Jahr]		
		VB	ZB	GB
L02	Wulkower Dorfstraße 35, Lebus	11:06	9:08	18:48
L03	Wulkower Dorfstraße 47, Lebus	1:40	3:43	5:08
L04	Wulkower Dorfstraße 17, Lebus	1:37	3:37	4:56
L05	Wulkower Dorfstraße 20, Lebus	2:44	3:59	6:19
L06	Wulkower Dorfstraße 33, Lebus	11:18	8:37	18:38
L07	Wulkower Dorfstraße 23, Lebus	3:07	4:38	7:14
L08	Wulkower Dorfstraße 30, Lebus	7:26	7:32	14:04
L09	Wulkower Dorfstraße 27, Lebus	5:35	5:40	10:31
L10	Wulkower Dorfstraße 25, Lebus	3:22	5:20	8:06
L11	Wulkower Dorfstraße 36, Lebus	10:52	9:07	18:37
L12	Wulkower Dorfstraße 44, Lebus	2:48	4:04	6:34
L13	Wulkower Dorfstraße 38, Lebus	7:54	8:19	15:31
L14	Wulkower Dorfstraße 40, Lebus	3:37	5:29	8:32
L15	Wulkower Dorfstraße 42, Lebus	3:09	4:34	7:19
L16	Wulkower Dorfstraße 46, Lebus	1:41	3:44	5:15
L17	Wulkower Dorfstraße 48, Lebus	1:36	3:33	5:03
L18	Bauernweg 2, Lebus	0:00	2:24	2:24
L19	Wulkower Dorfstraße 15, Lebus	1:29	3:22	4:35
L20	Wulkower Dorfstraße 51, Lebus	0:42	3:13	3:46
L21	Wulkower Dorfstraße 14, Lebus	0:42	1:42	2:24
T01	Frankfurter Str. 14, Treplin	24:35	3:33	28:08

4 Bewertung der Ergebnisse

Am Windparkstandort Wulkow-Booßen wurden für 36 Immissionsorte die Beschattungsdauern durch acht neu geplante WEA sowie 13 Vorbelastungs-WEA entsprechend den WEA-Schattenwurf-Hinweisen [1] berechnet. Die Immissionsrichtwerte der Beschattungsdauern betragen maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag.

IO F10 bis F16, L04, L18 bis L21: An diesen Immissionsorten werden alle Richtwerte eingehalten.

IO L01, L02, L06, L08, L11, L13 und T01: An diesen Immissionsorten werden die Richtwerte bereits durch die Vorbelastung überschritten. Jede weitere Belastung durch periodischen Schattenwurf ist zu vermeiden.

IO F01, F02, F05 bis F09, L03, L05, L07, L09, L10, L12, L14 bis L17: An diesen Immissionsorten wird der Immissionsrichtwert für die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer pro Jahr um maximal 30 Std. überschritten. Der Tagesrichtwert von 30 Min. wird um maximal 3 Min./Tag überschritten.

Aufgrund der berechneten Überschreitungen empfehlen wir die Abschaltung der neu geplanten WEA 1 bis 5 und 7 über eine Abschaltautomatik zu steuern. Eine entsprechende Berechnung, dass so die Richtwerte eingehalten bzw. nicht weiter überschritten werden, befindet sich im Anhang.

Da die in diesem Gutachten betrachteten Immissionsorte exemplarisch ausgewählt wurden, sollten bei Programmierung der Abschaltautomatik alle Wohnhäuser im schattenkritischen Bereich berücksichtigt werden.

Über die Programmierung einer Abschaltautomatik werden die Windenergieanlagen zu den Uhrzeiten abgeschaltet, zu denen ein durch sie hervorgerufener Schattenwurf an einem Immissionspunkt zu einer (weiteren) Überschreitung der o.g. Immissionsrichtwerte führt.

Abschaltautomatiken sind so zu programmieren, dass alle betroffenen Bereiche (Fenster, Balkone usw.) an allen relevanten Immissionspunkten im schattenkritischen Bereich berücksichtigt werden. In der Regel geschieht dies über die Erfassung betroffener Fassaden. Aus den hier (für punktförmige Rezeptoren) angegebenen Zeiten kann *nicht* direkt abgeleitet werden, wie viele Minuten die betreffende WEA tatsächlich abgeschaltet werden muss. Betroffene Gebäudebereiche mit nur seltener oder kurzzeitiger räumlicher Nutzung (z. B. Abstellräume, Toiletten o. ä.) sind in

der Regel nicht zu berücksichtigen. Schlafräume, Wohnräume oder Küchen dagegen sind im Allgemeinen zu den fraglichen Tageszeiten wesentliche Aufenthaltsorte der Bewohner.

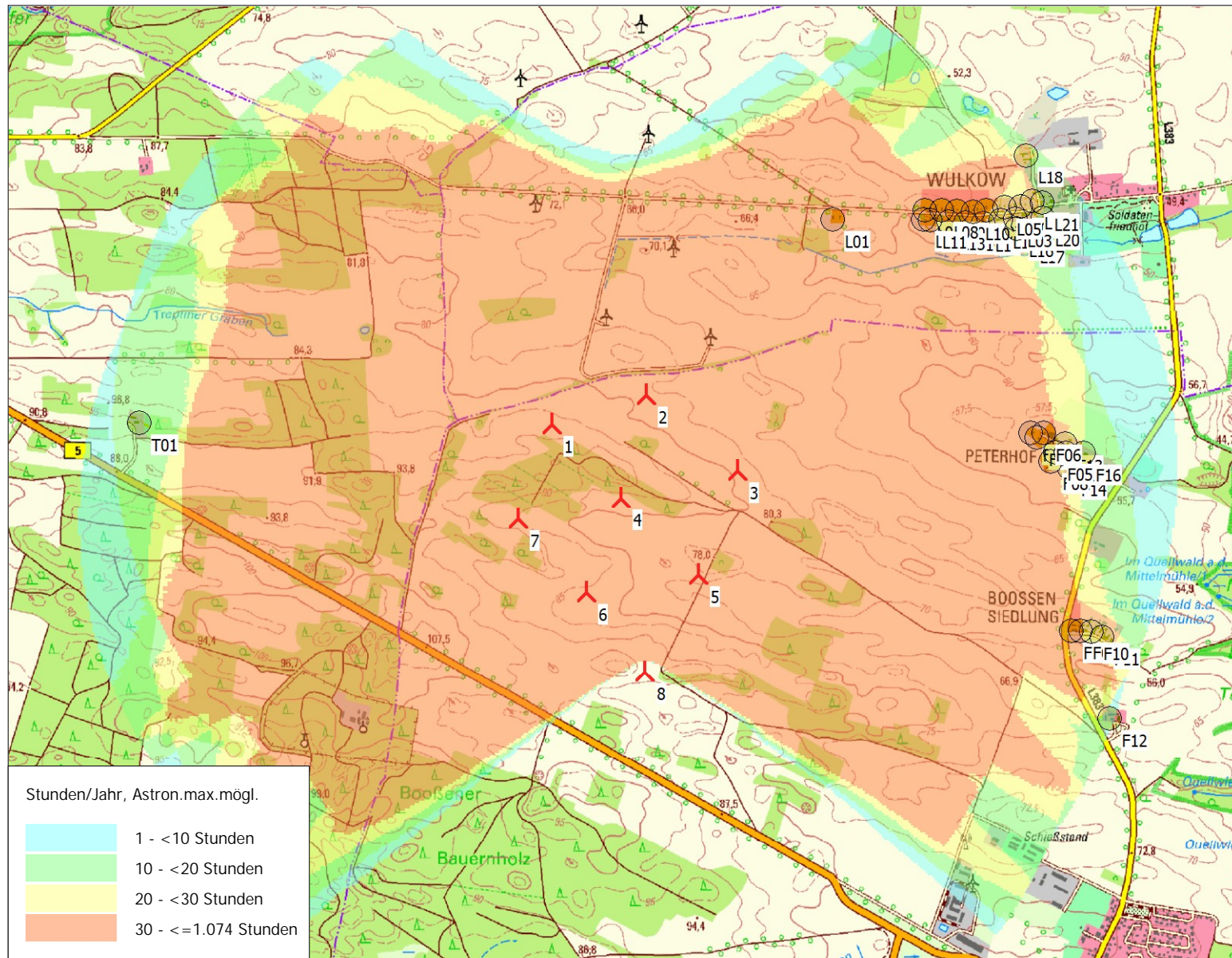
Das erlaubte Kontingent der tatsächlich auftretenden Beschattungszeit (unter Berücksichtigung von Bewölkungsereignissen mit diffusem oder keinem Schattenwurf) pro Immissionsort beträgt 8 Std. / Jahr [1], welches über einen zusätzlichen Bestrahlungsstärkesensor erfasst und berücksichtigt werden kann, jedoch in diesem Gutachten nicht bewertet wird. Der Sensor bewirkt einen Weiterbetrieb der Anlagen bei Umgebungshelligkeiten, in denen kein Schattenwurf auftritt (z. Bsp. bei $I < 120 \text{ W/m}^2$). Darüber hinaus können sichtverschattende Objekte wie dauerhafter Bewuchs, Nebengebäude usw. einen Schattenwurf verhindern, wodurch auf eine Abschaltung für das jeweilige Gebäude verzichtet werden kann. Dies kann am einfachsten nach Errichtung der Anlage mit entsprechenden Fotos dokumentiert und berücksichtigt werden.

5 Quellenverzeichnis

- [1] LAI, Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen Aktualisierung 2019 (WEA-Schattenwurf-Hinweise), Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), 23.01.2020.
- [2] EMD, Software WindPRO, Modul SHADOW, jeweils aktuellste Version, 9220 Aalborg (DK): EMD International A/S, 2019.
- [3] SUA, Ergebnisprotokoll des 3. Fachgesprächs vom 19.11.1999 über Umwelteinwirkungen von Windenergieanlagen, Schleswig: Staatliches Umweltamt Schleswig, 1999.
- [4] geoGLIS_oHG, *onmaps GEOBasis-DE / BKG / NRW*, 2018.
- [5] TK25, Topografische Karte im Maßstab 1:25.000, Landesvermessungsamt des jeweiligen Bundeslandes, aktuellste Version.
- [6] MagicMaps, Tour Explorer DE 8 - amtliche topografische Karten im Maßstab 1:50.000 - Export, MTS Maschinenteknik Schrode AG | Gerhard-Kindler-Straße 8 | 72770 Reutlingen: Quelle der Karten: amtliche Vermessungsämter, 12.06.2018.
- [7] F. J.Pohl, Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Feldstudie, Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 31.07.1999 .
- [8] F. J.Pohl, Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Laborpilotstudie, Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität, 15.05.2000 .
- [9] Freud, Die Reichweite des Schattenwurfs von Windkraftanlagen, H. D. Freud, Umweltforschungsbank UFORDAT, Juni 1999.
- [10] Freund, Effektive Einwirkzeit T_w des Schattenwurfs bei $T_{max} = 30$ h/Jahr, Kiel: H. D. Freud, Institut für Physik und Allgemeine Elektrotechnik, Fachhochschule Kiel, 24.01.2001.

6 Anhang

- Schattenkarten für den Windparkstandort Wulkow-Booßen (Zusatz- und Gesamtbelastung)
 - Stunden pro Jahr (maximal)
 - Minuten pro Tag (maximal)
- Berechnungsergebnisse der Beschattungsdauern an den Immissionsorten
 - Vor- und Zusatzbelastung:
 - Hauptergebnis
 - Gesamtbelastung:
 - Hauptergebnis
 - tabellarische Kalender
 - grafische Kalender
- Berechnung der Beschattungsdauern unter Berücksichtigung einer Abschaltautomatik
 - Hauptergebnis
- Akkreditierung
- Theoretische Grundlagen



Projekt:
 17-1-3020-006
 Beschreibung:
 Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
 Märkisch-Oderland, Brandenburg

**SHADOW -
 Karte**
 Berechnung:
 Zusatzbelastung

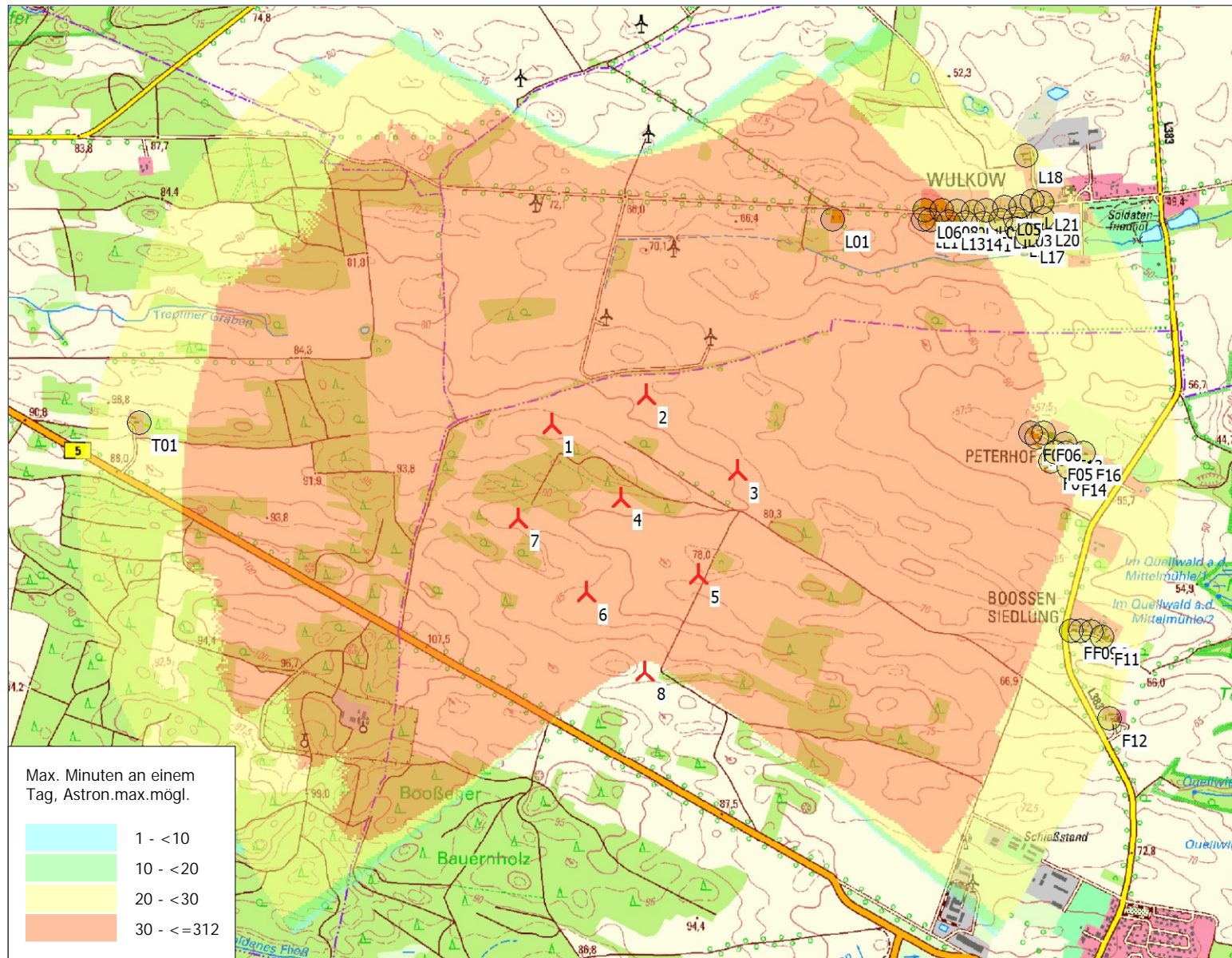
Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
 Berechnet:
 22.03.2021 20:46/3.4.415



0 250 500 750 1000m
 Karte: Bitmap-Karte: tk 25 komplett.tif , Maßstab 1:25.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 462.010 Nord: 5.804.790
 Neue WEA Schattenrezeptor
 Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: DGM5.wpg (1)





Projekt:
 17-1-3020-006
 Beschreibung:
 Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
 Märkisch-Oderland, Brandenburg

SHADOW - Karte
 Berechnung:
 Zusatzbelastung

Lizenziertes Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com
 Berechnet:
 22.03.2021 20:46/3.4.415



0 250 500 750 1000m
 Karte: Bitmap-Karte: tk 25 komplett.tif , Maßstab 1:25.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 462.010 Nord: 5.804.790
 Neue WEA Schattenrezeptor
 Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: DGM5.wpg (1)



Projekt:
17-1-3020-006

Beschreibung:
Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland,
Brandenburg

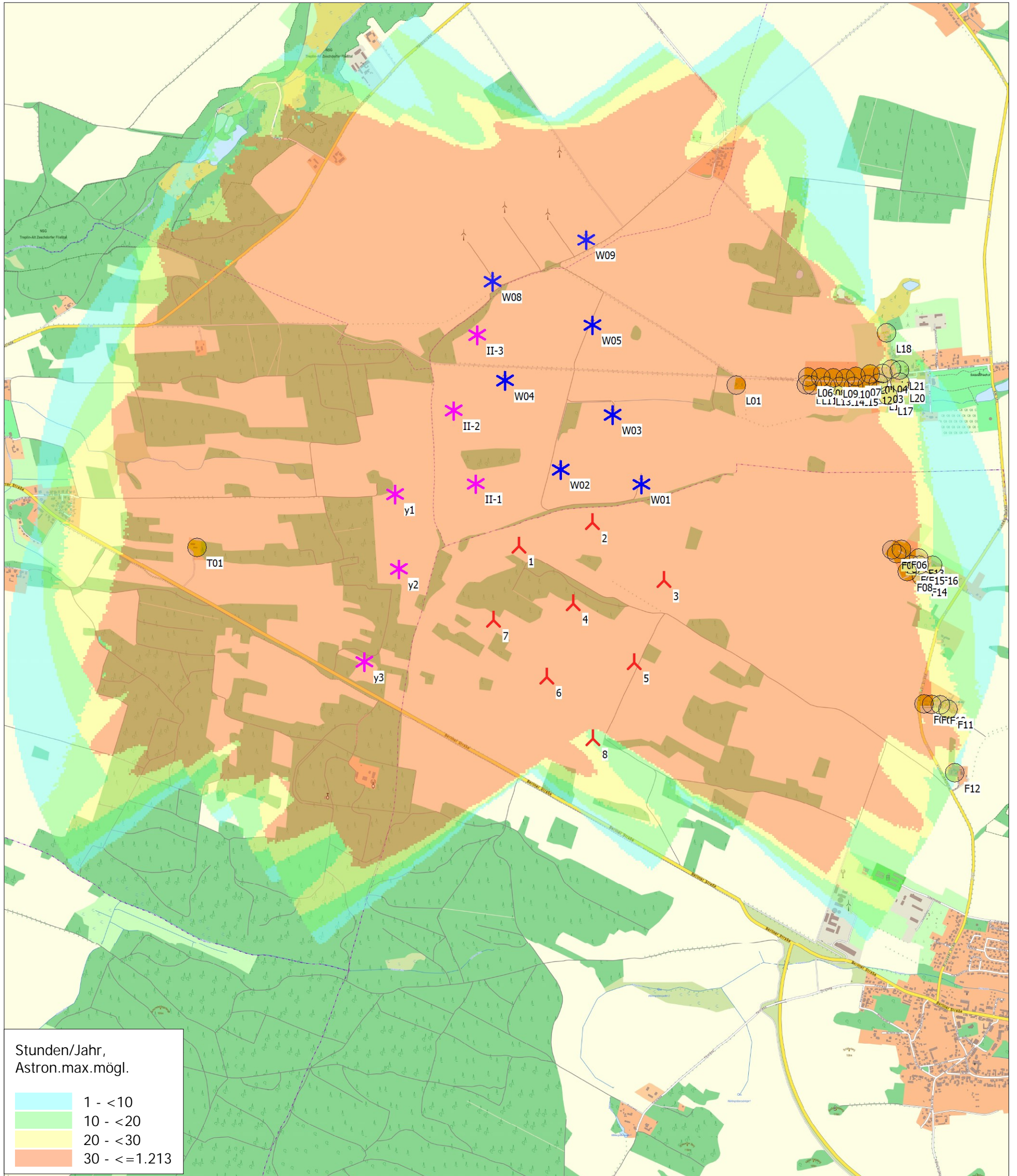
Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com
Berechnet:
22.03.2021 17:41/3.4.415

SHADOW - Karte

Berechnung: Gesamtbelastung



0 250 500 750 1000m

Karte: onmaps TK , Maßstab 1:20.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 461.653 Nord: 5.804.824

▲ Neue WEA * Existierende WEA ● Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: DGM5.wpg (1)

Projekt:
17-1-3020-006

Beschreibung:
Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland,
Brandenburg

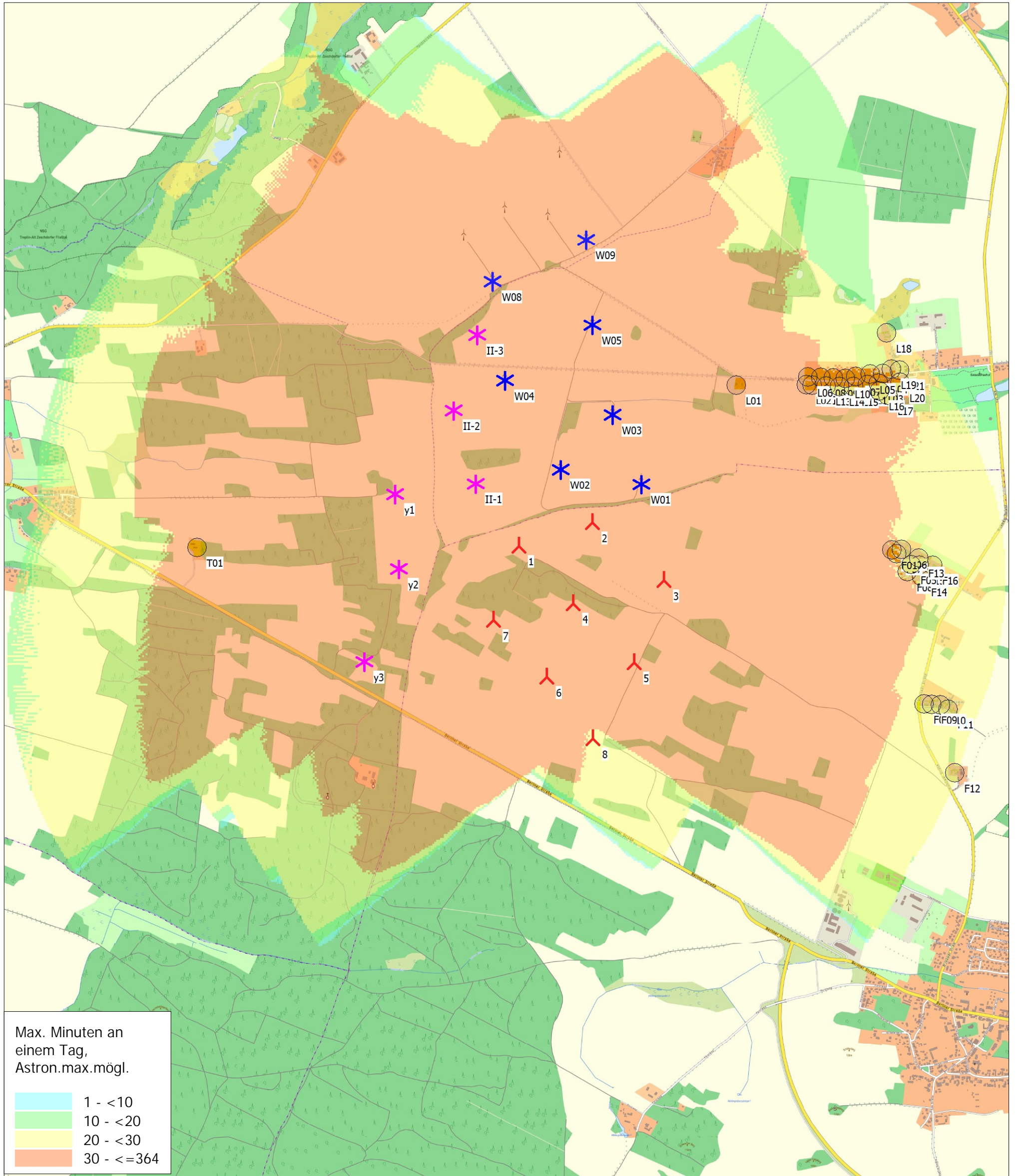
Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com
Berechnet:
22.03.2021 17:41/3.4.415

SHADOW - Karte

Berechnung: Gesamtbelastung



0 250 500 750 1000m

Karte: onmaps TK , Maßstab 1:20.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 461.653 Nord: 5.804.824

▲ Neue WEA * Existierende WEA ● Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: DGM5.wpg (1)

Projekt: 17-1-3020-006
 Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com
 Berechnet: 22.03.2021 17:06/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung
 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) [POTSDAM]
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
 332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

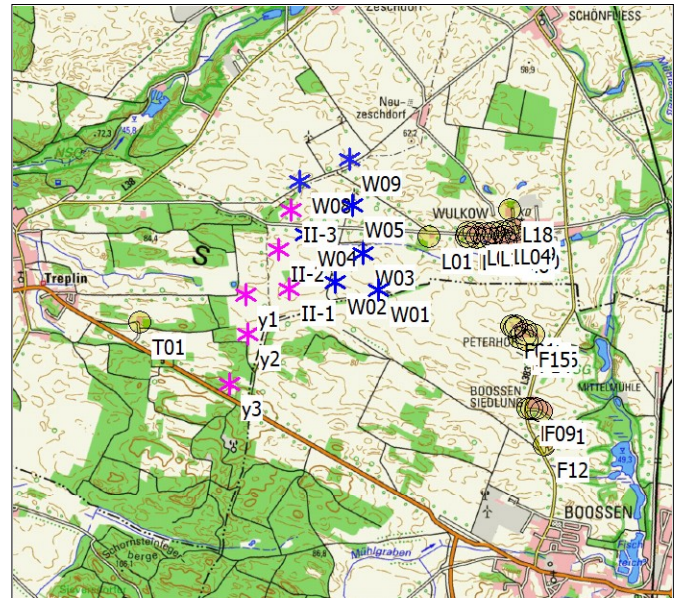
Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:

Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: DGM5.wpg (1)
 Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
 Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
 Rasterauflösung: 1,0 m

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

WEA

	Ost Nord Z			Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
II-1	461.477	5.805.366	74,0	GE WIND ENERGY 6.0...	Ja	GE WIND ENERGY	6.0-164-6.000	6.000	164,0	167,0	1.815	9,7
II-2	461.364	5.805.756	78,5	GE WIND ENERGY 6.0...	Ja	GE WIND ENERGY	6.0-164-6.000	6.000	164,0	167,0	1.815	9,7
II-3	461.491	5.806.154	74,4	GE WIND ENERGY 6.0...	Ja	GE WIND ENERGY	6.0-164-6.000	6.000	164,0	167,0	1.815	9,7
W01	462.357	5.805.357	70,9	VESTAS V90 2000 90.0...	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W02	461.930	5.805.439	74,7	VESTAS V90 2000 90.0...	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W03	462.207	5.805.726	68,5	VESTAS V90 2000 90.0...	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W04	461.637	5.805.914	74,1	VESTAS V90 2000 90.0...	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W05	462.103	5.806.203	65,4	VESTAS V90 2000 90.0...	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W08	461.576	5.806.439	72,3	ENERCON E-82 2000 8...	Nein	ENERCON	E-82-2.000	2.000	82,0	138,4	1.547	19,5
W09	462.075	5.806.655	66,7	VESTAS V90 2000 90.0...	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
y1	461.048	5.805.313	82,6	VESTAS V150-5.6 560...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	169,0	1.897	12,6
y2	461.066	5.804.918	91,8	VESTAS V150-5.6 560...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	169,0	1.897	12,6
y3	460.878	5.804.428	100,7	VESTAS V150-5.6 560...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	169,0	1.897	12,6



Maßstab 1:75.000
 * Existierende WEA 🟡 Schattenrezeptor

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe ü.Gr. [m]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)	
										ü.Gr. [m]	ü.Gr. [m]
F01	Peterhof 9b, Frankfurt (Oder)	463.685	5.804.999	59,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
F02	Siedlung 1, Frankfurt (Oder)	463.851	5.804.180	66,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
F05	Peterhof 10, Frankfurt (Oder)	463.786	5.804.920	59,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
F06	Peterhof 8b, Frankfurt (Oder)	463.737	5.805.000	60,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
F07	Peterhof 9a, Frankfurt (Oder)	463.711	5.804.979	60,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
F08	Peterhof 11, Frankfurt (Oder)	463.766	5.804.882	59,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
F09	Siedlung 3, Frankfurt (Oder)	463.890	5.804.179	67,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
F10	Siedlung 5, Frankfurt (Oder)	463.936	5.804.176	67,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
F11	Siedlung 7, Frankfurt (Oder)	463.979	5.804.153	68,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
F12	Wulkower Straße 8, Frankfurt (Oder)	464.011	5.803.814	71,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
F13	Peterhof 7, Frankfurt (Oder)	463.827	5.804.953	58,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
F14	Peterhof 13, Frankfurt (Oder)	463.842	5.804.856	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
F15	Peterhof 12a, Frankfurt (Oder)	463.830	5.804.916	59,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
F16	Peterhof 5, Frankfurt (Oder)	463.902	5.804.915	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
L01	Wulkower Dorfstraße 34, Lebus	462.866	5.805.880	63,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0
L02	Wulkower Dorfstraße 35, Lebus	463.239	5.805.880	60,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt: 17-1-3020-006
 Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com
 Berechnet: 22.03.2021 17:06/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

...(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]	[°]		[m]
L03	Wulkower Dorfstraße 47, Lebus	463.622	5.805.884	55,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L04	Wulkower Dorfstraße 17, Lebus	463.644	5.805.936	53,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L05	Wulkower Dorfstraße 20, Lebus	463.577	5.805.932	54,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L06	Wulkower Dorfstraße 33, Lebus	463.247	5.805.920	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L07	Wulkower Dorfstraße 23, Lebus	463.500	5.805.920	58,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L08	Wulkower Dorfstraße 30, Lebus	463.316	5.805.918	61,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L09	Wulkower Dorfstraße 27, Lebus	463.381	5.805.915	61,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L10	Wulkower Dorfstraße 25, Lebus	463.445	5.805.912	60,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L11	Wulkower Dorfstraße 36, Lebus	463.270	5.805.877	61,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L12	Wulkower Dorfstraße 44, Lebus	463.561	5.805.876	57,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L13	Wulkower Dorfstraße 38, Lebus	463.344	5.805.872	59,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L14	Wulkower Dorfstraße 40, Lebus	463.415	5.805.868	59,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L15	Wulkower Dorfstraße 42, Lebus	463.489	5.805.866	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L16	Wulkower Dorfstraße 46, Lebus	463.626	5.805.843	56,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L17	Wulkower Dorfstraße 48, Lebus	463.672	5.805.817	54,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L18	Bauernweg 2, Lebus	463.666	5.806.149	51,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L19	Wulkower Dorfstraße 15, Lebus	463.691	5.805.958	53,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L20	Wulkower Dorfstraße 51, Lebus	463.734	5.805.887	54,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L21	Wulkower Dorfstraße 14, Lebus	463.733	5.805.951	53,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T01	Frankfurter Str. 14, Treplin	459.996	5.805.040	94,4	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]	
F01	Peterhof 9b, Frankfurt (Oder)	4:25	22	0:16	1:13	
F02	Siedlung 1, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00	0:00	
F05	Peterhof 10, Frankfurt (Oder)	3:42	21	0:15	1:01	
F06	Peterhof 8b, Frankfurt (Oder)	3:56	22	0:15	1:05	
F07	Peterhof 9a, Frankfurt (Oder)	4:16	23	0:15	1:11	
F08	Peterhof 11, Frankfurt (Oder)	3:59	23	0:15	1:07	
F09	Siedlung 3, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00	0:00	
F10	Siedlung 5, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00	0:00	
F11	Siedlung 7, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00	0:00	
F12	Wulkower Straße 8, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00	0:00	
F13	Peterhof 7, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00	0:00	
F14	Peterhof 13, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00	0:00	
F15	Peterhof 12a, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00	0:00	
F16	Peterhof 5, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00	0:00	
L01	Wulkower Dorfstraße 34, Lebus	103:45	261	0:49	24:06	
L02	Wulkower Dorfstraße 35, Lebus	43:50	174	0:25	11:06	
L03	Wulkower Dorfstraße 47, Lebus	7:24	39	0:15	1:40	
L04	Wulkower Dorfstraße 17, Lebus	7:13	38	0:15	1:37	
L05	Wulkower Dorfstraße 20, Lebus	11:15	60	0:16	2:44	
L06	Wulkower Dorfstraße 33, Lebus	45:07	181	0:27	11:18	
L07	Wulkower Dorfstraße 23, Lebus	12:47	63	0:17	3:07	
L08	Wulkower Dorfstraße 30, Lebus	30:02	144	0:19	7:26	
L09	Wulkower Dorfstraße 27, Lebus	22:07	109	0:18	5:35	
L10	Wulkower Dorfstraße 25, Lebus	13:52	67	0:18	3:22	
L11	Wulkower Dorfstraße 36, Lebus	42:41	174	0:24	10:52	
L12	Wulkower Dorfstraße 44, Lebus	11:30	61	0:16	2:48	
L13	Wulkower Dorfstraße 38, Lebus	31:24	153	0:19	7:54	
L14	Wulkower Dorfstraße 40, Lebus	14:52	69	0:18	3:37	
L15	Wulkower Dorfstraße 42, Lebus	13:00	65	0:17	3:09	
L16	Wulkower Dorfstraße 46, Lebus	7:27	40	0:16	1:41	
L17	Wulkower Dorfstraße 48, Lebus	6:59	37	0:15	1:36	
L18	Bauernweg 2, Lebus	0:00	0	0:00	0:00	
L19	Wulkower Dorfstraße 15, Lebus	6:39	37	0:14	1:29	
L20	Wulkower Dorfstraße 51, Lebus	3:22	18	0:14	0:42	
L21	Wulkower Dorfstraße 14, Lebus	3:23	19	0:14	0:42	
T01	Frankfurter Str. 14, Treplin	92:04	224	0:33	24:35	

Projekt:

17-1-3020-006

Beschreibung:

Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel-
Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com

Berechnet:

22.03.2021 17:06/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
II-1	GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 !O! NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (28)	22:31	5:55
II-2	GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 !O! NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (26)	38:06	11:15
II-3	GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 !O! NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (27)	20:29	5:48
W01	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (11)	59:36	11:15
W02	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (12)	14:28	3:05
W03	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (13)	28:23	6:57
W04	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (14)	4:52	1:16
W05	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (15)	33:14	9:25
W08	ENERCON E-82 2000 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (22)	5:09	1:28
W09	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (17)	22:02	5:53
y1	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:244,0 m) (23)	23:02	7:11
y2	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:244,0 m) (24)	16:46	4:09
y3	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:244,0 m) (25)	19:21	3:14

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: 17-1-3020-006
 Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com
 Berechnet: 22.03.2021 16:51/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung
 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) [POTSDAM]
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
 Terraindaten: ATLAS 12 Sektoren; Radius: 20.000 m (9)

Betriebsdauer je Sektor
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
 332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208
 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: DGM5.wpg (1)
 Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
 Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
 Rasterauflösung: 1,0 m

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

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	461.705	5.805.033	87,0	GE WIND ENERG...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
2	462.096	5.805.155	76,9	GE WIND ENERG...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
3	462.473	5.804.844	78,9	GE WIND ENERG...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
4	461.991	5.804.727	83,0	GE WIND ENERG...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
5	462.311	5.804.412	75,8	GE WIND ENERG...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
6	461.846	5.804.339	84,1	GE WIND ENERG...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
7	461.565	5.804.644	85,7	GE WIND ENERG...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
8	462.090	5.804.010	92,6	GE WIND ENERG...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7



Maßstab 1:75.000
 Neue WEA (red triangle)
 Schattenrezeptor (yellow circle)

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)	
										[m]	[m]
F01	Peterhof 9b, Frankfurt (Oder)	463.685	5.804.999	59,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
F02	Siedlung 1, Frankfurt (Oder)	463.851	5.804.180	66,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
F05	Peterhof 10, Frankfurt (Oder)	463.786	5.804.920	59,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
F06	Peterhof 8b, Frankfurt (Oder)	463.737	5.805.000	60,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
F07	Peterhof 9a, Frankfurt (Oder)	463.711	5.804.979	60,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
F08	Peterhof 11, Frankfurt (Oder)	463.766	5.804.882	59,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
F09	Siedlung 3, Frankfurt (Oder)	463.890	5.804.179	67,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
F10	Siedlung 5, Frankfurt (Oder)	463.936	5.804.176	67,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
F11	Siedlung 7, Frankfurt (Oder)	463.979	5.804.153	68,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
F12	Wulkower Straße 8, Frankfurt (Oder)	464.011	5.803.814	71,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
F13	Peterhof 7, Frankfurt (Oder)	463.827	5.804.953	58,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
F14	Peterhof 13, Frankfurt (Oder)	463.842	5.804.856	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
F15	Peterhof 12a, Frankfurt (Oder)	463.830	5.804.916	59,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
F16	Peterhof 5, Frankfurt (Oder)	463.902	5.804.915	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
L01	Wulkower Dorfstraße 34, Lebus	462.866	5.805.880	63,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
L02	Wulkower Dorfstraße 35, Lebus	463.239	5.805.880	60,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
L03	Wulkower Dorfstraße 47, Lebus	463.622	5.805.884	55,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0
L04	Wulkower Dorfstraße 17, Lebus	463.644	5.805.936	53,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"		2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

17-1-3020-006

Beschreibung:

Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com

Berechnet:

22.03.2021 16:51/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

...(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]
L05	Wulkower Dorfstraße 20, Lebus	463.577	5.805.932	54,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L06	Wulkower Dorfstraße 33, Lebus	463.247	5.805.920	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L07	Wulkower Dorfstraße 23, Lebus	463.500	5.805.920	58,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L08	Wulkower Dorfstraße 30, Lebus	463.316	5.805.918	61,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L09	Wulkower Dorfstraße 27, Lebus	463.381	5.805.915	61,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L10	Wulkower Dorfstraße 25, Lebus	463.445	5.805.912	60,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L11	Wulkower Dorfstraße 36, Lebus	463.270	5.805.877	61,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L12	Wulkower Dorfstraße 44, Lebus	463.561	5.805.876	57,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L13	Wulkower Dorfstraße 38, Lebus	463.344	5.805.872	59,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L14	Wulkower Dorfstraße 40, Lebus	463.415	5.805.868	59,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L15	Wulkower Dorfstraße 42, Lebus	463.489	5.805.866	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L16	Wulkower Dorfstraße 46, Lebus	463.626	5.805.843	56,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L17	Wulkower Dorfstraße 48, Lebus	463.672	5.805.817	54,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L18	Bauernweg 2, Lebus	463.666	5.806.149	51,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L19	Wulkower Dorfstraße 15, Lebus	463.691	5.805.958	53,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L20	Wulkower Dorfstraße 51, Lebus	463.734	5.805.887	54,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L21	Wulkower Dorfstraße 14, Lebus	463.733	5.805.951	53,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T01	Frankfurter Str. 14, Treplin	459.996	5.805.040	94,4	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]	
F01	Peterhof 9b, Frankfurt (Oder)	36:44	109	0:29	9:07	
F02	Siedlung 1, Frankfurt (Oder)	38:51	129	0:25	10:43	
F05	Peterhof 10, Frankfurt (Oder)	33:55	104	0:27	8:37	
F06	Peterhof 8b, Frankfurt (Oder)	34:08	105	0:28	8:26	
F07	Peterhof 9a, Frankfurt (Oder)	35:47	108	0:29	8:56	
F08	Peterhof 11, Frankfurt (Oder)	35:43	104	0:28	9:11	
F09	Siedlung 3, Frankfurt (Oder)	34:37	118	0:25	9:34	
F10	Siedlung 5, Frankfurt (Oder)	25:05	83	0:24	7:06	
F11	Siedlung 7, Frankfurt (Oder)	23:31	80	0:23	6:40	
F12	Wulkower Straße 8, Frankfurt (Oder)	9:03	34	0:21	2:37	
F13	Peterhof 7, Frankfurt (Oder)	28:08	89	0:27	7:04	
F14	Peterhof 13, Frankfurt (Oder)	28:12	87	0:26	7:20	
F15	Peterhof 12a, Frankfurt (Oder)	28:11	89	0:27	7:11	
F16	Peterhof 5, Frankfurt (Oder)	18:39	60	0:25	4:33	
L01	Wulkower Dorfstraße 34, Lebus	84:15	116	1:00	11:05	
L02	Wulkower Dorfstraße 35, Lebus	64:32	126	0:45	9:08	
L03	Wulkower Dorfstraße 47, Lebus	23:15	77	0:25	3:43	
L04	Wulkower Dorfstraße 17, Lebus	23:01	79	0:24	3:37	
L05	Wulkower Dorfstraße 20, Lebus	26:02	84	0:25	3:59	
L06	Wulkower Dorfstraße 33, Lebus	61:46	124	0:45	8:37	
L07	Wulkower Dorfstraße 23, Lebus	31:29	100	0:26	4:38	
L08	Wulkower Dorfstraße 30, Lebus	55:48	124	0:43	7:32	
L09	Wulkower Dorfstraße 27, Lebus	40:47	110	0:28	5:40	
L10	Wulkower Dorfstraße 25, Lebus	37:38	114	0:27	5:20	
L11	Wulkower Dorfstraße 36, Lebus	64:34	127	0:44	9:07	
L12	Wulkower Dorfstraße 44, Lebus	25:56	84	0:26	4:04	
L13	Wulkower Dorfstraße 38, Lebus	61:02	128	0:45	8:19	
L14	Wulkower Dorfstraße 40, Lebus	37:52	116	0:28	5:29	
L15	Wulkower Dorfstraße 42, Lebus	29:54	93	0:27	4:34	
L16	Wulkower Dorfstraße 46, Lebus	22:52	75	0:25	3:44	
L17	Wulkower Dorfstraße 48, Lebus	21:00	69	0:25	3:33	
L18	Bauernweg 2, Lebus	20:36	68	0:22	2:24	
L19	Wulkower Dorfstraße 15, Lebus	21:17	76	0:23	3:22	
L20	Wulkower Dorfstraße 51, Lebus	19:32	67	0:23	3:13	
L21	Wulkower Dorfstraße 14, Lebus	12:43	44	0:23	1:42	
T01	Frankfurter Str. 14, Treplin	15:09	55	0:22	3:33	

Projekt:

17-1-3020-006

Beschreibung:

Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel-
Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com

Berechnet:

22.03.2021 16:51/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
1	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (29)	31:50	6:22
2	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (24)	81:34	16:11
3	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (25)	157:16	27:06
4	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (28)	62:30	9:24
5	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (30)	53:24	12:01
6	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (27)	0:00	0:00
7	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (26)	21:26	3:25
8	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (23)	7:04	1:45

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: 17-1-3020-006
 Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com
 Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung
 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

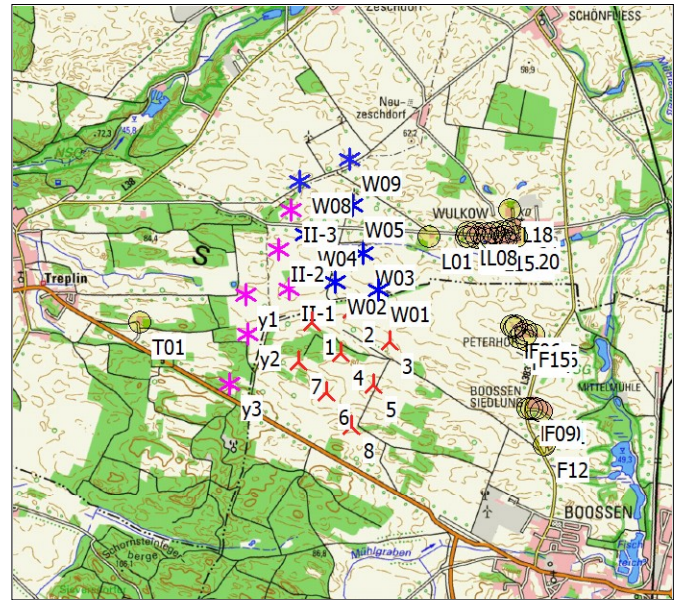
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
 332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

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: DGM5.wpg (1)
 Hindernisse in Berechnung nicht 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
 Neue WEA (red triangle), Existierende WEA (blue asterisk), Schattenrezeptor (yellow circle)

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktuell	WEA-Typ	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
												Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	461.705	5.805.033	87,0	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust	700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
2	462.096	5.805.155	76,9	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust	700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
3	462.473	5.804.844	78,9	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust	700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
4	461.991	5.804.727	83,0	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust	700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
5	462.311	5.804.412	75,8	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust	700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
6	461.846	5.804.339	84,1	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust	700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
7	461.565	5.804.644	85,7	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust	700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
8	462.090	5.804.010	92,6	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust	700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
II-1	461.477	5.805.366	74,0	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	6.0-164-6.000		6.000	164,0	167,0	1.815	9,7
II-2	461.364	5.805.756	78,5	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	6.0-164-6.000		6.000	164,0	167,0	1.815	9,7
II-3	461.491	5.806.154	74,4	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	6.0-164-6.000		6.000	164,0	167,0	1.815	9,7
W01	462.357	5.805.357	70,9	VESTAS V90 ...	Ja	VESTAS	V90-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W02	461.930	5.805.439	74,7	VESTAS V90 ...	Ja	VESTAS	V90-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W03	462.207	5.805.726	68,5	VESTAS V90 ...	Ja	VESTAS	V90-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W04	461.637	5.805.914	74,1	VESTAS V90 ...	Ja	VESTAS	V90-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W05	462.103	5.806.203	65,4	VESTAS V90 ...	Ja	VESTAS	V90-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W08	461.576	5.806.439	72,3	ENERCON E-...	Nein	ENERCON	E-82-2.000		2.000	82,0	138,4	1.547	19,5
W09	462.075	5.806.655	66,7	VESTAS V90 ...	Ja	VESTAS	V90-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
y1	461.048	5.805.313	82,6	VESTAS V15...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600		5.600	150,0	169,0	1.897	12,6
y2	461.066	5.804.918	91,8	VESTAS V15...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600		5.600	150,0	169,0	1.897	12,6
y3	460.878	5.804.428	100,7	VESTAS V15...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600		5.600	150,0	169,0	1.897	12,6

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
F01	Peterhof 9b, Frankfurt (Oder)	463.685	5.804.999	59,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F02	Siedlung 1, Frankfurt (Oder)	463.851	5.804.180	66,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F05	Peterhof 10, Frankfurt (Oder)	463.786	5.804.920	59,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F06	Peterhof 8b, Frankfurt (Oder)	463.737	5.805.000	60,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F07	Peterhof 9a, Frankfurt (Oder)	463.711	5.804.979	60,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F08	Peterhof 11, Frankfurt (Oder)	463.766	5.804.882	59,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F09	Siedlung 3, Frankfurt (Oder)	463.890	5.804.179	67,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F10	Siedlung 5, Frankfurt (Oder)	463.936	5.804.176	67,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt: 17-1-3020-006
 Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com
 Berechnet:
 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

...(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]
F11	Siedlung 7, Frankfurt (Oder)	463.979	5.804.153	68,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F12	Wulkower Straße 8, Frankfurt (Oder)	464.011	5.803.814	71,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F13	Peterhof 7, Frankfurt (Oder)	463.827	5.804.953	58,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F14	Peterhof 13, Frankfurt (Oder)	463.842	5.804.856	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F15	Peterhof 12a, Frankfurt (Oder)	463.830	5.804.916	59,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F16	Peterhof 5, Frankfurt (Oder)	463.902	5.804.915	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L01	Wulkower Dorfstraße 34, Lebus	462.866	5.805.880	63,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L02	Wulkower Dorfstraße 35, Lebus	463.239	5.805.880	60,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L03	Wulkower Dorfstraße 47, Lebus	463.622	5.805.884	55,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L04	Wulkower Dorfstraße 17, Lebus	463.644	5.805.936	53,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L05	Wulkower Dorfstraße 20, Lebus	463.577	5.805.932	54,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L06	Wulkower Dorfstraße 33, Lebus	463.247	5.805.920	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L07	Wulkower Dorfstraße 23, Lebus	463.500	5.805.920	58,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L08	Wulkower Dorfstraße 30, Lebus	463.316	5.805.918	61,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L09	Wulkower Dorfstraße 27, Lebus	463.381	5.805.915	61,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L10	Wulkower Dorfstraße 25, Lebus	463.445	5.805.912	60,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L11	Wulkower Dorfstraße 36, Lebus	463.270	5.805.877	61,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L12	Wulkower Dorfstraße 44, Lebus	463.561	5.805.876	57,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L13	Wulkower Dorfstraße 38, Lebus	463.344	5.805.872	59,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L14	Wulkower Dorfstraße 40, Lebus	463.415	5.805.868	59,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L15	Wulkower Dorfstraße 42, Lebus	463.489	5.805.866	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L16	Wulkower Dorfstraße 46, Lebus	463.626	5.805.843	56,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L17	Wulkower Dorfstraße 48, Lebus	463.672	5.805.817	54,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L18	Bauernweg 2, Lebus	463.666	5.806.149	51,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L19	Wulkower Dorfstraße 15, Lebus	463.691	5.805.958	53,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L20	Wulkower Dorfstraße 51, Lebus	463.734	5.805.887	54,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L21	Wulkower Dorfstraße 14, Lebus	463.733	5.805.951	53,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T01	Frankfurter Str. 14, Treplin	459.996	5.805.040	94,4	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]
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
F01	Peterhof 9b, Frankfurt (Oder)	41:09	131	0:29	10:21	
F02	Siedlung 1, Frankfurt (Oder)	38:51	129	0:25	10:43	
F05	Peterhof 10, Frankfurt (Oder)	37:37	124	0:27	9:40	
F06	Peterhof 8b, Frankfurt (Oder)	38:04	125	0:28	9:33	
F07	Peterhof 9a, Frankfurt (Oder)	40:03	129	0:29	10:08	
F08	Peterhof 11, Frankfurt (Oder)	39:42	127	0:28	10:20	
F09	Siedlung 3, Frankfurt (Oder)	34:37	118	0:25	9:34	
F10	Siedlung 5, Frankfurt (Oder)	25:05	83	0:24	7:06	
F11	Siedlung 7, Frankfurt (Oder)	23:31	80	0:23	6:40	
F12	Wulkower Straße 8, Frankfurt (Oder)	9:03	34	0:21	2:37	
F13	Peterhof 7, Frankfurt (Oder)	28:08	89	0:27	7:04	
F14	Peterhof 13, Frankfurt (Oder)	28:12	87	0:26	7:20	
F15	Peterhof 12a, Frankfurt (Oder)	28:11	89	0:27	7:11	
F16	Peterhof 5, Frankfurt (Oder)	18:39	60	0:25	4:33	
L01	Wulkower Dorfstraße 34, Lebus	173:26	316	1:01	33:10	
L02	Wulkower Dorfstraße 35, Lebus	100:40	271	0:45	18:48	
L03	Wulkower Dorfstraße 47, Lebus	29:28	95	0:31	5:08	
L04	Wulkower Dorfstraße 17, Lebus	28:46	97	0:29	4:56	
L05	Wulkower Dorfstraße 20, Lebus	35:24	123	0:30	6:19	
L06	Wulkower Dorfstraße 33, Lebus	99:24	275	0:45	18:38	
L07	Wulkower Dorfstraße 23, Lebus	41:50	140	0:30	7:14	
L08	Wulkower Dorfstraße 30, Lebus	80:58	241	0:43	14:04	
L09	Wulkower Dorfstraße 27, Lebus	59:07	193	0:31	10:31	
L10	Wulkower Dorfstraße 25, Lebus	48:34	157	0:31	8:06	
L11	Wulkower Dorfstraße 36, Lebus	99:58	272	0:44	18:37	
L12	Wulkower Dorfstraße 44, Lebus	35:58	123	0:32	6:34	
L13	Wulkower Dorfstraße 38, Lebus	88:44	254	0:45	15:31	
L14	Wulkower Dorfstraße 40, Lebus	50:01	160	0:33	8:32	
L15	Wulkower Dorfstraße 42, Lebus	40:59	134	0:32	7:19	
L16	Wulkower Dorfstraße 46, Lebus	29:29	95	0:32	5:15	

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

17-1-3020-006

Beschreibung:

Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel-
Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com

Berechnet:

22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]	Stunden/Jahr [h/a]	
L17	Wulkower Dorfstraße 48, Lebus	27:28	88	0:32	5:03	
L18	Bauernweg 2, Lebus	20:36	68	0:22	2:24	
L19	Wulkower Dorfstraße 15, Lebus	26:36	94	0:28	4:35	
L20	Wulkower Dorfstraße 51, Lebus	22:10	67	0:30	3:46	
L21	Wulkower Dorfstraße 14, Lebus	16:06	63	0:23	2:24	
T01	Frankfurter Str. 14, Treplin	107:13	253	0:53	28:08	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name		Maximal	Erwartet
			[h/a]	[h/a]
1	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O!	NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (29)	31:50	6:22
2	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O!	NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (24)	81:34	16:11
3	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O!	NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (25)	157:16	27:06
4	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O!	NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (28)	62:30	9:24
5	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O!	NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (30)	53:24	12:01
6	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O!	NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (27)	0:00	0:00
7	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O!	NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (26)	21:26	3:25
8	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O!	NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (23)	7:04	1:45
II-1	GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 !O!	NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (28)	22:31	5:55
II-2	GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 !O!	NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (26)	38:06	11:15
II-3	GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 !O!	NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (27)	20:29	5:48
W01	VESTAS V90 2000 90.0 !O!	NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (11)	59:36	11:15
W02	VESTAS V90 2000 90.0 !O!	NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (12)	14:28	3:05
W03	VESTAS V90 2000 90.0 !O!	NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (13)	28:23	6:57
W04	VESTAS V90 2000 90.0 !O!	NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (14)	4:52	1:16
W05	VESTAS V90 2000 90.0 !O!	NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (15)	33:14	9:25
W08	ENERCON E-82 2000 82.0 !O!	NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (22)	5:09	1:28
W09	VESTAS V90 2000 90.0 !O!	NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (17)	22:02	5:53
y1	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O!	NH: 169,0 m (Ges:244,0 m) (23)	23:02	7:11
y2	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O!	NH: 169,0 m (Ges:244,0 m) (24)	16:46	4:09
y3	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O!	NH: 169,0 m (Ges:244,0 m) (25)	19:21	3:14

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: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: F01 - Peterhof 9b, Frankfurt (Oder) Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM] Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 13 columns: N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW, Summe. Values: 332, 274, 502, 781, 621, 486, 569, 872, 1.221, 1.201, 815, 534, 8.208

Main data table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the year, containing solar position and shadow data.

Summary table with rows for 'Sonneneinstrahlung', 'astr. max. mögl. Beschattung', 'Red. Sonneneinstrahlung', 'Reduktion Betriebsdauer', 'Reduktion Windrichtung', 'Gesamte Reduktion', 'Met. wahrsch. Beschattung' and columns for months and total values.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat | Sonnenaufgang (SS:MM) | Sonnenuntergang (SS:MM) | Minuten mit Schatten | Zeitpunkt (SS:MM) | Schattenanfang | Zeitpunkt (SS:MM) | Schattendecke | (WEA mit erstem Schatten) | (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: GesamtbelastungSchattenrezeptor: F02 - Siedlung 1, Frankfurt (Oder)
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Table with 12 columns (Jan to Dez) and 1 row of values: 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 13 columns (N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW, Summe) and 1 row of values: 332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Main data table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the year, containing solar position and shadow data.

Summary table with rows for 'Sonnenscheinstunden', 'astr.max.mögl.Beschattung', 'Red.Sonnenscheinwahrsch.', 'Reduktion Betriebsdauer', 'Reduktion Windrichtung', 'Gesamte Reduktion', 'Met.wahrsch.Beschattung' and columns for months.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Table with 4 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Minuten mit Schatten, Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang, Zeitpunkt (SS:MM) Schattende, (WEA mit erstem Schatten), (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: F05 - Peterhof 10, Frankfurt (Oder)
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the year, containing solar position and shadow data.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat | Sonnenaufgang (SS:MM) | Sonnenuntergang (SS:MM) | Minuten mit Schatten | Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten) | Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: F06 - Peterhof 8b, Frankfurt (Oder)
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Table with 12 columns (Jan to Dez) and 1 row of values: 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 13 columns (N to Summe) and 1 row of values: 332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Main data table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the year, containing solar position and shadow data.

Summary table with 13 columns (Sonnenscheinstunden to Met. wahrsch. Beschattung) and 1 row of values.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Table with 4 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Minuten mit Schatten, Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang, Zeitpunkt (SS:MM) Schattende, (WEA mit erstem Schatten), (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: F07 - Peterhof 9a, Frankfurt (Oder) Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM] Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 13 columns: N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW, Summe. Values: 332, 274, 502, 781, 621, 486, 569, 872, 1.221, 1.201, 815, 534, 8.208

Main data table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the year, containing solar radiation and shadow data.

Summary table with rows: Sonnenscheinstunden, astr.max.mögl.Beschattung, Red.Sonnenscheinwahrsch., Reduktion Betriebsdauer, Reduktion Windrichtung, Gesamte Reduktion, Met.wahrsch.Beschattung.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Table with 4 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Minuten mit Schatten, Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang, Zeitpunkt (SS:MM) Schattende, (WEA mit erstem Schatten), (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: F08 - Peterhof 11, Frankfurt (Oder)
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Table with 12 columns: Jan, Feb, Apr, Mai, Jun, Jul, Aug, Sep, Okt, Nov, Dez. Values: 1,56, 2,60, 3,92, 5,75, 7,42, 7,51, 7,59, 7,27, 5,27, 3,77, 1,84, 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 13 columns: N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW, Summe. Values: 332, 274, 502, 781, 621, 486, 569, 872, 1.221, 1.201, 815, 534, 8.208

Main data table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the year (1 to 365). Includes sub-rows for solar hours, shadow reduction, and meteorological shading.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Summary table with 4 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Minuten mit Schatten. Includes sub-rows for solar hours, shadow reduction, and meteorological shading.



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: F09 - Siedlung 3, Frankfurt (Oder)
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Table with 12 columns: Jan, Feb, Mär, Apr, Mai, Jun, Jul, Aug, Sep, Okt, Nov, Dez. Values: 1,56, 2,60, 3,92, 5,75, 7,42, 7,51, 7,59, 7,27, 5,27, 3,77, 1,84, 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 13 columns: N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW, Summe. Values: 332, 274, 502, 781, 621, 486, 569, 872, 1.221, 1.201, 815, 534, 8.208

Main data table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the year (1 to 365). Includes summary rows at the bottom for solar hours, reduction, and shading.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Summary table with 4 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Minuten mit Schatten, Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang, Zeitpunkt (SS:MM) Schattende, (WEA mit erstem Schatten), (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: F10 - Siedlung 5, Frankfurt (Oder)
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Table with 12 columns (Jan to Dez) and 3 rows of data representing monthly values for solar radiation and shadow reduction.

Betriebsdauer je Sektor

Table with 12 columns (N to Summe) and 2 rows of data showing operating hours per sector.

Main data table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the year, containing solar radiation and shadow reduction data.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat Sonnenaufgang (SS:MM) Sonnenuntergang (SS:MM) Minuten mit Schatten Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten) Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt:
17-1-3020-006

Beschreibung:
Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: F11 - Siedlung 7, Frankfurt (Oder)
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,56	2,60	3,92	5,75	7,42	7,51	7,59	7,27	5,27	3,77	1,84	1,30

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
332	274	502	781	621	486	569	872	1.221	1.201	815	534	8.208

	Januar	Februar	März	April	Mai	Jun	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember				
1	08:13	07:45	06:51	06:39	05:34	04:47	04:44	05:21	20:03 (3)	06:12	19:05 (5)	07:02	06:57	07:49		
	15:59	16:48	17:40	19:35	20:27	21:14	21:28	20:56	20:23 (3)	19:53	19:24 (5)	18:42	16:35	15:54		
2	08:13	07:44	06:49	06:37	05:32	04:46	04:45	05:23	20:03 (3)	06:14	19:06 (5)	07:04	06:59	07:50		
	16:00	16:50	17:42	19:37	20:29	21:15	21:28	20:54	19:22 (3)	19:50	17:19	19:23 (5)	18:40	16:33	15:53	
3	08:13	07:42	06:47	06:35	05:30	04:46	04:45	05:24	20:03 (3)	06:15	19:08 (5)	07:05	07:01	07:52		
	16:01	16:51	17:44	19:39	20:31	21:16	21:28	20:52	18:20	19:21 (3)	19:48	13	19:21 (5)	18:37	16:31	15:52
4	08:12	07:41	06:44	06:32	05:28	04:45	04:46	05:26	20:05 (3)	06:17	19:09 (5)	07:07	07:02	07:53		
	16:02	16:53	17:46	19:41	20:32	21:17	21:27	20:50	15	20:20 (3)	19:46	9	19:18 (5)	18:35	16:29	15:52
5	08:12	07:39	06:42	06:30	05:26	04:44	04:47	05:28	20:06 (3)	06:19	19:07 (5)	07:09	07:04	07:54		
	16:04	16:55	17:48	19:42	20:34	21:18	21:27	20:49	12	20:18 (3)	19:43	18:33	16:28	15:51		
6	08:12	07:37	06:40	06:28	05:24	04:44	04:48	05:29	20:08 (3)	06:20	19:11	07:06	07:56	07:56		
	16:05	16:57	17:49	19:44	20:36	21:19	21:26	20:47	8	20:16 (3)	19:41	18:30	16:26	15:51		
7	08:11	07:35	06:38	06:25	05:22	19:58 (3)	04:43	04:49	05:31	06:22	19:12	07:08	07:57	07:57		
	16:06	16:59	17:51	19:46	20:37	9	20:07 (3)	21:20	21:25	19:39	18:28	16:24	15:50	15:50		
8	08:11	07:34	06:35	06:23	19:12 (5)	05:20	19:56 (3)	04:42	04:50	05:32	06:24	07:14	07:10	07:58		
	16:07	17:01	17:53	19:47	9	19:21 (5)	20:39	13	20:09 (3)	21:21	21:25	18:26	16:22	15:50		
9	08:11	07:32	06:33	06:21	19:10 (5)	05:19	19:54 (3)	04:42	04:51	05:34	06:25	07:16	07:12	07:59		
	16:09	17:03	17:55	19:49	13	19:23 (5)	20:41	16	20:10 (3)	21:22	21:24	18:24	16:21	15:50		
10	08:10	07:30	06:31	06:19	19:08 (5)	05:17	19:53 (3)	04:41	04:52	05:36	06:27	07:18	07:13	08:01		
	16:10	17:05	17:57	19:51	17	19:25 (5)	20:42	18	20:11 (3)	21:23	21:23	18:21	16:19	15:49		
11	08:09	07:28	06:28	06:16	19:06 (5)	05:15	19:52 (3)	04:41	04:53	05:37	06:29	07:19	07:15	08:02		
	16:12	17:07	17:58	19:53	19	19:25 (5)	20:44	20	20:12 (3)	21:24	21:23	18:19	16:17	15:49		
12	08:09	07:26	06:26	06:14	19:05 (5)	05:13	19:52 (3)	04:41	04:54	05:39	06:30	07:21	07:17	08:03		
	16:13	17:08	18:00	19:54	21	19:26 (5)	20:46	21	20:13 (3)	21:24	21:22	18:17	16:16	15:49		
13	08:08	07:24	06:24	06:12	19:05 (5)	05:12	19:51 (3)	04:40	04:55	05:41	06:32	07:23	07:19	08:04		
	16:15	17:10	18:02	19:56	21	19:26 (5)	20:47	22	20:13 (3)	21:25	21:21	18:15	16:14	15:49		
14	08:07	07:22	06:22	06:10	19:05 (5)	05:10	19:51 (3)	04:40	04:56	05:42	06:34	07:24	07:21	08:05		
	16:16	17:12	18:04	19:58	21	19:26 (5)	20:49	23	20:14 (3)	21:26	21:20	18:12	16:13	15:49		
15	08:06	07:20	06:19	06:07	19:04 (5)	05:09	19:51 (3)	04:40	04:57	05:45	06:35	07:26	07:22	08:06		
	16:18	17:14	18:06	20:00	22	19:26 (5)	20:50	22	20:13 (3)	21:26	21:19	18:10	16:11	15:49		
16	08:06	07:18	06:17	06:05	19:04 (5)	05:07	19:51 (3)	04:40	04:59	05:46	06:37	07:28	07:24	08:07		
	16:19	17:16	18:07	20:01	21	19:25 (5)	20:52	23	20:14 (3)	21:27	21:18	18:08	16:10	15:49		
17	08:05	07:16	06:15	06:03	19:04 (5)	05:05	19:50 (3)	04:40	05:00	05:47	06:39	07:30	07:26	08:07		
	16:21	17:18	18:09	20:03	20	19:24 (5)	20:54	23	20:13 (3)	21:27	21:17	18:06	16:08	15:49		
18	08:04	07:14	06:12	06:01	19:04 (5)	05:04	19:51 (3)	04:40	05:01	05:49	06:40	07:32	07:28	08:08		
	16:23	17:20	18:11	20:05	20	19:24 (5)	20:55	23	20:14 (3)	21:28	21:16	18:04	16:07	15:50		
19	08:03	07:12	06:10	05:59	19:05 (5)	05:03	19:51 (3)	04:40	05:02	05:49	06:42	07:33	07:29	08:09		
	16:24	17:22	18:13	20:07	18	19:23 (5)	20:57	23	20:14 (3)	21:28	21:14	18:01	16:06	15:50		
20	08:02	07:10	06:08	05:56	19:06 (5)	05:01	19:51 (3)	04:40	05:04	05:52	06:44	07:35	07:31	08:09		
	16:26	17:24	18:14	20:08	15	19:21 (5)	20:58	22	20:13 (3)	21:28	21:13	17:59	16:05	15:50		
21	08:00	07:08	06:05	05:54	19:08 (5)	05:00	19:51 (3)	04:40	05:05	05:54	06:45	07:37	07:33	08:10		
	16:28	17:25	18:16	20:10	11	19:19 (5)	21:00	22	20:13 (3)	21:29	21:12	17:57	16:03	15:51		
22	07:59	07:06	06:03	05:52	19:11 (5)	04:58	19:52 (3)	04:40	05:06	05:55	06:46	07:39	07:35	08:11		
	16:29	17:27	18:18	20:12	5	19:16 (5)	21:01	21	20:13 (3)	21:29	21:11	17:55	16:02	15:51		
23	07:58	07:04	06:00	05:50	19:16 (5)	04:57	19:52 (3)	04:40	05:08	05:57	06:48	07:41	07:36	08:11		
	16:31	17:29	18:20	20:13	21:02	21:02	20:13 (3)	21:29	21:09	22	20:23 (3)	20:13	15:19	15:52		
24	07:57	07:02	05:58	05:48	04:56	19:53 (3)	04:41	05:09	20:01 (3)	05:59	06:50	07:42	07:38	08:12		
	16:33	17:31	18:21	20:15	21:04	19	20:12 (3)	21:29	21:08	22	20:23 (3)	20:10	17:19	15:52		
25	07:56	07:00	05:56	05:46	04:55	19:54 (3)	04:41	05:11	20:01 (3)	06:00	06:51	07:43	07:39	08:12		
	16:35	17:33	18:23	20:17	21:05	18	20:12 (3)	21:29	21:07	23	20:24 (3)	20:08	16:49	15:53		
26	07:54	06:58	05:53	05:44	04:53	19:55 (3)	04:41	05:12	20:01 (3)	06:02	06:53	07:45	07:41	08:12		
	16:37	17:35	18:25	20:19	21:07	16	20:11 (3)	21:29	21:05	23	20:24 (3)	20:06	16:47	15:53		
27	07:53	06:55	05:51	05:42	04:52	19:55 (3)	04:42	05:14	20:01 (3)	06:04	06:55	07:46	07:43	08:13		
	16:38	17:37	18:27	20:20	21:08	16	20:11 (3)	21:29	21:04	23	20:24 (3)	20:04	16:45	15:54		
28	07:51	06:53	05:49	05:40	04:51	19:56 (3)	04:42	05:15	20:01 (3)	06:05	06:57	07:48	07:44	08:13		
	16:40	17:38	18:28	20:22	21:09	14	20:10 (3)	21:29	21:02	23	20:24 (3)	20:02	16:43	15:56	15:55	
29	07:50	06:46	05:38	05:28	04:50	19:57 (3)	04:43	05:17	20:01 (3)	06:07	06:59	07:50	07:46	08:13		
	16:42	17:30	18:20	20:24	21:10	12	20:09 (3)	21:29	21:01	23	20:24 (3)	19:59	16:41	15:55	15:56	
30	07:48	06:44	05:36	05:26	04:49	19:59 (3)	04:43	05:18	20:02 (3)	06:09	06:55	07:47	07:43	08:13		
	16:44	17:32	18:22	20:26	21:12	9	20:08 (3)	21:29	20:59	22	20:24 (3)	19:57	16:39	15:54	15:57	
31	07:47	06:42	05:34	05:24	04:48	20:01 (3)	04:43	05:20	20:02 (3)	06:10	06:55	07:48	07:44	08:13		
	16:46	17:34	18:24	20:28	21:13	5	20:06 (3)	21:30	20:57	21	20:23 (3)	19:55	16:37	15:58	15:58	
Sonnenscheinstunden	257	276	367	417	487	501	504	455	289	381	58	331	265	241		
astr. max. mögl. Beschattung				253	451	360	47	289	58							
Red. Sonnenscheinwahrsch.				0,41	0,47	0,40	0,47	0,50	0,41							
Reduktion Betriebsdauer				0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94							
Reduktion Windrichtung				0,68	0,64	0,64	0,64	0,67	0,68							
Gesamte Reduktion				0,26	0,28	0,28	0,28	0,31	0,26							
Met. wahrsch. Beschattung				67	128	101	101	89	15							

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Schattenende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt:
17-1-3020-006

Beschreibung:
Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com
Berechnet:
22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: F12 - Wulkower Straße 8, Frankfurt (Oder)
 Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
332	274	502	781	621	486	569	872	1.221	1.201	815	534	8.208

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	08:13 15:59	07:45 16:48	06:51 17:40	06:39 19:35	05:34 20:27	19:37 (5) 21:14	04:47 21:28	04:44 20:56	19:54 (5) 20:00 (5)	06:12 19:53	07:02 18:42	06:57 16:35	07:49 15:54
2	08:13 16:00	07:44 16:50	06:49 17:42	06:37 19:37	05:32 20:29	19:36 (5) 21:15	04:46 21:28	04:45 20:54	19:51 (5) 20:02 (5)	06:14 19:50	07:04 18:40	06:59 16:33	07:50 15:53
3	08:13 16:01	07:42 16:51	06:47 17:44	06:35 19:39	05:30 20:31	19:37 (5) 21:16	04:46 21:27	04:45 20:52	19:49 (5) 20:03 (5)	06:15 19:48	07:05 18:37	07:01 16:31	07:52 15:52
4	08:12 16:02	07:41 16:53	06:44 17:46	06:32 19:41	05:28 20:32	19:36 (5) 21:17	04:45 21:27	04:44 20:50	19:48 (5) 20:04 (5)	06:17 19:46	07:07 18:35	07:02 16:29	07:53 15:52
5	08:12 16:04	07:39 16:55	06:42 17:48	06:30 19:42	05:26 20:34	19:36 (5) 21:18	04:44 21:27	04:43 20:49	19:47 (5) 20:04 (5)	06:19 19:43	07:09 18:33	07:04 16:28	07:54 15:51
6	08:12 16:05	07:37 16:57	06:40 17:49	06:28 19:44	05:24 20:36	19:37 (5) 21:19	04:44 21:26	04:43 20:47	19:47 (5) 20:06 (5)	06:20 19:41	07:11 18:30	07:06 16:26	07:56 15:51
7	08:11 16:06	07:35 16:59	06:38 17:51	06:25 19:46	05:22 20:37	19:38 (5) 21:20	04:43 21:25	04:49 20:45	19:46 (5) 20:05 (5)	06:22 19:39	07:12 18:28	07:08 16:24	07:57 15:50
8	08:11 16:08	07:34 17:01	06:35 17:53	06:23 19:47	05:20 20:39	19:38 (5) 21:21	04:42 21:25	04:50 20:43	19:46 (5) 20:06 (5)	06:24 19:36	07:14 18:26	07:10 16:22	07:58 15:50
9	08:11 16:09	07:32 17:03	06:33 17:55	06:21 19:49	05:19 20:41	19:38 (5) 21:22	04:42 21:24	04:51 20:41	19:45 (5) 20:06 (5)	06:25 19:34	07:16 18:24	07:12 16:21	07:59 15:50
10	08:10 16:10	07:30 17:05	06:31 17:57	06:19 19:51	05:17 20:42	19:40 (5) 21:23	04:41 21:23	04:52 20:39	19:45 (5) 20:06 (5)	06:27 19:32	07:18 18:21	07:13 16:19	08:01 15:49
11	08:09 16:12	07:28 17:07	06:28 17:58	06:16 19:53	05:15 20:44	19:42 (5) 21:24	04:41 21:23	04:53 20:37	19:46 (5) 20:06 (5)	06:29 19:29	07:19 18:19	07:15 16:17	08:02 15:49
12	08:09 16:13	07:26 17:08	06:26 18:00	06:14 19:54	05:13 20:46	19:51 (5) 21:24	04:41 21:22	04:54 20:36	19:45 (5) 20:05 (5)	06:30 19:27	07:21 18:17	07:17 16:16	08:03 15:49
13	08:08 16:15	07:24 17:10	06:24 18:02	06:12 19:56	05:12 20:47	19:46 (5) 21:25	04:41 21:21	04:55 20:34	19:46 (5) 20:05 (5)	06:32 19:25	07:23 18:15	07:19 16:14	08:04 15:49
14	08:07 16:16	07:22 17:12	06:22 18:04	06:10 19:58	05:10 20:49	19:46 (5) 21:26	04:40 21:20	04:56 20:32	19:46 (5) 20:03 (5)	06:34 19:22	07:24 18:12	07:21 16:13	08:05 15:49
15	08:06 16:18	07:20 17:14	06:19 18:06	06:07 20:00	05:09 20:50	19:47 (5) 21:26	04:40 21:19	04:57 20:29	19:47 (5) 20:01 (5)	06:35 19:20	07:26 18:10	07:22 16:11	08:06 15:49
16	08:05 16:19	07:18 17:16	06:17 18:07	06:05 20:01	05:07 20:52	19:47 (5) 21:27	04:40 21:18	04:59 20:27	19:47 (5) 19:59 (5)	06:37 19:18	07:28 18:08	07:24 16:10	08:06 15:49
17	08:05 16:21	07:16 17:18	06:15 18:09	06:03 20:03	05:06 20:53	19:50 (5) 21:27	04:40 21:17	05:00 20:25	19:50 (5) 19:57 (5)	06:39 19:15	07:30 18:06	07:26 16:08	08:07 15:49
18	08:04 16:23	07:14 17:20	06:12 18:11	06:01 20:05	05:04 20:55	19:51 (5) 21:28	04:40 21:16	05:01 20:23	19:51 (5) 20:03 (5)	06:40 19:13	07:32 18:04	07:28 16:07	08:08 15:50
19	08:03 16:24	07:12 17:22	06:10 18:13	05:59 20:07	05:03 20:57	19:52 (5) 21:28	04:40 21:14	05:02 20:21	19:52 (5) 20:04 (5)	06:42 19:10	07:33 18:01	07:29 16:06	08:09 15:50
20	08:02 16:26	07:10 17:24	06:08 18:14	05:56 20:08	05:01 20:58	19:53 (5) 21:28	04:40 21:13	05:04 20:19	19:53 (5) 20:05 (5)	06:44 19:08	07:35 17:59	07:31 16:05	08:09 15:50
21	08:00 16:28	07:08 17:25	06:05 18:16	05:54 20:10	05:00 21:00	19:54 (5) 21:29	04:40 21:12	05:05 20:17	19:54 (5) 20:07 (5)	06:45 19:06	07:37 17:57	07:33 16:03	08:10 15:51
22	07:59 16:30	07:06 17:27	06:03 18:18	05:52 20:12	04:58 21:01	19:55 (5) 21:29	04:40 21:11	05:06 20:15	19:55 (5) 20:08 (5)	06:47 19:03	07:39 17:55	07:34 16:02	08:11 15:51
23	07:58 16:31	07:04 17:29	06:00 18:20	05:50 20:13	04:57 21:02	19:56 (5) 21:29	04:40 21:09	05:08 20:13	19:56 (5) 20:09 (5)	06:49 19:01	07:41 17:53	07:36 16:01	08:11 15:52
24	07:57 16:33	07:02 17:31	05:58 18:21	05:48 20:15	04:56 21:04	19:57 (5) 21:29	04:41 21:08	05:09 20:10	19:57 (5) 20:10 (5)	06:50 18:59	07:42 17:51	07:38 16:00	08:12 15:52
25	07:55 16:35	07:00 17:33	05:56 18:23	05:46 20:17	04:55 21:05	19:58 (5) 21:29	04:41 21:07	05:11 20:08	19:58 (5) 20:08 (5)	06:52 18:56	06:44 16:49	07:39 15:59	08:12 15:53
26	07:54 16:37	06:58 17:35	05:53 18:25	05:44 20:19	04:53 21:07	19:59 (5) 21:29	04:41 21:05	05:12 20:06	19:59 (5) 20:06 (5)	06:54 18:54	06:46 16:47	07:41 15:58	08:12 15:54
27	07:53 16:38	06:55 17:37	05:51 18:27	05:42 20:20	04:52 21:08	19:59 (5) 21:29	04:42 21:04	05:14 20:04	19:59 (5) 20:04 (5)	06:55 18:52	06:48 16:45	07:43 15:57	08:12 15:54
28	07:51 16:40	06:53 17:38	05:49 18:28	05:40 20:22	04:51 21:09	19:59 (5) 21:29	04:42 21:02	05:15 20:02	19:59 (5) 20:02 (5)	06:57 18:49	06:50 16:43	07:44 15:56	08:13 15:55
29	07:50 16:42	06:46 17:30	05:38 18:24	05:38 20:24	04:50 21:10	19:59 (5) 21:29	04:43 21:01	05:17 19:59	19:59 (5) 20:02 (5)	06:59 18:47	06:51 16:41	07:46 15:55	08:13 15:56
30	07:48 16:44	06:44 17:32	05:36 18:26	05:36 20:26	04:49 21:12	19:57 (5) 21:28	04:43 21:01	05:18 19:57	19:59 (5) 20:06 (5)	07:00 18:44	06:53 16:39	07:47 15:54	08:13 15:57
31	07:47 16:46	06:42 17:34	05:34 18:34	05:34 20:26	04:48 21:13	19:57 (5) 21:28	04:48 21:01	05:20 19:57	19:59 (5) 20:06 (5)	07:01 18:44	06:55 16:39	07:48 15:54	08:13 15:57
Sonnenscheinstunden	257	276	367	417	487	501	504	455	381	331	265	241	
astr.max.mögl.Beschattung				75	195			273					
Red.Sonnenscheinwahrsch.				0,41	0,47			0,50					
Reduktion Betriebsdauer				0,94	0,94			0,94					
Reduktion Windrichtung				0,65	0,65			0,65					
Gesamte Reduktion				0,25	0,29			0,30					
Met.wahrsch.Beschattung				19	56			82					

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: F13 - Peterhof 7, Frankfurt (Oder)
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Table with 12 columns (Jan to Dez) and 1 row of values: 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 13 columns (N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW, Summe) and 1 row of values: 332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Main shadow calculation table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the year (1 to 365), containing solar elevation and azimuth data.

Summary table for shadow calculation parameters, including astr.max.mögl.Beschattung, Red.Sonnenscheinwahrsch., and Met.wahrsch.Beschattung.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Table defining columns for Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Minuten mit Schatten, Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang, Zeitpunkt (SS:MM) Schattende, (WEA mit erstem Schatten), and (WEA mit letztem Schatten).



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.brueuning@ramboll.com
Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: F14 - Peterhof 13, Frankfurt (Oder)
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the year (1 to 365), showing solar position and shadow data.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat Sonnenaufgang (SS:MM) Sonnenuntergang (SS:MM) Minuten mit Schatten Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten) Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: GesamtbelastungSchattenrezeptor: F15 - Peterhof 12a, Frankfurt (Oder) Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM] Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe 332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the year, showing solar hours and shadow reduction data.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat Sonnenaufgang (SS:MM) Sonnenuntergang (SS:MM) Minuten mit Schatten Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten) Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: F16 - Peterhof 5, Frankfurt (Oder) Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM] Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 13 columns: N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW, Summe. Values: 332, 274, 502, 781, 621, 486, 569, 872, 1.221, 1.201, 815, 534, 8.208

Main shadow calculation table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the year (1 to 31). Includes summary rows for solar hours, shading, and reduction.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Summary table with 4 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Minuten mit Schatten, Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang, Zeitpunkt (SS:MM) Schattende, (WEA mit erstem Schatten), (WEA mit letztem Schatten)



Projekt:

17-1-3020-006

Beschreibung:

Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consruch-Straße 3 DE-34131 Kassel

Marc Brüning / marc.brueuning@ramboll.com

Berechnet:

22.03.2021 17:07/3.4.415



SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L01 - Wulkower Dorfstraße 34, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 13 columns: N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW, Summe. Values: 332, 274, 502, 781, 621, 486, 569, 872, 1.221, 1.201, 815, 534, 8.208

Main shadow calculation table with columns for months (Jan to Dez) and rows for various sectors (N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW, Summe). Each cell contains a numerical value representing shadow impact.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat | Sonnenaufgang (SS:MM) | Sonnenuntergang (SS:MM) | Minuten mit Schatten | Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten) | Zeitpunkt (SS:MM) Schattende | Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet: 22.03.2021 17:07:3.4.15

SHADOW - Kalender

Berechnung: GesamtbelastungSchattenrezeptor: L02 - Wulkower Dorfstraße 35, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Table with 12 columns (Januar to Dezember) and multiple rows of data representing hourly shadow calculations for each month.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat Sonnenaufgang (SS:MM) Sonnenuntergang (SS:MM) Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten) Minuten mit Schatten Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L03 - Wulkower Dorfstraße 47, Lebus Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Table with 12 columns (Jan to Dez) and 1 row of values: 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 12 columns (N to Summe) and 1 row of values: 332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Main data table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the year, containing solar radiation and shadow data.

Summary table with columns for various metrics (Sonnenscheinstunden, astr. max. mögl. Beschattung, Red. Sonnenscheinwahrsch., etc.) and rows for different values.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Table with 4 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Minuten mit Schatten, Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang, Zeitpunkt (SS:MM) Schattende, (WEA mit erstem Schatten), (WEA mit letztem Schatten)



Projekt:
17-1-3020-006

Beschreibung:
Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L04 - Wulkower Dorfstraße 17, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Oktober	Nov	Dez
1,56	2,60	3,92	5,75	7,42	7,51	7,59	7,27	5,27	3,77	1,84	1,30

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
332	274	502	781	621	486	569	872	1.221	1.201	815	534	8.208

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:13 15:59	07:45 16:48	15:25 (3) 06:51	06:39 05:34	05:34 04:47	04:44 04:44	04:44 04:44	05:21 05:12	06:12 06:12	07:02 18:09 (W03)	06:57 18:15 (W03)	07:49 15:09 (3)
2	08:13 16:00	07:44 16:49	15:27 (3) 17:40	06:37 05:32	04:46 04:46	04:45 04:45	05:23 05:14	06:14 06:14	07:04 07:04	18:15 (W03) 18:40	06:59 16:33	15:54 15:53
3	08:13 16:01	07:42 16:51	15:29 (3) 06:47	06:35 05:30	04:46 04:46	04:45 04:45	05:24 05:15	06:15 06:15	07:06 07:06	18:40 18:37	16:31 16:31	15:52 15:52
4	08:13 16:02	07:41 16:53	15:34 (3) 06:44	06:32 05:28	04:45 04:45	04:46 04:46	05:26 05:17	06:17 06:17	07:07 07:07	18:37 18:35	16:31 16:29	15:52 15:52
5	08:12 16:04	07:39 16:55	15:36 (3) 07:46	06:30 05:26	04:44 04:44	04:47 04:47	05:28 05:19	06:19 06:19	07:09 07:09	18:35 18:33	16:29 16:28	15:51 15:51
6	08:12 16:05	07:35 16:57	06:38 06:38	06:25 05:22	04:43 04:43	04:49 04:49	05:31 05:22	06:22 06:22	07:12 07:12	18:33 18:28	16:28 16:24	15:51 15:50
7	08:12 16:06	07:37 16:59	06:40 06:40	06:28 05:24	04:43 04:43	04:48 04:48	05:29 05:20	06:20 06:20	07:11 07:11	18:28 18:28	16:24 16:24	15:50 15:50
8	08:11 16:07	07:32 17:01	06:33 06:35	06:23 05:20	04:42 04:42	04:50 04:50	05:32 05:24	06:24 06:24	07:16 07:16	18:30 18:26	16:26 16:22	15:51 15:50
9	08:11 16:09	07:30 17:03	06:31 06:31	06:21 05:19	04:42 04:42	04:51 04:51	05:34 05:26	06:25 06:25	07:16 07:16	18:28 18:24	16:24 16:21	15:50 15:50
10	08:10 16:10	07:30 17:05	06:31 06:31	06:19 05:17	04:41 04:41	04:52 04:52	05:36 05:27	06:27 06:27	07:18 07:18	18:24 18:21	16:21 16:19	15:50 15:49
11	08:09 16:12	07:28 17:07	06:29 06:29	06:16 05:16	04:41 04:41	04:53 04:53	05:37 05:29	06:29 06:29	07:19 07:19	18:21 18:19	16:19 16:17	15:49 15:49
12	08:09 16:13	15:24 (3) 07:26	16:30 (2) 06:26	17:31 (W03) 06:14	05:13 05:13	04:41 04:41	04:54 05:39	06:30 06:30	07:21 07:21	18:17 18:17	16:16 16:16	15:49 15:49
13	08:08 16:15	15:23 (3) 07:24	16:27 (2) 06:24	17:28 (W03) 06:12	05:12 05:12	04:40 04:40	04:55 05:41	06:32 06:32	07:23 07:23	18:08 18:15	16:16 16:14	15:49 15:49
14	08:07 16:16	15:34 (3) 07:10	16:39 (2) 08:02	17:36 (W03) 09:56	20:47 21:25	21:21 21:21	20:34 19:25	19:25 19:25	07:25 07:25	18:12 18:12	16:13 16:13	15:49 15:49
15	08:06 16:18	15:36 (3) 07:12	16:41 (2) 08:04	17:38 (W03) 09:58	20:49 21:26	21:20 21:20	20:32 19:22	19:22 19:22	07:26 07:26	18:12 18:10	16:13 16:11	15:49 15:49
16	08:06 16:19	15:21 (3) 07:20	16:25 (2) 06:19	17:25 (W03) 06:07	05:09 04:40	04:57 04:40	04:57 05:44	06:35 06:25	07:26 07:26	18:08 18:08	16:14 16:10	15:49 15:49
17	08:05 16:21	15:37 (3) 07:14	16:42 (2) 08:06	17:39 (W03) 20:00	20:50 21:26	21:19 21:19	20:30 19:20	19:20 19:20	07:28 07:28	18:09 18:09	16:14 16:10	15:49 15:49
18	08:04 16:23	15:21 (3) 07:19	16:24 (2) 06:17	17:25 (W03) 06:05	05:07 04:40	04:59 04:40	05:45 06:37	06:37 06:37	07:30 07:30	18:06 18:06	16:16 16:12	15:49 15:49
19	08:03 16:24	15:40 (3) 07:18	16:50 (W01) 18:09	17:38 (W03) 20:03	20:54 21:27	21:17 21:17	20:25 19:15	19:15 19:15	07:32 07:32	18:06 18:06	16:16 16:12	15:49 15:49
20	08:02 16:25	15:41 (3) 07:22	16:52 (W01) 18:13	17:37 (W03) 20:07	20:57 21:28	21:15 21:15	20:21 19:10	19:10 19:10	07:33 07:33	18:01 18:01	16:16 16:12	15:49 15:49
21	08:00 16:26	15:43 (3) 07:25	16:52 (W01) 18:16	17:36 (W03) 05:56	05:01 04:40	04:50 04:50	05:02 05:52	06:44 06:44	07:35 07:35	18:02 18:02	16:16 16:12	15:49 15:49
22	07:59 16:29	15:20 (3) 07:06	16:23 (2) 06:03	17:35 (W03) 20:08	20:58 21:28	21:13 21:13	20:19 19:08	19:08 19:08	07:37 07:37	18:00 18:00	16:14 16:10	15:49 15:49
23	07:58 16:31	15:44 (3) 07:22	16:24 (2) 06:01	17:34 (W03) 19:54	20:46 21:24	21:22 21:22	20:36 19:27	19:27 19:27	07:39 07:39	18:12 18:12	16:13 16:10	15:49 15:49
24	07:57 16:33	15:43 (3) 07:29	16:50 (W01) 18:20	17:34 (W03) 19:54	20:46 21:24	21:22 21:22	20:36 19:27	19:27 19:27	07:40 07:40	18:12 18:12	16:13 16:10	15:49 15:49
25	07:56 16:35	15:43 (3) 07:25	16:52 (W01) 18:16	17:35 (W03) 19:58	20:49 21:26	21:20 21:20	20:32 19:22	19:22 19:22	07:41 07:41	18:12 18:12	16:13 16:10	15:49 15:49
26	07:54 16:37	15:21 (3) 06:58	16:30 (2) 05:53	17:36 (W03) 05:59	05:02 04:40	04:50 04:50	05:02 05:50	06:42 06:42	07:36 07:36	18:12 18:12	16:13 16:10	15:49 15:49
27	07:53 16:38	15:43 (3) 07:29	16:52 (W01) 18:13	17:37 (W03) 20:07	20:57 21:28	21:15 21:15	20:21 19:10	19:10 19:10	07:37 07:37	18:01 18:01	16:16 16:12	15:49 15:49
28	07:51 16:40	15:22 (3) 06:53	16:36 (2) 05:56	17:36 (W03) 05:56	05:01 04:40	04:50 04:50	05:02 05:52	06:44 06:44	07:35 07:35	18:06 18:06	16:14 16:10	15:49 15:49
29	07:50 16:42	15:43 (3) 07:38	16:52 (W01) 18:16	17:35 (W03) 19:58	20:49 21:26	21:20 21:20	20:32 19:22	19:22 19:22	07:39 07:39	18:06 18:06	16:14 16:10	15:49 15:49
30	07:49 16:44	15:44 (3) 07:37	16:51 (W01) 18:18	17:34 (W03) 19:54	20:46 21:24	21:22 21:22	20:36 19:27	19:27 19:27	07:40 07:40	18:06 18:06	16:14 16:10	15:49 15:49
31	07:47 16:46	15:43 (3) 07:38	16:52 (W01) 18:16	17:35 (W03) 19:58	20:49 21:26	21:20 21:20	20:32 19:22	19:22 19:22	07:41 07:41	18:06 18:06	16:14 16:10	15:49 15:49
Sonnenscheinstunden	257	276	367	417	487	501	504	455	381	331	265	241
astr. max. mögl. Beschattung	397	364	97						93	327	446	2
Red. Sonnenscheinwahrsch.	0,19	0,26	0,33						0,41	0,35	0,21	0,17
Reduktion Betriebsdauer	0,94	0,94	0,94						0,94	0,94	0,94	0,94
Reduktion Windchüung	0,69	0,72	0,71						0,71	0,72	0,69	0,69
Gesamte Reduktion	0,12	0,18	0,22						0,28	0,24	0,13	0,11
Met. wahrsch. Beschattung	48	64	21						26	78	60	0

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	--	---



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenziertes Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L05 - Wulkower Dorfstraße 20, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Table with 12 columns: Jan, Feb, Mär, Apr, Mai, Jun, Jul, Aug, Sep, Okt, Nov, Dez. Values: 1,56, 2,60, 3,92, 5,75, 7,42, 7,51, 7,59, 7,27, 5,27, 3,77, 1,84, 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 13 columns: N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW, Summe. Values: 332, 274, 502, 781, 621, 486, 569, 872, 1.221, 1.201, 815, 534, 8.208

Main shadow calculation table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the month, including solar elevation and shadow data.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Summary table with columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Minuten mit Schatten, Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang, Zeitpunkt (SS:MM) Schattende, (WEA mit erstem Schatten), (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet: 22.03.2021 17:07:3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L06 - Wulkower Dorfstraße 33, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]
Jan Feb Mär Apr Mai Juni Juli August September Oktober November Dezember

Jan Feb Mär Apr Mai Juni Juli Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 13 columns: N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW, Summe. Values: 332, 274, 502, 781, 621, 486, 569, 872, 1.221, 1.201, 815, 534, 8.208

Main data table with 12 columns (Jan-Dec) and 13 rows (1-13). Each cell contains a 2x2 grid of values representing shadow and irradiation data for specific days and sectors.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Summary table with 4 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten), Minuten mit Schatten, Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenziertes Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L07 - Wulkower Dorfstraße 23, Lebus Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 13 columns: N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW, Summe. Values: 332, 274, 502, 781, 621, 486, 569, 872, 1.221, 1.201, 815, 534, 8.208

Main shadow calculation table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day (1-31). Includes summary rows for 'Sonnenscheinstunden', 'astr. max. mögl. Beschattung', 'Red. Sonnenscheinwahrsch.', 'Reduktion Betriebsdauer', 'Reduktion Windrichtung', 'Gesamte Reduktion', and 'Met. wahrsch. Beschattung'.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat | Sonnenaufgang (SS:MM) | Zeitpunkt (SS:MM) | Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten) | Sonnenuntergang (SS:MM) | Minuten mit Schatten | Zeitpunkt (SS:MM) | Schattenende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenziertes Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet: 22.03.2021 17:07:3.4.15

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L08 - Wulkower Dorfstraße 30, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Table with 12 columns for months (Jan to Dec) and rows for each day of the year (1 to 365). Each cell contains a 2x2 grid of values representing solar radiation and shadowing data.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat | Sonnenaufgang (SS:MM) | Sonnenuntergang (SS:MM) | Minuten mit Schatten | Zeitpunkt (SS:MM) | Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten) | Schattenende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet: 22.03.2021 17:07:3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L09 - Wulkower Dorfstraße 27, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the month, containing numerical data for shadow calculation.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat Sonnenaufgang (SS:MM) Sonnenuntergang (SS:MM) Minuten mit Schatten Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten) Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L10 - Wulkower Dorfstraße 25, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Table with 12 columns (Jan to Dez) and 1 row of values: 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 12 columns (N to WNW) and 1 row of values: 332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Main data table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for various metrics including solar hours, shadow reduction, and total shadow reduction.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Table with 4 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Zeitpunkt (SS:MM), Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)



Projekt:

17-1-3020-006

Beschreibung:

Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet: 22.03.2021 17:07:3.4.15

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L11 - Wulkower Dorfstraße 36, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Table with 12 columns (Januar to Dezember) and multiple rows of data representing monthly and daily solar radiation and shadow calculations. Includes a summary table at the bottom with metrics like 'Sonnenscheindauer', 'Reduktion Betriebsdauer', and 'Gesamte Reduktion'.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Summary table with 4 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten), Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten).



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L12 - Wulkower Dorfstraße 44, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonneneinstrahlungswahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Table with 12 columns: Jan, Feb, Mär, Apr, Mai, Jun, Jul, Aug, Sep, Okt, Nov, Dez. Values: 1,56, 2,60, 3,92, 5,75, 7,42, 7,51, 7,59, 7,27, 5,27, 3,77, 1,84, 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 13 columns: N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW, Summe. Values: 332, 274, 502, 781, 621, 486, 569, 872, 1.221, 1.201, 815, 534, 8.208

Main shadow calculation table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day (1-31). Includes summary rows for 'Sonneneinstrahlung', 'astr. max. mögl. Beschattung', 'Red. Sonneneinstrahlung', 'Reduktion Betriebsdauer', 'Reduktion Windrichtung', 'Gesamte Reduktion', and 'Met. wahrsch. Beschattung'.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Table with 4 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Minuten mit Schatten. Sub-headers: Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten), Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet: 22.03.2021 17:07:3.4.15

SHADOW - Kalender

Berechnung: GesamtbelastungSchattenrezeptor: L13 - Wulkower Dorfstraße 38, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Table with 12 columns (Januar to Dezember) and multiple rows of data representing shadow cast calculations for each day of the year.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Table with 4 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM) / Sonnenuntergang (SS:MM), Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang / Zeitpunkt (SS:MM) Schattende, (WEA mit erstem Schatten) / (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenziertes Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L14 - Wulkower Dorfstraße 40, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Table with 12 columns (Januar to Dezember) and 34 rows of data. Includes a summary row at the bottom with values like 702, 419, 141, 131, 131, 131, 146, 486, 432, etc.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat Sonnenaufgang (SS:MM) Sonnenuntergang (SS:MM) Minuten mit Schatten Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten) Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenziertes Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L15 - Wulkower Dorfstraße 42, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Table with 12 columns (Jan to Dez) and 1 row of values: 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 12 columns (N to WNW) and 1 row of values: 332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Main shadow calculation table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for hours (1 to 31). Includes summary rows at the bottom for 'Sonnenscheinstunden', 'astr. max. mögl. Beschattung', etc.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Table with 4 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Zeitpunkt (SS:MM), Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)



Projekt:
17-1-3020-006

Beschreibung:
Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L16 - Wulkower Dorfstraße 46, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Jan	Feb	Mär	Apr	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
1,56	2,60	3,92	5,75	7,42	7,51	7,59	7,27	5,27	3,77	1,84	1,30

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
332	274	502	781	621	486	569	872	1.221	1.201	815	534	8.208

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:13	07:45	15:29 (3)	06:51	16:34 (2)	06:39	05:34	04:47	04:44	05:21	06:12	07:49
2	15:59	16:48	24	15:53 (3)	17:40	26	17:00 (W01)	19:35	20:27	21:14	21:28	18:42
3	08:13	07:44	15:30 (3)	06:49	16:37 (2)	06:37	05:32	04:46	04:45	05:23	06:14	07:50
4	16:00	16:49	23	15:53 (3)	17:42	16	16:58 (W01)	19:37	20:29	21:15	21:28	18:40
5	08:13	07:42	15:31 (3)	06:47		06:35	05:30	04:46	04:45	05:24	06:15	07:52
6	16:01	16:51	22	15:53 (3)	17:44	19:39	20:31	21:16	21:28	20:52	19:48	18:37
7	08:13	07:41	15:32 (3)	06:44		06:32	05:28	04:45	04:46	05:26	06:17	07:07
8	16:02	16:53	20	15:52 (3)	17:46	19:41	20:32	21:17	21:27	20:51	19:46	18:35
9	08:12	07:39	15:33 (3)	06:42		06:30	05:26	04:44	04:47	05:28	06:19	07:09
10	16:04	16:55	18	15:51 (3)	17:48	19:42	20:34	21:18	21:27	20:49	19:43	18:33
11	08:12	07:37	15:34 (3)	06:40		06:28	05:24	04:43	04:48	05:29	06:20	07:11
12	16:05	16:57	16	15:50 (3)	17:49	19:44	20:36	21:19	21:26	20:47	19:41	18:30
13	08:12	07:35	15:36 (3)	06:38		06:25	05:22	04:43	04:49	05:31	06:22	07:12
14	16:06	16:59	12	15:48 (3)	17:51	19:46	20:37	21:20	21:26	20:45	19:39	18:28
15	08:11	07:34	15:39 (3)	06:35		06:23	05:20	04:42	04:50	05:32	06:24	07:10
16	16:07	17:01	6	15:45 (3)	17:53	19:48	20:39	21:21	21:25	20:43	19:36	18:26
17	08:11	07:32	15:40 (3)	06:33		06:21	05:19	04:42	04:51	05:34	06:25	07:16
18	16:09	17:03	17:55			19:49	20:41	21:22	21:24	20:41	19:34	18:24
19	08:10	07:30	15:41 (3)	06:31		06:19	05:17	04:41	04:52	05:36	06:27	07:18
20	16:10	17:05	17:57			19:51	20:42	21:23	21:23	20:39	19:32	18:21
21	08:09	07:28	15:42 (3)	06:29		06:16	05:15	04:41	04:53	05:37	06:29	07:19
22	16:12	17:07	17:58			19:53	20:44	21:24	21:23	20:38	19:29	18:19
23	08:09	07:26	15:43 (3)	06:26		06:14	05:13	04:41	04:54	05:39	06:30	07:21
24	16:13	17:08	18:00			19:54	20:46	21:24	21:22	20:36	19:27	18:17
25	08:08	07:24	15:44 (3)	06:24		06:12	05:12	04:40	04:55	05:41	06:32	07:23
26	16:15	17:10	18:02			19:56	20:47	21:25	21:21	20:34	19:25	18:15
27	08:07	07:22	15:45 (3)	06:22		06:10	05:10	04:40	04:56	05:42	06:34	07:25
28	16:16	17:12	18:04			19:58	20:49	21:26	21:20	20:32	19:22	18:12
29	08:06	07:20	15:46 (3)	06:19		06:07	05:09	04:40	04:57	05:44	06:35	07:26
30	16:18	17:14	18:06			20:00	20:50	21:26	21:19	20:30	19:20	18:10
31	08:06	07:19	15:47 (2)	06:17		06:05	05:07	04:40	04:59	05:46	06:37	07:28
32	16:19	17:16	18:07			20:01	20:52	21:27	21:18	20:28	19:18	18:08
33	08:05	07:17	15:48 (2)	06:15		06:03	05:05	04:40	05:00	05:47	06:39	07:30
34	16:21	17:18	18:09			20:03	20:54	21:27	21:17	20:25	19:15	18:06
35	08:04	07:14	15:49 (2)	06:12		06:01	05:04	04:40	05:01	05:49	06:40	07:32
36	16:23	17:20	18:11			6	17:45 (W03)	20:05	21:28	21:16	20:23	19:13
37	08:03	07:12	15:50 (2)	06:10		17:57 (W03)	05:59	05:03	04:40	05:02	05:50	06:42
38	16:24	17:22	18:13			10	17:47 (W03)	20:07	20:57	21:28	21:15	20:21
39	08:02	07:10	15:51 (2)	06:08		17:35 (W03)	05:56	05:01	04:40	05:04	05:52	06:44
40	16:26	17:24	18:14			13	17:48 (W03)	20:08	20:58	21:28	21:13	20:19
41	08:00	07:08	15:52 (2)	06:05		17:35 (W03)	05:54	05:00	04:40	05:05	05:54	06:45
42	16:28	17:25	18:16			14	17:49 (W03)	20:10	21:00	21:29	21:12	20:17
43	07:59	07:06	15:53 (2)	06:03		14	17:35 (W03)	05:52	04:58	04:40	05:06	05:55
44	16:29	17:27	18:18			14	17:49 (W03)	20:12	21:01	21:29	21:11	20:15
45	07:58	07:04	15:54 (2)	06:01		14	17:34 (W03)	05:50	04:57	04:40	05:08	05:57
46	16:31	17:29	18:20			14	17:48 (W03)	20:14	21:02	21:29	21:09	20:13
47	07:57	07:02	15:55 (2)	05:58		14	17:35 (W03)	05:48	04:56	04:41	05:09	05:59
48	16:33	17:31	18:21			12	17:47 (W03)	20:15	21:04	21:29	21:08	20:11
49	07:56	07:00	15:56 (2)	05:56		12	17:36 (W03)	05:46	04:55	04:41	05:11	06:00
50	16:35	17:33	18:23			10	17:46 (W03)	20:17	21:05	21:29	21:07	20:08
51	07:54	06:58	15:57 (2)	05:53		26	17:37 (W03)	05:44	04:53	04:41	05:12	06:02
52	16:37	17:35	18:25			6	17:43 (W03)	20:19	21:07	21:29	21:05	20:06
53	07:53	06:55	15:58 (2)	05:51				05:42	04:52	04:42	05:14	06:04
54	16:38	17:37	18:27					20:20	21:08	21:29	21:04	20:04
55	07:51	06:53	15:59 (2)	05:49				05:40	04:51	04:42	05:15	06:05
56	16:40	17:38	18:28					20:22	21:09	21:29	21:02	20:02
57	07:50	06:46	15:59 (2)	05:46				05:38	04:50	04:43	05:17	06:07
58	16:42	17:39	18:29					05:36	04:49	04:43	05:18	06:09
59	07:49	06:44	15:59 (2)	05:44				05:36	04:49	04:43	05:18	06:09
60	16:44	17:41	18:31					20:26	21:12	21:29	20:59	19:57
61	07:47	06:42	15:59 (3)	05:42				05:34	04:48	04:42	05:20	06:10
62	16:46	17:43	18:33					20:27	21:13	21:29	20:57	19:55
63	Sonnenscheinstunden	257		367				417	487	501	504	455
64	astr.max.mögl.Beschattung	291	276		141							
65	Red.Sonnenscheinwahrsch.	0,19			0,33							
66	Reduktion Betriebsdauer	0,94			0,94							
67	Reduktion Windrichtung	0,70			0,71							
68	Gesamte Reduktion	0,12			0,18							
69	Met.wahrsch.Beschattung	36	79		31							
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang	Schattenende	(WEA mit erstem Schatten)	(WEA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	-------------------	----------------	--------------	---------------------------	----------------------------



Projekt:
17-1-3020-006

Beschreibung:
Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L17 - Wulkower Dorfstraße 48, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Jan	Feb	Mär	Apr	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
1,56	2,60	3,92	5,75	7,42	7,51	7,59	7,27	5,27	3,77	1,84	1,30

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
332	274	502	781	621	486	569	872	1.221	1.201	815	534	8.208

	Januar	Februar	März	April	Mai	Jun	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:13 15:59	07:45 16:48 24	15:36 (3) 16:00 (3) 17:40	16:37 (2) 17:07 (W01) 19:35	05:34 20:27	04:47 21:14	04:44 21:28	05:21 20:56	06:12 19:53	07:02 18:42	06:57 16:35 12	15:12 (3) 15:24 (3) 15:54
2	08:13 16:00	07:44 16:49 24	15:36 (3) 16:00 (3) 17:42	16:37 (2) 17:06 (W01) 19:37	05:32 20:29	04:46 21:15	04:45 21:28	05:23 20:54	06:14 19:50	07:04 18:40	06:59 16:33 16	15:10 (3) 15:26 (3) 15:53
3	08:13 16:01	07:42 16:51 24	15:37 (3) 16:01 (3) 17:44	16:39 (2) 17:05 (W01) 19:39	05:30 20:31	04:46 21:16	04:45 21:28	05:24 20:52	06:15 19:48	07:05 18:37	07:01 16:31 18	15:09 (3) 15:27 (3) 15:52
4	08:13 16:02	07:41 16:53 23	15:37 (3) 16:00 (3) 17:46	16:42 (2) 17:04 (W01) 19:41	05:28 20:32	04:45 21:17	04:46 21:27	05:26 20:51	06:17 19:46	07:07 18:35	07:02 16:29 20	15:08 (3) 15:28 (3) 15:52
5	08:12 16:04	07:39 16:55 23	15:37 (3) 16:00 (3) 17:48	16:58 (W01) 17:00 (W01) 19:42	05:26 20:34	04:44 21:18	04:47 21:27	05:28 20:49	06:19 19:43	07:09 18:33	07:04 16:28 22	15:07 (3) 15:29 (3) 15:51
6	08:12 16:05	07:37 16:57 21	15:38 (3) 15:59 (3) 17:49	06:28 19:44	05:24 20:36	04:43 21:19	04:48 21:26	05:29 20:47	06:20 19:41	07:11 18:30	07:06 16:26 23	15:07 (3) 15:30 (3) 15:51
7	08:12 16:06	07:35 16:59 20	15:39 (3) 15:59 (3) 17:51	06:25 19:46	05:22 20:37	04:43 21:20	04:49 21:26	05:31 20:45	06:22 19:39	07:12 18:28	07:08 16:24 23	15:07 (3) 15:30 (3) 15:50
8	08:11 16:07	07:34 17:01 17	15:40 (3) 15:57 (3) 17:53	06:23 19:48	05:20 20:47	04:42 21:21	04:50 21:25	05:32 20:43	06:24 19:36	07:10 18:26	07:10 16:22 25	15:06 (3) 15:31 (3) 15:50
9	08:11 16:09	07:32 17:03 15	15:41 (3) 15:56 (3) 17:55	06:21 19:49	05:19 20:41	04:42 21:22	04:51 21:24	05:34 20:41	06:25 19:34	07:16 18:24 7	17:31 (W01) 17:38 (W01) 16:21	15:06 (3) 15:31 (3) 15:50
10	08:10 16:10	07:30 17:05 11	15:43 (3) 15:54 (3) 17:57	06:19 19:51	05:17 20:42	04:41 21:23	04:52 21:23	05:36 20:39	06:27 19:32	07:18 18:21 21	17:14 (2) 17:39 (W01) 16:19	15:03 (3) 15:31 (3) 15:49
11	08:09 16:12	07:28 17:07	15:54 (3) 15:58 (3) 17:58	06:16 19:53	05:15 20:44	04:41 21:24	04:53 21:23	05:37 20:38	06:29 19:29	07:19 18:19 27	17:12 (2) 17:40 (W01) 16:17	15:07 (3) 15:31 (3) 15:49
12	08:09 16:13	07:26 17:08	15:59 (3) 16:02 (3) 18:00	06:14 19:54	05:13 20:46	04:41 21:24	04:54 21:22	05:39 20:36	06:30 19:27	07:21 18:17 30	17:10 (2) 17:40 (W01) 16:16	15:07 (3) 15:31 (3) 15:49
13	08:08 16:15	07:24 17:10	16:02 (3) 16:05 (3) 18:02	06:12 19:56	05:12 20:47	04:40 21:25	04:55 21:21	05:41 20:34	06:32 19:25	07:23 18:15 31	17:09 (2) 17:40 (W01) 16:14	15:08 (3) 15:31 (3) 15:49
14	08:07 16:16	07:22 17:12	16:02 (3) 16:05 (3) 18:04	06:10 19:58	05:10 20:49	04:40 21:26	04:56 21:20	05:42 20:32	06:34 19:22	07:25 18:12 31	17:09 (2) 17:40 (W01) 16:13	15:08 (3) 15:30 (3) 15:49
15	08:06 16:18	07:20 17:14	16:06 (3) 16:09 (3) 18:06	06:07 20:00	05:09 20:50	04:40 21:26	04:57 21:19	05:44 20:30	06:35 19:20	07:26 18:10 32	17:08 (2) 17:40 (W01) 16:11	15:09 (3) 15:30 (3) 15:49
16	08:06 16:19	07:18 17:16	16:06 (3) 16:09 (3) 18:07	06:05 20:01	05:07 20:52	04:40 21:27	04:59 21:18	05:46 20:28	06:37 19:18 7	18:30 (W03) 18:37 (W03) 17:07 (2)	17:07 (2) 17:38 (W01) 16:10	15:10 (3) 15:31 (3) 15:49
17	08:05 16:21	07:17 17:18	16:06 (3) 16:09 (3) 18:09	06:03 20:03	05:05 20:54	04:40 21:27	05:00 21:17	05:47 20:25	06:39 19:15 11	18:27 (W03) 18:38 (W03) 17:07 (2)	17:07 (2) 17:40 (W01) 16:08	15:11 (3) 15:31 (3) 15:49
18	08:04 16:23	07:14 17:20	16:06 (3) 16:09 (3) 18:11	06:01 20:05	05:04 20:55	04:40 21:28	05:01 21:16	05:49 20:23	06:40 19:13 13	18:26 (W03) 18:39 (W03) 17:07 (2)	17:07 (2) 17:39 (W01) 16:07	15:12 (3) 15:31 (3) 15:49
19	08:03 16:24	07:12 17:22 9	16:42 (2) 16:51 (2) 18:13	05:59 20:07	05:02 20:57	04:40 21:28	05:02 21:15	05:50 20:21	06:42 19:10 14	18:24 (W03) 18:38 (W03) 17:07 (2)	17:08 (2) 17:40 (W01) 16:14	15:14 (3) 15:31 (3) 15:49
20	08:02 16:26	07:10 17:24 14	16:40 (2) 16:54 (2) 18:14	05:56 20:08	05:01 20:58	04:40 21:28	05:04 21:13	05:52 20:19	06:44 19:08 14	18:24 (W03) 18:38 (W03) 17:07 (2)	17:08 (2) 17:40 (W01) 16:13	15:15 (3) 15:31 (3) 15:49
21	08:00 16:28	07:08 17:25 17	16:38 (2) 16:55 (2) 18:16	05:54 20:10	05:00 21:00	04:40 21:29	05:05 21:12	05:54 20:17	06:45 19:06 13	18:25 (W03) 18:38 (W03) 17:07 (2)	17:09 (2) 17:40 (W01) 16:12	15:16 (3) 15:31 (3) 15:49
22	07:59 16:29 8	15:42 (3) 15:50 (3) 17:27	16:37 (2) 16:55 (2) 18:18	05:52 20:12	04:58 21:01	04:40 21:29	05:06 21:11	05:55 20:15	06:47 19:03 12	18:24 (W03) 18:36 (W03) 17:07 (2)	17:11 (2) 17:40 (W01) 16:11	15:17 (3) 15:31 (3) 15:49
23	07:58 16:31 13	15:39 (3) 15:52 (3) 17:29	16:36 (2) 16:56 (2) 18:20	05:50 20:14	04:57 21:02	04:40 21:29	05:08 21:09	05:57 20:13	06:49 19:01 9	18:25 (W03) 18:34 (W03) 17:07 (2)	17:13 (2) 17:40 (W01) 16:10	15:18 (3) 15:31 (3) 15:49
24	07:57 16:33 15	15:37 (3) 15:54 (3) 17:31	16:36 (2) 16:55 (2) 18:21	05:48 20:15	04:56 21:04	04:41 21:29	05:09 21:08	05:59 20:11	06:50 18:59 3	18:25 (W03) 18:31 (W03) 17:07 (2)	17:12 (2) 17:40 (W01) 16:09	15:19 (3) 15:31 (3) 15:49
25	07:56 16:35 18	15:37 (3) 15:55 (3) 17:33	16:36 (2) 16:56 (2) 18:23	05:46 20:17	04:55 21:05	04:41 21:29	05:11 21:07	06:00 20:08	06:52 18:56	18:24 (W03) 18:34 (W03) 17:07 (2)	17:13 (2) 17:40 (W01) 16:08	15:20 (3) 15:31 (3) 15:49
26	07:54 16:37 20	15:37 (3) 15:57 (3) 17:35	16:36 (2) 16:57 (3) 18:25	05:44 20:19	04:53 21:07	04:41 21:29	05:12 21:05	06:02 20:06	06:54 18:54	18:24 (W03) 18:34 (W03) 17:07 (2)	17:14 (2) 17:40 (W01) 16:07	15:21 (3) 15:31 (3) 15:49
27	07:53 16:38 21	15:36 (3) 15:57 (3) 17:37	16:35 (2) 16:58 (3) 18:27	05:42 20:20	04:52 21:08	04:42 21:29	05:14 21:04	06:04 20:04	06:55 18:52	18:24 (W03) 18:34 (W03) 17:07 (2)	17:15 (2) 17:40 (W01) 16:06	15:22 (3) 15:31 (3) 15:49
28	07:51 16:40 22	15:36 (3) 15:58 (3) 17:38	16:36 (2) 16:59 (3) 18:28	05:40 20:22	04:51 21:09	04:42 21:29	05:15 21:02	06:05 20:02	06:57 18:49	18:24 (W03) 18:34 (W03) 17:07 (2)	17:16 (2) 17:40 (W01) 16:05	15:23 (3) 15:31 (3) 15:49
29	07:50 16:42 23	15:36 (3) 15:59 (3) 17:39	16:36 (2) 16:59 (3) 18:29	05:38 20:24	04:50 21:11	04:43 21:29	05:17 21:01	06:07 19:59	06:59 18:47	18:24 (W03) 18:34 (W03) 17:07 (2)	17:17 (2) 17:40 (W01) 16:04	15:24 (3) 15:31 (3) 15:49
30	07:49 16:44 24	15:35 (3) 15:59 (3) 17:40	16:36 (2) 16:59 (3) 18:30	05:36 20:26	04:49 21:12	04:43 21:29	05:18 20:59	06:09 19:57	07:00 18:44	18:24 (W03) 18:34 (W03) 17:07 (2)	17:18 (2) 17:40 (W01) 16:03	15:25 (3) 15:31 (3) 15:49
31	07:47 16:46 24	15:36 (3) 16:00 (3) 17:41	16:36 (2) 16:59 (3) 18:31	05:34 20:26	04:48 21:13	04:43 21:30	05:20 20:57	06:10 19:55	07:00 18:44	18:24 (W03) 18:34 (W03) 17:07 (2)	17:19 (2) 17:40 (W01) 16:02	15:26 (3) 15:31 (3) 15:49
Sonnenscheinstunden	257	276	367	417	487	501	504	455	381	331	265	241
astr.max.mögl.Beschattung	188	432	193						96		344	395
Red.Sonnenscheinwahrsch	0,19	0,26	0,33						0,41		0,35	0,21
Reduktion Betriebsdauer	0,94	0,94	0,94						0,94		0,94	0,94
Reduktion Windrichtung	0,70	0,71	0,71						0,71		0,72	0,70
Gesamte Reduktion	0,12	0,18	0,22						0,27		0,24	0,14
Met.wahrsch.Beschattung	23	76	43						26		82	54

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenende (WEA mit letztem Schatten)
	Minuten mit Schatten		



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L18 - Bauernweg 2, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the year (1-31), showing solar radiation and shadow data. Includes summary rows for total solar hours and shadow reduction.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat Sonnenaufgang (SS:MM) Sonnenuntergang (SS:MM) Minuten mit Schatten Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten) Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: GesamtbelastungSchattenrezeptor: L19 - Wulkower Dorfstraße 15, Lebus Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Table with 12 columns (Jan-Dez) and 1 row of values: 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor

Table with 13 columns (N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW, Summe) and 1 row of values: 332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Main data table with columns for months (Januar-Dezember) and rows for each hour of the day (08:13-16:46). Includes summary rows at the bottom for solar hours, reduction, and shading.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Table with 4 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Minuten mit Schatten, Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang, Zeitpunkt (SS:MM) Schattende, (WEA mit erstem Schatten), (WEA mit letztem Schatten)



Projekt:
17-1-3020-006

Beschreibung:
Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: GesamtbelastungSchattenrezeptor: L20 - Wulkower Dorfstraße 51, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Jan	Feb	Mär	Apr	Jun	Jul	Aug	Sep	Ok	Nov	Dez
1,56	2,60	3,92	5,75	7,42	7,51	7,59	7,27	5,27	3,77	1,84

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
332	274	502	781	621	486	569	872	1.221	1.201	815	534	8.208

	Januar	Februar	Marz	April	Mai	Jun	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:13	07:45	15:35 (3) 06:51	16:38 (2) 06:39	05:34	04:47	04:44	05:21	06:12	07:02	06:57	07:49
1	15:59	16:48	23 15:58 (3) 17:40	19:35	20:27	21:14	21:28	20:56	19:53	18:42	16:35	15:54
2	08:13	07:44	15:36 (3) 06:49	06:37	05:32	04:46	04:45	05:23	06:14	07:04	06:59	07:50
1	16:00	16:49	22 15:58 (3) 17:42	19:37	20:29	21:15	21:28	20:54	19:50	18:40	16:33	15:53
3	08:13	07:42	15:37 (3) 06:47	06:35	05:30	04:46	04:45	05:24	06:15	07:05	07:01	07:52
1	16:01	16:51	21 15:58 (3) 17:44	19:39	20:31	21:16	21:28	20:52	19:48	18:37	16:31	10 15:22 (3) 15:52
4	08:13	07:41	15:37 (3) 06:44	06:32	05:28	04:45	04:46	05:26	06:17	07:07	07:02	10 15:20 (3) 15:53
1	16:02	16:53	21 15:58 (3) 17:46	19:41	20:32	21:17	21:27	20:51	19:46	18:35	16:29	14 15:24 (3) 15:52
5	08:12	07:39	15:38 (3) 06:42	06:30	05:26	04:44	04:47	05:28	06:19	07:09	07:04	10 15:20 (3) 15:53
1	16:04	16:55	19 15:57 (3) 17:48	19:42	20:34	21:18	21:27	20:49	19:43	18:33	16:28	17 15:26 (3) 15:51
6	08:12	07:37	15:39 (3) 06:40	06:28	05:24	04:43	04:48	05:29	06:20	07:11	07:06	10 15:20 (3) 15:56
1	16:05	16:57	17 15:56 (3) 17:49	19:44	20:36	21:19	21:26	20:47	19:41	18:30	16:26	19 15:27 (3) 15:51
7	08:12	07:35	15:41 (3) 06:38	06:25	05:22	04:43	04:49	05:31	06:22	07:12	07:08	10 15:20 (3) 15:57
1	16:06	16:59	13 15:54 (3) 17:51	19:46	20:37	21:20	21:26	20:45	19:39	18:28	16:24	20 15:27 (3) 15:50
8	08:11	07:34	15:43 (3) 06:35	06:23	05:20	04:42	04:50	05:32	06:24	07:14	07:10	10 15:20 (3) 15:58
1	16:07	17:01	9 15:52 (3) 17:53	19:48	20:39	21:21	21:25	20:43	19:36	18:26	16:22	21 15:28 (3) 15:50
9	08:11	07:32	15:42 (3) 06:33	06:21	05:19	04:42	04:51	05:34	06:25	07:16	07:12	10 15:20 (3) 15:58
1	16:09	17:03	17:55	19:49	20:41	21:22	21:24	20:41	19:34	18:24	16:21	23 15:29 (3) 15:50
10	08:10	07:30	15:41 (3) 06:31	06:19	05:17	04:41	04:52	05:36	06:27	07:18	07:13	10 15:20 (3) 15:58
1	16:10	17:05	17:57	19:51	20:42	21:23	21:23	20:39	19:32	18:21	16:19	23 15:29 (3) 15:49
11	08:09	07:28	15:42 (3) 06:29	06:16	05:15	04:41	04:53	05:37	06:29	07:19	07:15	10 15:20 (3) 15:51
1	16:12	17:07	17:58	19:53	20:44	21:24	21:23	20:38	19:29	18:19	16:17	23 15:29 (3) 15:49
12	08:09	07:26	15:43 (3) 06:26	06:14	05:13	04:41	04:54	05:39	06:30	07:21	07:17	10 15:20 (3) 15:58
1	16:13	17:08	18:00	19:54	20:46	21:24	21:22	20:36	19:27	18:17	16:16	23 15:29 (3) 15:49
13	08:08	07:24	15:44 (3) 06:24	06:12	05:12	04:40	04:55	05:41	06:32	07:23	07:19	10 15:20 (3) 15:58
1	16:15	17:10	18:02	19:56	20:47	21:25	21:21	20:34	19:25	18:15	19 17:32 (W01) 16:14	22 15:29 (3) 15:49
14	08:07	07:22	15:45 (3) 06:22	06:10	05:10	04:40	04:56	05:42	06:34	07:25	17:08 (2) 07:21	15 15:20 (3) 15:49
1	16:16	17:12	18:04	19:58	20:49	21:26	21:20	20:32	19:22	18:12	25 17:33 (W01) 16:13	22 15:29 (3) 15:49
15	08:06	07:20	15:46 (3) 06:19	06:07	05:09	04:40	04:57	05:44	06:35	07:26	17:06 (2) 07:22	15 15:20 (3) 15:49
1	16:18	17:14	18:06	20:00	20:50	21:26	21:19	20:30	19:20	18:10	27 17:33 (W01) 16:11	21 15:29 (3) 15:49
16	08:06	07:19	15:47 (3) 06:17	06:05	05:07	04:40	04:59	05:45	06:37	07:28	17:05 (2) 07:24	15 15:20 (3) 15:49
1	16:19	17:16	4 16:45 (2) 18:07	20:01	20:52	21:27	21:18	20:28	19:18	18:08	28 17:33 (W01) 16:10	21 15:29 (3) 15:49
17	08:05	07:17	15:48 (2) 06:15	06:03	05:05	04:40	05:00	05:47	06:39	07:30	17:04 (2) 07:26	15 15:20 (3) 15:49
1	16:21	17:18	11 16:48 (2) 18:09	20:03	20:54	21:27	21:17	20:25	19:15	18:06	29 17:33 (W01) 16:08	20 15:29 (3) 15:49
18	08:04	07:14	15:49 (2) 06:12	06:01	05:04	04:40	05:01	05:49	06:40	07:32	17:04 (2) 07:28	15 15:20 (3) 15:49
1	16:23	17:20	14 16:50 (2) 18:11	20:05	20:55	21:28	21:16	20:23	19:13	18:04	29 17:33 (W01) 16:07	18 15:20 (3) 15:49
19	08:03	07:12	15:50 (2) 06:10	05:59	05:02	04:40	05:02	05:50	06:42	07:33	17:03 (2) 07:29	15 15:20 (3) 15:49
1	16:24	17:22	17 16:52 (2) 18:13	20:07	20:57	21:28	21:15	20:21	19:10	18:01	29 17:32 (W01) 16:06	17 15:20 (3) 15:50
20	08:02	15:40 (3) 07:10	16:34 (2) 06:08	05:56	05:01	04:40	05:04	05:52	06:44	07:35	17:04 (2) 07:31	15 15:20 (3) 15:50
1	16:26	7 15:47 (3) 17:24	18 16:52 (2) 18:14	20:08	20:58	21:28	21:13	20:19	19:08	17:59	26 17:30 (W01) 16:04	14 15:26 (3) 15:50
21	08:00	15:38 (3) 07:08	16:33 (2) 06:05	05:54	05:00	04:40	05:05	05:54	06:45	07:37	17:04 (2) 07:33	15 15:20 (3) 15:50
1	16:28	12 15:50 (3) 17:25	26 16:59 (W01) 18:16	20:10	21:00	21:29	21:12	20:17	19:06	17:57	24 17:28 (W01) 16:03	12 15:25 (3) 15:51
22	07:59	15:38 (3) 07:06	16:32 (2) 06:03	05:52	04:58	04:40	05:06	05:55	06:47	07:39	17:04 (2) 07:35	15 15:20 (3) 15:51
1	16:29	14 15:52 (3) 17:27	28 17:00 (W01) 18:18	20:12	21:01	21:29	21:11	20:15	19:03	17:55	19 17:23 (2) 16:02	8 15:24 (3) 15:51
23	07:58	15:36 (3) 07:04	16:32 (2) 06:01	05:50	04:57	04:40	05:08	05:57	06:49	07:41	17:05 (2) 07:36	15 15:20 (3) 15:51
1	16:31	17 15:53 (3) 17:29	29 17:01 (W01) 18:20	20:14	21:02	21:29	21:09	20:13	19:01	17:53	17 17:22 (2) 16:01	15 15:20 (3) 15:52
24	07:57	15:36 (3) 07:02	16:32 (2) 05:58	05:48	04:56	04:41	05:09	05:59	06:50	07:42	17:06 (2) 07:38	15 15:20 (3) 15:52
1	16:33	18 15:54 (3) 17:31	30 17:02 (W01) 18:21	20:15	21:04	21:29	21:08	20:11	18:59	17:51	14 17:20 (2) 16:00	15 15:20 (3) 15:52
25	07:56	15:35 (3) 07:00	16:33 (2) 05:56	05:46	04:55	04:41	05:11	06:00	06:52	07:44	16:07 (2) 07:40	15 15:20 (3) 15:52
1	16:35	20 15:55 (3) 17:33	29 17:02 (W01) 18:23	20:17	21:05	21:29	21:07	20:08	18:56	16:49	10 16:17 (2) 15:59	15 15:20 (3) 15:53
26	07:54	15:35 (3) 06:58	16:34 (2) 05:53	05:44	04:53	04:41	05:12	06:02	06:54	07:46	16:07 (2) 07:41	15 15:20 (3) 15:53
1	16:37	21 15:56 (3) 17:35	28 17:02 (W01) 18:25	20:19	21:07	21:29	21:05	20:06	18:54	16:47	15 15:20 (3) 15:53	
27	07:53	15:35 (3) 06:55	16:34 (2) 05:51	05:42	04:52	04:42	05:14	06:04	06:55	07:48	16:08 (2) 07:43	15 15:20 (3) 15:54
1	16:38	21 15:56 (3) 17:37	27 17:01 (W01) 18:27	20:20	21:08	21:29	21:04	20:04	18:52	16:45	15 15:20 (3) 15:54	
28	07:51	15:35 (3) 06:53	16:35 (2) 05:49	05:40	04:51	04:42	05:15	06:05	06:57	07:50	16:09 (2) 07:44	15 15:20 (3) 15:54
1	16:40	22 15:57 (3) 17:38	24 17:00 (W01) 18:28	20:22	21:09	21:29	21:02	20:02	18:49	16:43	15 15:20 (3) 15:55	
29	07:50	15:35 (3) 06:51	16:36 (2) 05:46	05:38	04:50	04:43	05:17	06:07	06:59	07:51	16:10 (2) 07:46	15 15:20 (3) 15:55
1	16:42	23 15:58 (3) 17:39	30 17:03 (W01) 18:30	20:24	21:11	21:29	21:01	19:59	18:47	16:41	15 15:20 (3) 15:56	
30	07:49	15:34 (3) 06:48	16:37 (2) 05:44	05:36	04:49	04:43	05:18	06:09	07:00	07:53	16:11 (2) 07:47	15 15:20 (3) 15:56
1	16:44	23 15:57 (3) 17:40	31 17:04 (W01) 18:33	20:26	21:12	21:29	20:59	19:57	18:44	16:39	15 15:20 (3) 15:57	
31	07:47	15:35 (3) 06:42	16:38 (2) 05:42	05:34	04:48	04:43	05:20	06:10	07:01	07:55	16:12 (2) 07:48	15 15:20 (3) 15:58
1	16:46	23 15:58 (3) 17:41	31 17:05 (W01) 18:34	20:27	21:13	21:30	20:57	19:55	18:42	16:37	15 15:20 (3) 15:58	
Sonnenscheinstunden	257	276	367	417	487	501	504	455	381	331	265	241
astr.max.mögl.Beschattung	221	430	15							296	368	
Red.Sonnenscheinwahrsch	0,19	0,26	0,33							0,35	0,21	
Reduktion Betriebsdauer	0,94	0,94	0,94							0,94	0,94	
Reduktion Windrichtung	0,70	0,71	0,72							0,72	0,70	
Gesamte Reduktion	0,12	0,18	0,22							0,24	0,14	
Met.wahrsch.Beschattung	27	75	3							70	50	

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende	(WEA mit erstem Schatten)	(WEA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	----------------------------------	------------------------------	---------------------------	----------------------------

Projekt:
17-1-3020-006

Beschreibung:
Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L21 - Wulkower Dorfstraße 14, Lebus
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,56	2,60	3,92	5,75	7,42	7,51	7,59	7,27	5,27	3,77	1,84	1,30

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
332	274	502	781	621	486	569	872	1.221	1.201	815	534	8.208

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:13	07:45	15:31 (3)	06:51	06:39	05:34	04:47	04:44	05:21	06:12	07:02	07:49
	15:59	16:48	19	15:50 (3)	17:40	19:35	20:27	21:14	21:28	20:56	19:53	18:42
2	08:13	07:44	15:32 (3)	06:49	06:37	05:32	04:46	04:45	05:23	06:14	07:04	07:50
	16:00	16:49	17	15:49 (3)	17:42	19:37	20:29	21:15	21:28	20:54	19:50	18:40
3	08:13	07:42	15:34 (3)	06:47	06:35	05:30	04:46	04:45	05:24	06:15	07:05	07:51
	16:01	16:51	15	15:49 (3)	17:44	19:39	20:31	21:16	21:28	20:52	19:48	18:37
4	08:13	07:41	15:36 (3)	06:44	06:32	05:28	04:45	04:46	05:26	06:17	07:07	07:52
	16:02	16:53	12	15:48 (3)	17:46	19:41	20:32	21:17	21:27	20:51	19:46	18:35
5	08:12	07:39	15:38 (3)	06:42	06:30	05:26	04:44	04:47	05:28	06:19	07:09	07:54
	16:04	16:55	7	15:45 (3)	17:48	19:42	20:34	21:18	21:27	20:49	19:43	18:33
6	08:12	07:37	15:40 (3)	06:40	06:28	05:24	04:43	04:48	05:29	06:20	07:11	07:56
	16:05	16:57		17:49	19:44	20:36	21:19	21:26	20:47	19:41	18:30	17:20
7	08:12	07:35	15:42 (3)	06:38	06:25	05:22	04:43	04:49	05:31	06:22	07:12	07:57
	16:06	16:59		17:51	19:46	20:37	21:20	21:26	20:45	19:39	18:28	17:18
8	08:11	07:34	15:44 (3)	06:35	06:23	05:20	04:42	04:50	05:32	06:24	07:14	07:58
	16:07	17:01		17:53	19:48	20:39	21:21	21:25	20:43	19:36	18:26	17:16
9	08:11	07:32	15:46 (3)	06:33	06:21	05:19	04:42	04:51	05:34	06:25	07:16	07:59
	16:09	17:03		17:55	19:49	20:41	21:22	21:24	20:41	19:34	18:24	17:14
10	08:10	07:30	15:48 (3)	06:31	06:19	05:17	04:41	04:52	05:36	06:27	07:18	07:59
	16:10	17:05		17:57	19:51	20:42	21:23	21:23	20:39	19:32	18:21	17:11
11	08:09	07:28	15:50 (3)	06:29	06:16	05:15	04:41	04:53	05:37	06:29	07:19	07:59
	16:12	17:07		17:58	19:53	20:44	21:24	21:23	20:38	19:29	18:19	17:09
12	08:09	07:26	15:52 (3)	06:26	06:14	05:13	04:41	04:54	05:39	06:30	07:21	07:60
	16:13	17:08		18:00	19:54	20:46	21:24	21:22	20:36	19:27	18:17	17:07
13	08:08	07:24	15:54 (3)	06:24	06:12	05:12	04:40	04:55	05:41	06:32	07:23	07:61
	16:15	17:10		18:02	19:56	20:47	21:25	21:21	20:34	19:25	18:15	17:05
14	08:07	07:22	15:56 (3)	06:22	06:10	05:10	04:40	04:56	05:42	06:34	07:25	07:62
	16:16	17:12		18:04	19:58	20:49	21:26	21:20	20:32	19:22	18:12	17:02
15	08:06	07:20	15:58 (3)	06:19	06:07	05:09	04:40	04:57	05:44	06:35	07:26	07:63
	16:18	17:14		18:06	20:00	20:50	21:26	21:19	20:30	19:20	18:10	17:00
16	08:06	07:19	15:59 (3)	06:17	06:05	05:07	04:40	04:59	05:45	06:37	07:28	07:64
	16:19	17:16		18:07	20:01	20:52	21:27	21:18	20:28	19:18	18:08	17:00
17	08:05	07:17	16:00 (W01)	06:15	06:03	05:05	04:40	05:00	05:47	06:39	07:30	07:65
	16:21	17:18	5	16:50 (W01)	18:09	20:03	20:54	21:27	21:17	20:25	19:15	18:06
18	08:04	07:14	16:02 (W01)	06:12	06:01	05:04	04:40	05:01	05:49	06:40	07:32	07:66
	16:23	17:20	9	16:52 (W01)	18:11	20:05	20:55	21:28	21:16	20:23	19:13	18:04
19	08:03	07:12	16:04 (W01)	06:10	05:09	05:02	04:40	05:02	05:50	06:42	07:33	07:67
	16:24	17:22	12	16:54 (W01)	18:13	20:07	20:57	21:28	21:15	20:21	19:10	18:01
20	08:02	07:10	16:06 (W01)	06:08	05:56	05:01	04:40	05:04	05:52	06:44	07:35	07:68
	16:26	17:24	14	16:55 (W01)	18:14	20:08	20:58	21:28	21:13	20:19	19:08	17:59
21	08:00	07:08	16:08 (W01)	06:05	05:54	05:00	04:40	05:05	05:54	06:45	07:37	07:69
	16:28	17:26	14	16:55 (W01)	18:16	20:10	21:00	21:29	21:12	20:17	19:06	17:57
22	07:59	07:06	16:09 (W01)	06:03	05:52	04:58	04:40	05:06	05:55	06:47	07:39	07:70
	16:29	17:27	13	16:54 (W01)	18:18	20:12	21:01	21:29	21:11	20:15	19:03	17:55
23	07:58	07:04	16:11 (W01)	06:01	05:50	04:57	04:40	05:08	05:57	06:49	07:41	07:71
	16:31	17:29	13	16:54 (W01)	18:20	20:14	21:02	21:29	21:09	20:13	19:01	17:53
24	07:57	07:02	16:12 (W01)	05:58	05:48	04:56	04:41	05:09	05:59	06:50	07:42	07:72
	16:33	17:31	11	16:53 (W01)	18:21	20:15	21:04	21:29	21:08	20:11	18:59	17:51
25	07:56	07:00	16:14 (W01)	05:56	05:46	04:55	04:41	05:11	06:00	06:52	07:44	07:73
	16:35	17:33	8	16:52 (W01)	18:23	20:17	21:05	21:29	21:07	20:08	18:56	17:49
26	07:54	06:58	16:15 (W01)	05:53	05:44	04:53	04:41	05:12	06:02	06:54	07:46	07:74
	16:37	17:35		18:25	20:19	21:07	21:29	21:05	20:06	18:54	17:47	16:39
27	07:53	06:55	16:16 (W01)	05:51	05:42	04:52	04:42	05:14	06:04	06:55	07:48	07:75
	16:38	17:37		18:27	20:20	21:08	21:29	21:04	20:04	18:52	17:45	16:37
28	07:51	06:53	16:17 (W01)	05:49	05:40	04:51	04:42	05:15	06:05	06:57	07:50	07:76
	16:40	17:38		18:28	20:22	21:09	21:29	21:02	20:02	18:49	17:43	16:35
29	07:50	06:51	16:18 (W01)	06:46	05:38	04:50	04:43	05:17	06:07	06:59	07:51	07:77
	16:42	17:39		19:30	20:24	21:11	21:29	21:01	19:59	18:47	17:41	16:33
30	07:49	06:52	16:19 (W01)	06:44	05:36	04:49	04:43	05:18	06:09	07:00	07:53	07:78
	16:44	17:41		19:32	20:26	21:12	21:29	20:59	19:57	18:44	17:39	16:31
31	07:47	06:53	16:20 (W01)	06:42	05:34	04:48	04:43	05:20	06:10	07:02	07:55	07:79
	16:46	17:43		19:34	20:28	21:13	21:30	20:57	19:55	18:43	17:37	16:29
Sonnenscheinstunden	257	276	367	417	487	501	504	455	381	331	265	241
astr. max. mögl. Beschattung	310	169									104	383
Red. Sonnenscheinwahrsch.	0,19	0,26									0,35	0,21
Reduktion Betriebsdauer	0,94	0,94									0,94	0,94
Reduktion Windrichtung	0,70	0,71									0,72	0,70
Gesamte Reduktion	0,12	0,17									0,24	0,14
Met. wahrsch. Beschattung	38	30									25	52

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Schattenende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt: 17-1-3020-006

Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH Elisabeth-Consbruch-Straße 3 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet: 22.03.2021 17:07:3.4.15

SHADOW - Kalender

Berechnung: GesamtbelastungSchattenrezeptor: T01 - Frankfurter Str. 14, Treplin
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [POTSDAM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Table with 12 columns (Januar to Dezember) and multiple rows of data representing shadow cast calculations for each day of the year.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Table with 5 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang, Zeitpunkt (SS:MM) Schattende.



Projekt: 17-1-3020-006
 Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

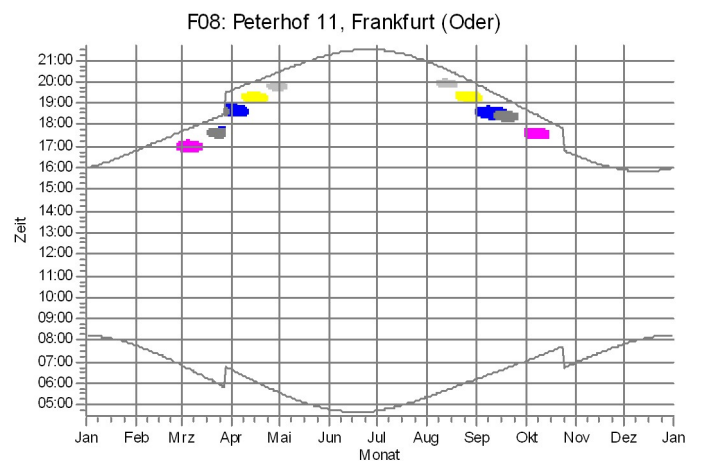
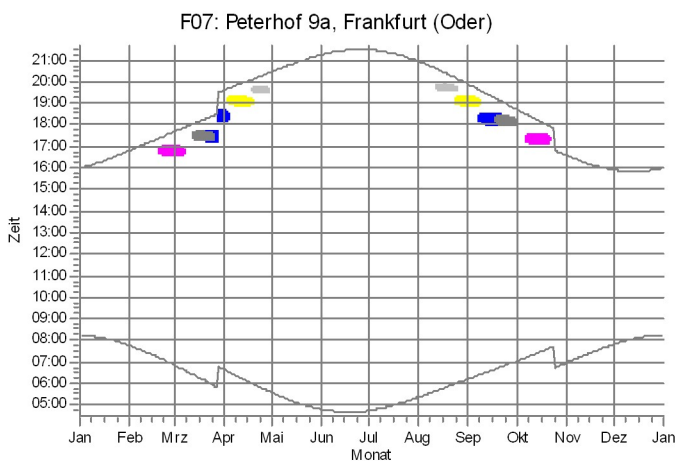
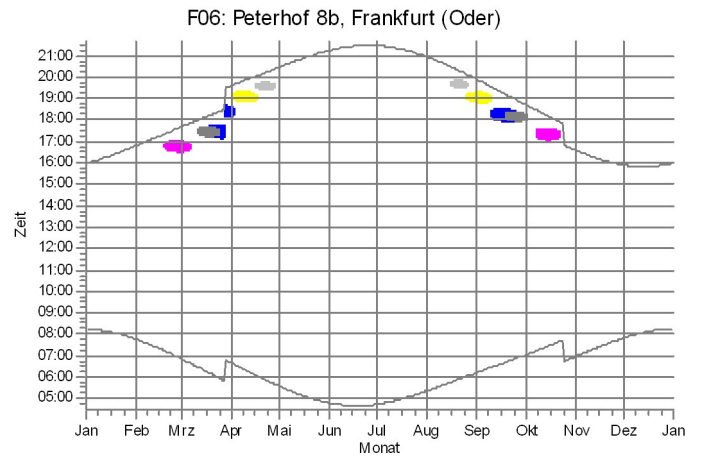
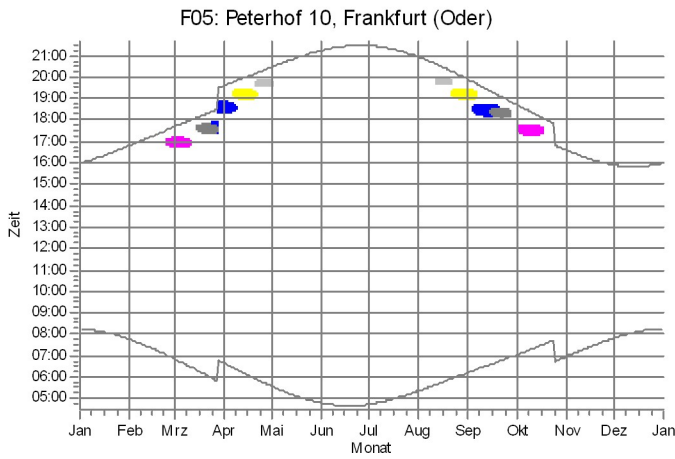
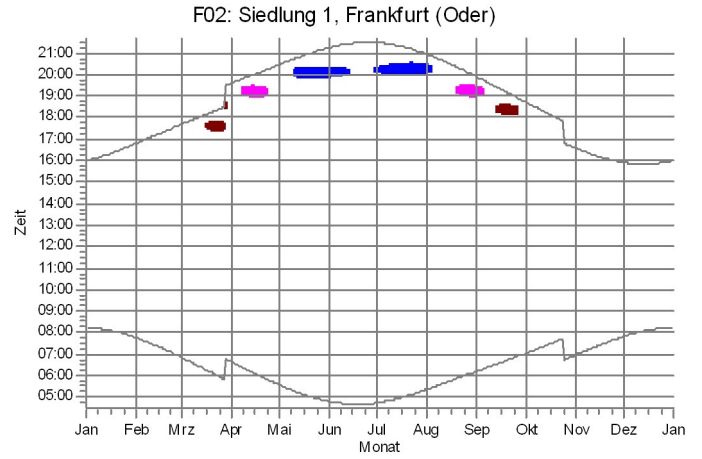
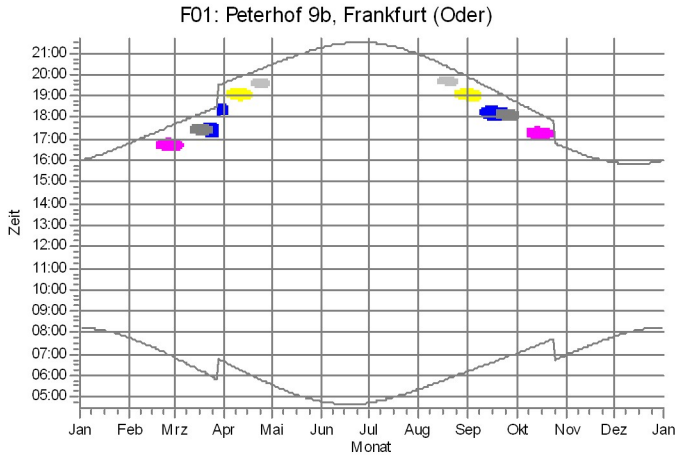
Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
 Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



WEA

- 2: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IO! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (24)
- 3: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IO! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (25)
- 4: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IO! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (28)

- 5: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IO! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (30)
- 8: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IO! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (23)
- W01: VESTAS V90 2000 90.0 IO! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (11)

Projekt: 17-1-3020-006
 Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

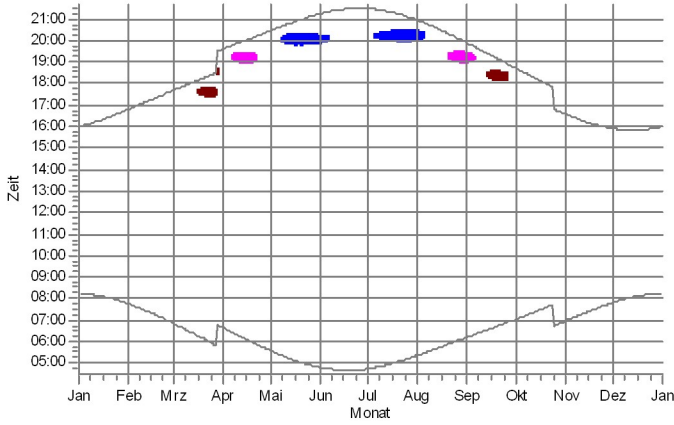


Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
 Berechnet: 22.03.2021 17:07/3.4.415

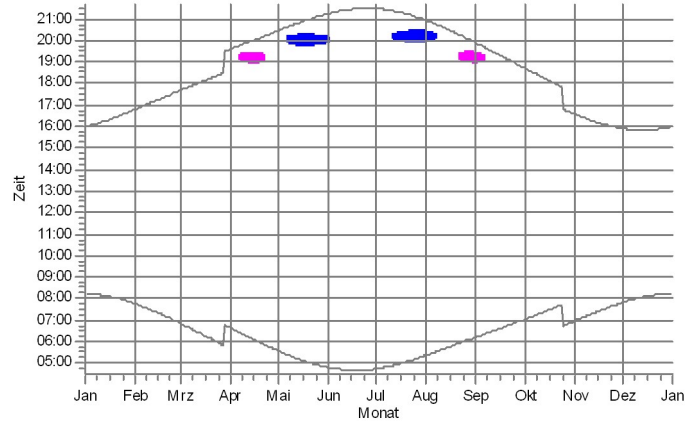
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

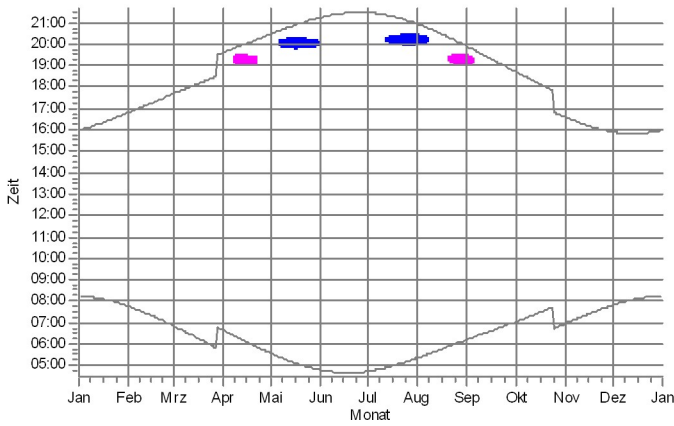
F09: Siedlung 3, Frankfurt (Oder)



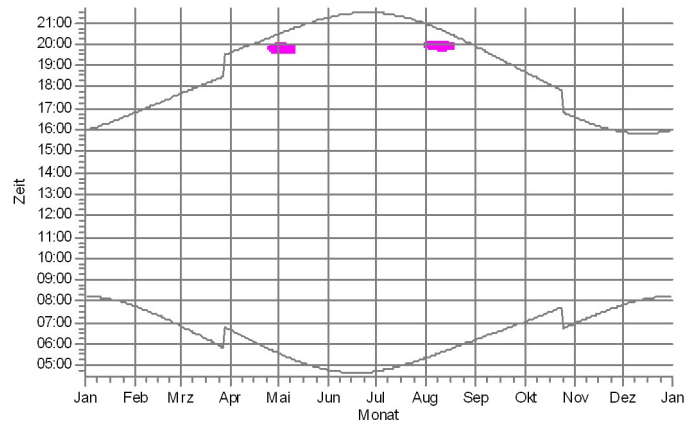
F10: Siedlung 5, Frankfurt (Oder)



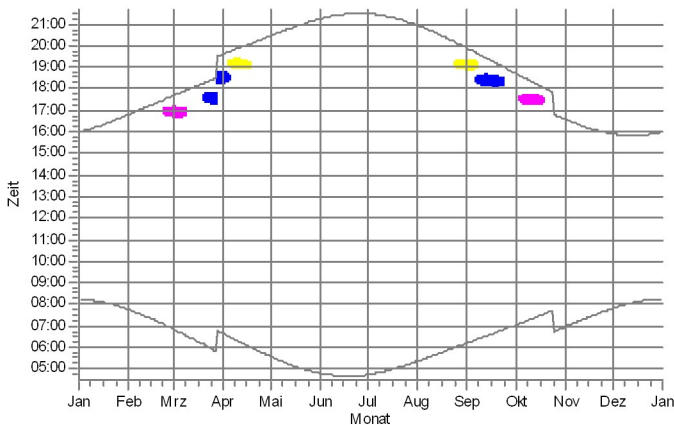
F11: Siedlung 7, Frankfurt (Oder)



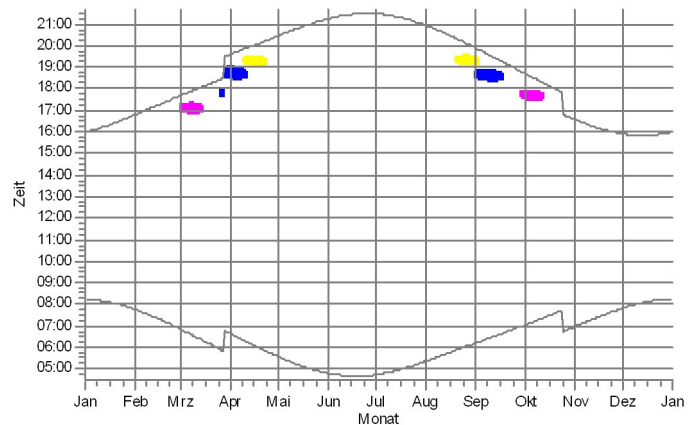
F12: Wulkower Straße 8, Frankfurt (Oder)



F13: Peterhof 7, Frankfurt (Oder)



F14: Peterhof 13, Frankfurt (Oder)



WEA

- 2: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IO! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (24)
- 3: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IO! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (25)

- 5: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IO! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (30)
- 8: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IO! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (23)

Projekt:
17-1-3020-006

Beschreibung:
Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

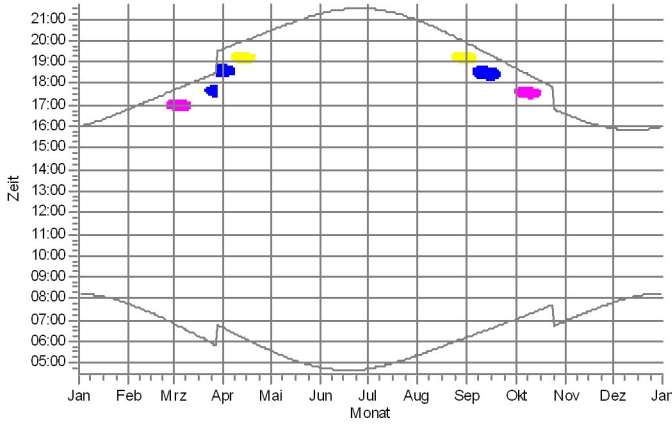


Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.03.2021 17:07/3.4.415

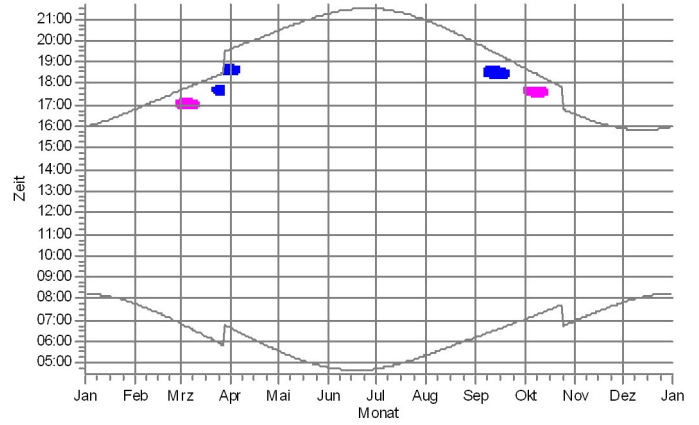
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

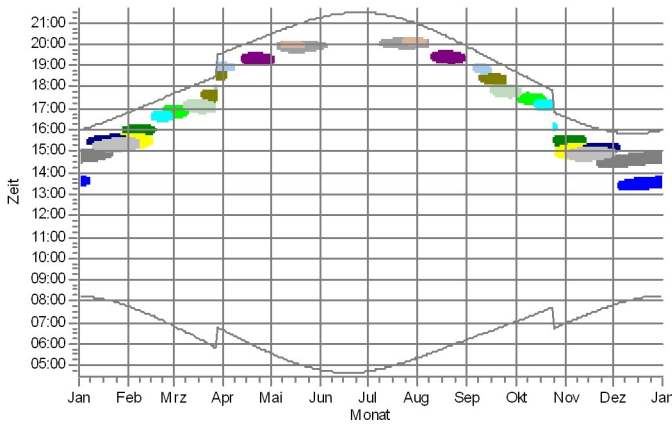
F15: Peterhof 12a, Frankfurt (Oder)



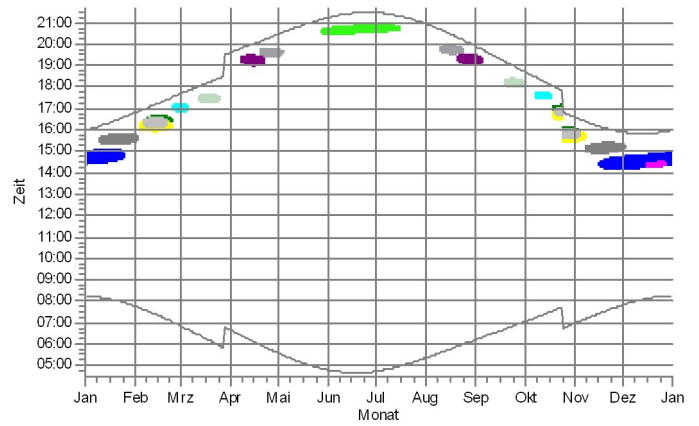
F16: Peterhof 5, Frankfurt (Oder)



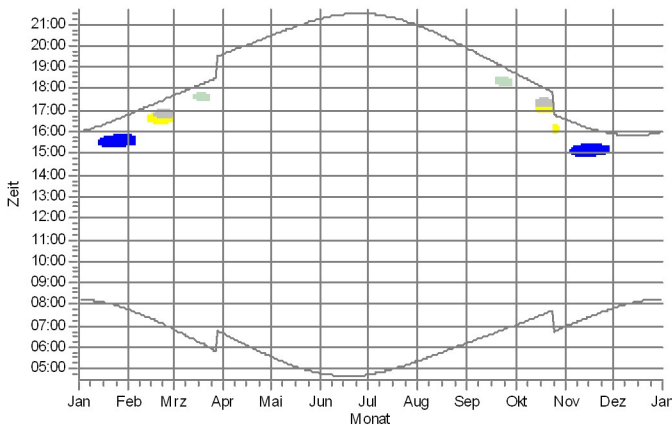
L01: Wulkower Dorfstraße 34, Lebus



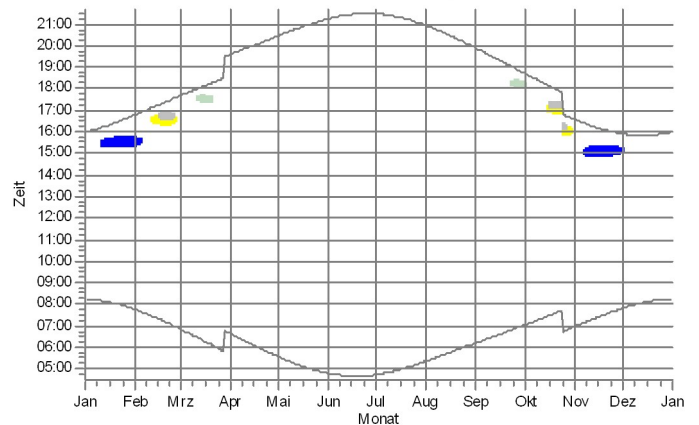
L02: Wulkower Dorfstraße 35, Lebus



L03: Wulkower Dorfstraße 47, Lebus



L04: Wulkower Dorfstraße 17, Lebus



WEA

- 1: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (29)
- 2: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (24)
- 3: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (25)
- 4: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (28)
- 5: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (30)
- 7: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (26)
- II-1: GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 IOI NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (28)
- II-2: GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 IOI NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (26)

- II-3: GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 IOI NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (27)
- W01: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (11)
- W02: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (12)
- W03: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (13)
- W04: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (14)
- W05: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (15)
- W08: ENERCON E-82 2000 82.0 IOI NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (22)
- W09: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (17)

Projekt:
17-1-3020-006

Beschreibung:
Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

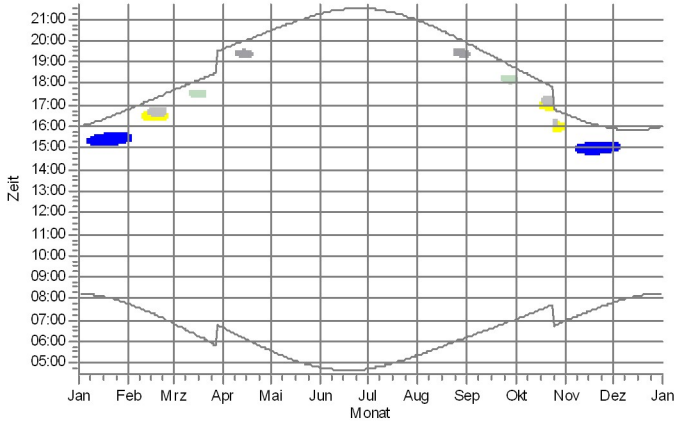


Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.03.2021 17:07/3.4.415

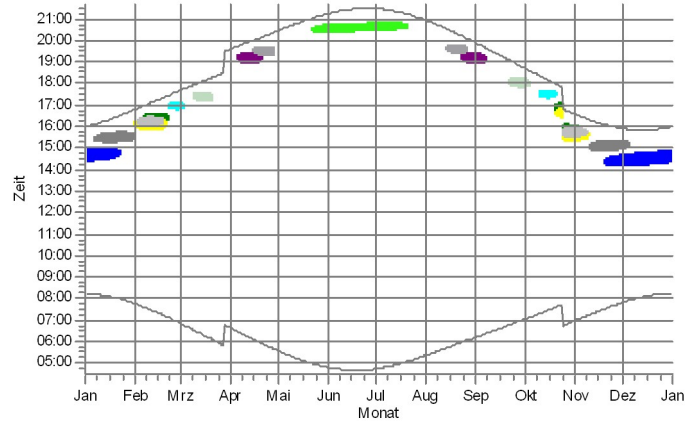
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

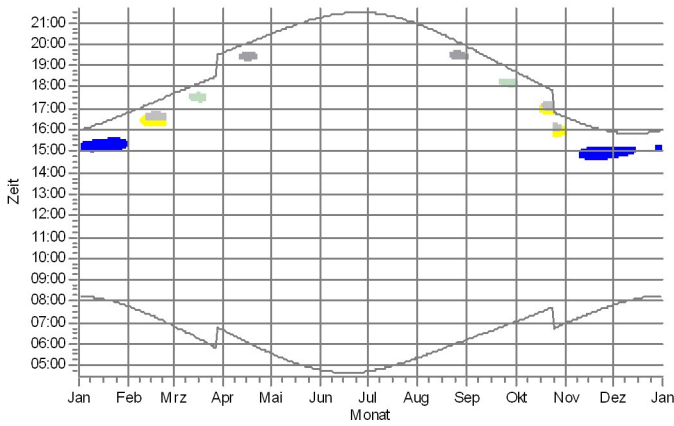
L05: Wulkow er Dorfstraße 20, Lebus



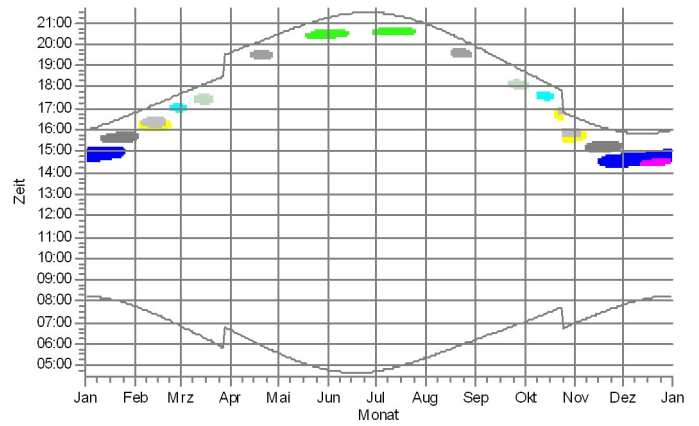
L06: Wulkow er Dorfstraße 33, Lebus



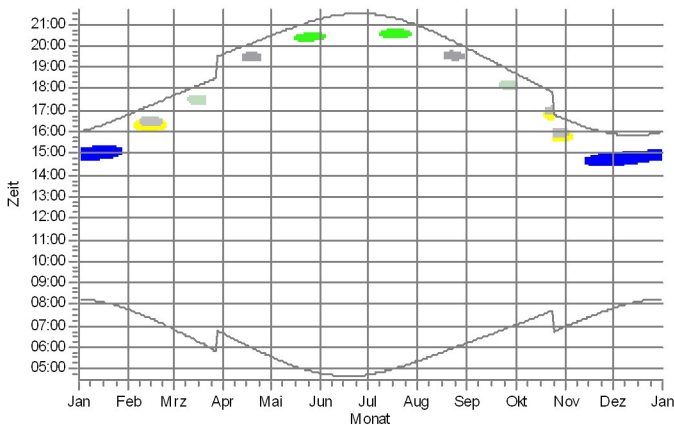
L07: Wulkow er Dorfstraße 23, Lebus



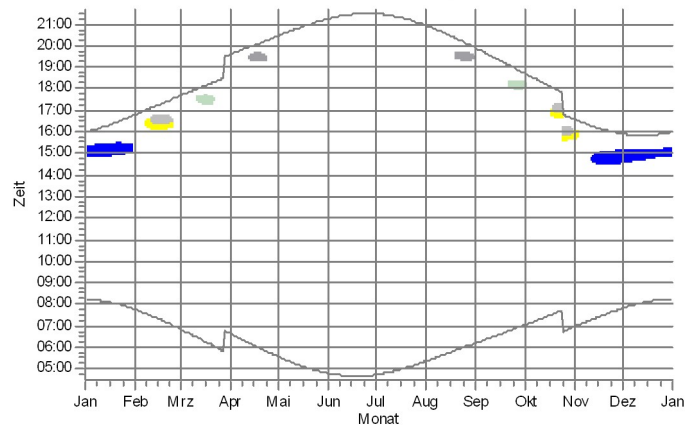
L08: Wulkow er Dorfstraße 30, Lebus



L09: Wulkow er Dorfstraße 27, Lebus



L10: Wulkow er Dorfstraße 25, Lebus



WEA

- 1: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (29)
- 2: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (24)
- 3: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (25)
- 4: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (28)
- 5: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (30)
- II-3: GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 IOI NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (27)

- W01: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (11)
- W02: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (12)
- W03: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (13)
- W05: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (15)
- W09: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (17)

Projekt:
17-1-3020-006

Beschreibung:
Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

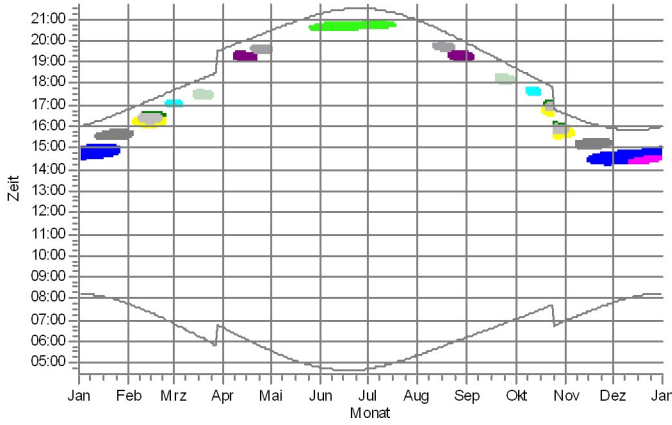


Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.03.2021 17:07/3.4.415

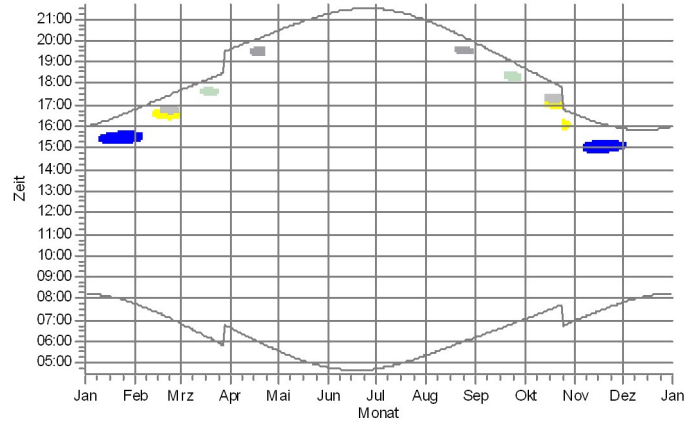
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

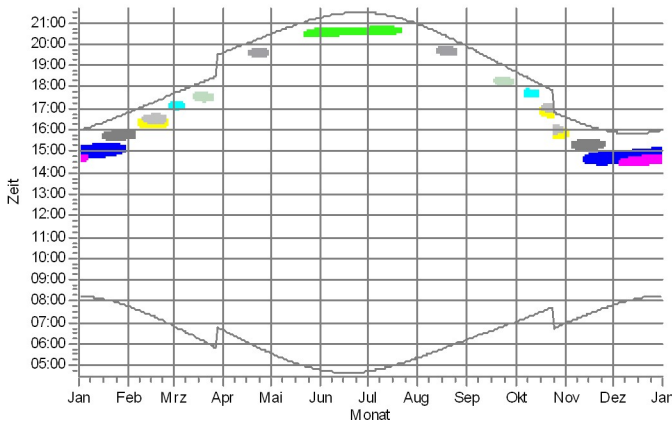
L11: Wulkow er Dorfstraße 36, Lebus



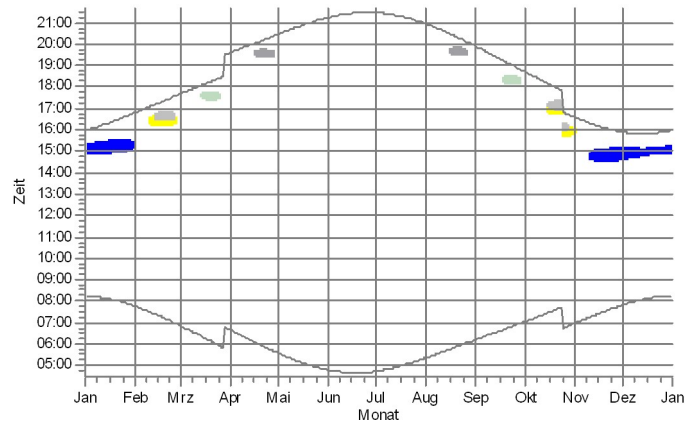
L12: Wulkow er Dorfstraße 44, Lebus



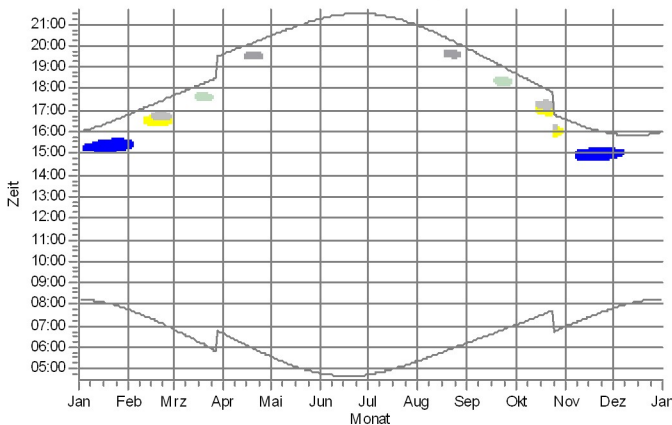
L13: Wulkow er Dorfstraße 38, Lebus



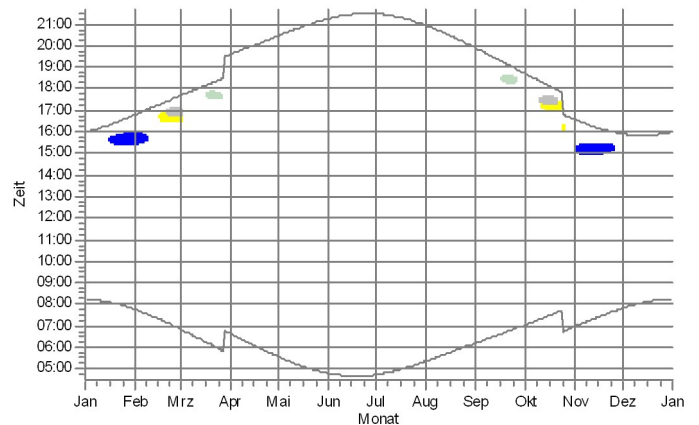
L14: Wulkow er Dorfstraße 40, Lebus



L15: Wulkow er Dorfstraße 42, Lebus



L16: Wulkow er Dorfstraße 46, Lebus



WEA

- 1: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (29)
- 2: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (24)
- 3: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (25)
- 4: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (28)
- 5: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IOI NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (30)
- II-3: GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 IOI NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (27)

- W01: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (11)
- W02: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (12)
- W03: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (13)
- W05: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (15)
- W09: VESTAS V90 2000 90.0 IOI NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (17)

Projekt:
17-1-3020-006

Beschreibung:
Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

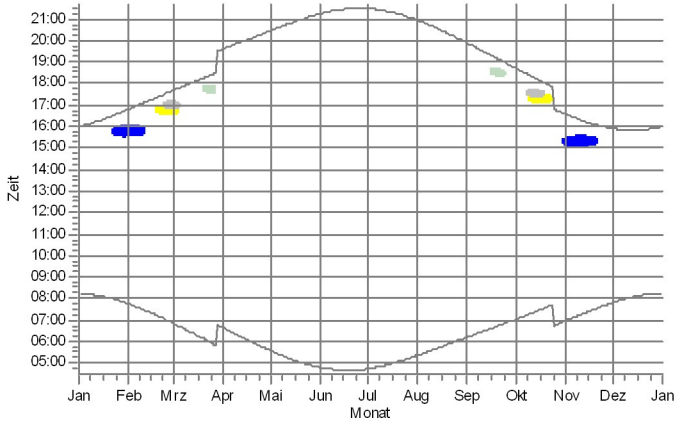


Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.03.2021 17:07/3.4.415

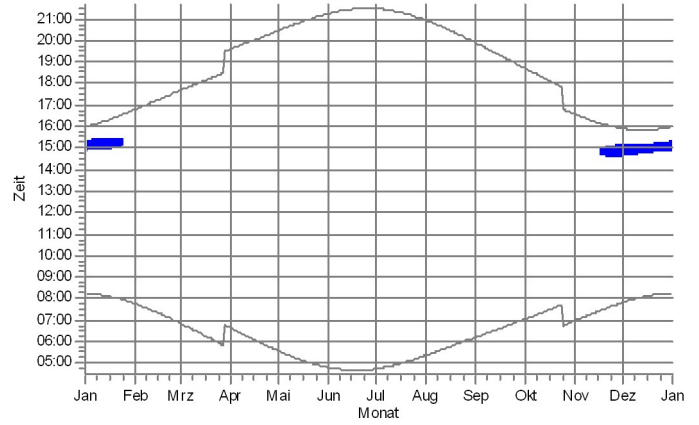
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

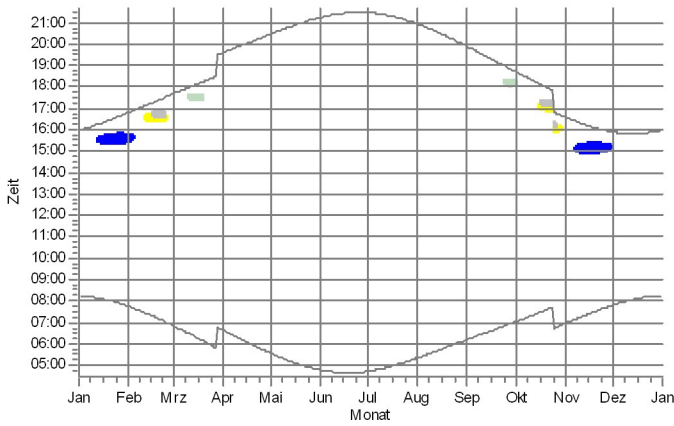
L17: Wulkow er Dorfstraße 48, Lebus



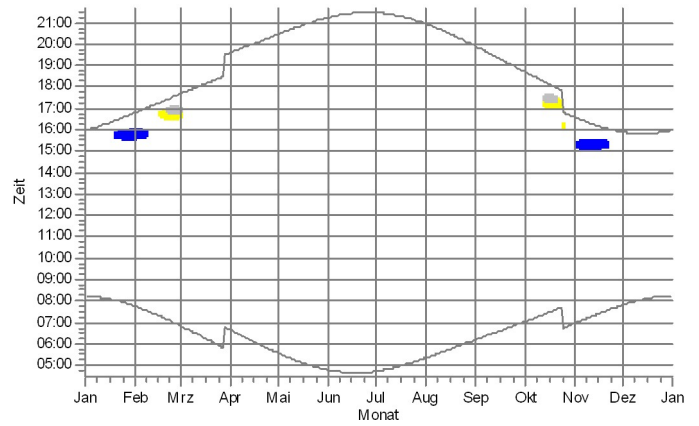
L18: Bauernw eg 2, Lebus



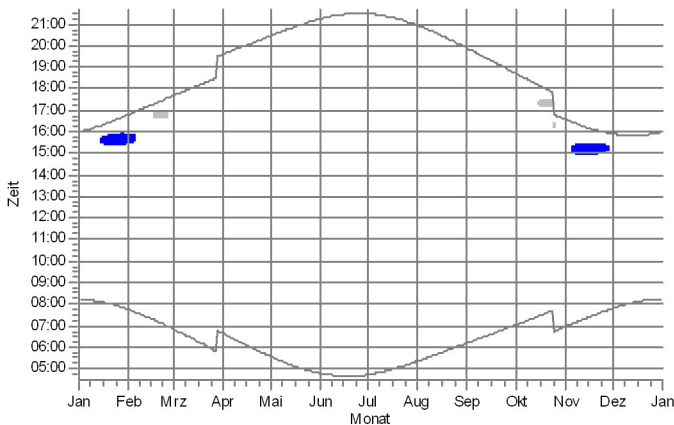
L19: Wulkow er Dorfstraße 15, Lebus



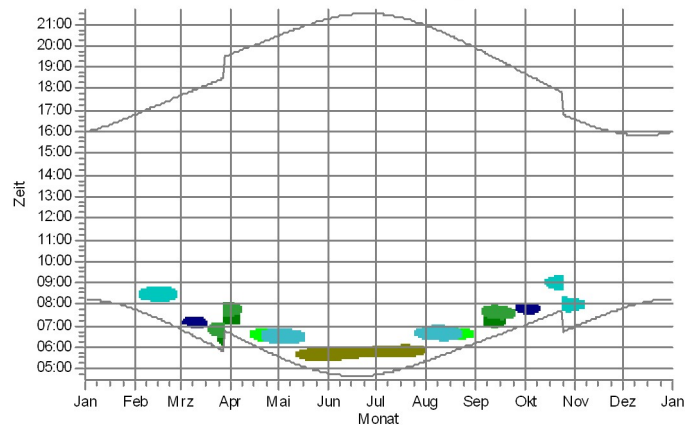
L20: Wulkow er Dorfstraße 51, Lebus



L21: Wulkow er Dorfstraße 14, Lebus



T01: Frankfurter Str. 14, Treplin



WEA

- 1: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IO! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (29)
- 2: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IO! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (24)
- 3: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IO! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (25)
- 7: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 IO! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (26)
- II-1: GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 IO! NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (28)
- II-2: GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 IO! NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (26)

- W01: VESTAS V90 2000 90.0 IO! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (11)
- W03: VESTAS V90 2000 90.0 IO! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (13)
- y1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 169,0 m (Ges:244,0 m) (23)
- y2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 169,0 m (Ges:244,0 m) (24)
- y3: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 169,0 m (Ges:244,0 m) (25)

Projekt: 17-1-3020-006
 Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com
 Berechnet: 24.03.2021 11:52/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung mit Abschaltautomatik
 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) [POTSDAM]
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
 1,56 2,60 3,92 5,75 7,42 7,51 7,59 7,27 5,27 3,77 1,84 1,30

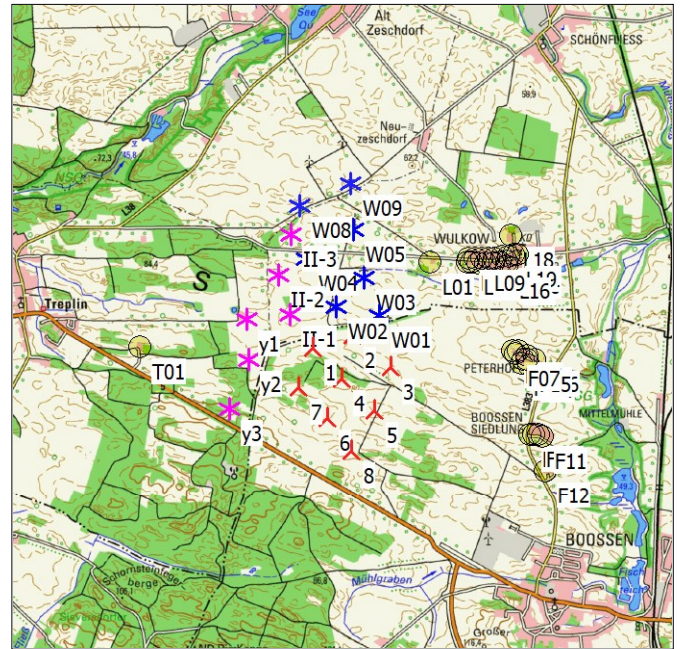
Betriebsdauer je Sektor
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
 332 274 502 781 621 486 569 872 1.221 1.201 815 534 8.208

Schattenabschaltung für spez. WEA

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: DGM5.wpg (1)
 Hindernisse in Berechnung nicht 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
 * Neue WEA
 * Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	461.705	5.805.033	87,0	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
2	462.096	5.805.155	76,9	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
3	462.473	5.804.844	78,9	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
4	461.991	5.804.727	83,0	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
5	462.311	5.804.412	75,8	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
6	461.846	5.804.339	84,1	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
7	461.565	5.804.644	85,7	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
8	462.090	5.804.010	92,6	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 700-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	9,7
II-1	461.477	5.805.366	74,0	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	6.0-164-6.000	6.000	164,0	167,0	1.815	9,7
II-2	461.364	5.805.756	78,5	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	6.0-164-6.000	6.000	164,0	167,0	1.815	9,7
II-3	461.491	5.806.154	74,4	GE WIND EN...	Ja	GE WIND ENERGY	6.0-164-6.000	6.000	164,0	167,0	1.815	9,7
W01	462.357	5.805.357	70,9	VESTAS V90 ...	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W02	461.930	5.805.439	74,7	VESTAS V90 ...	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W03	462.207	5.805.726	68,5	VESTAS V90 ...	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W04	461.637	5.805.914	74,1	VESTAS V90 ...	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W05	462.103	5.806.203	65,4	VESTAS V90 ...	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W08	461.576	5.806.439	72,3	ENERCON E-...	Nein	ENERCON	E-82-2.000	2.000	82,0	138,4	1.547	19,5
W09	462.075	5.806.655	66,7	VESTAS V90 ...	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
y1	461.048	5.805.313	82,6	VESTAS V15...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	169,0	1.897	12,6
y2	461.066	5.804.918	91,8	VESTAS V15...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	169,0	1.897	12,6
y3	460.878	5.804.428	100,7	VESTAS V15...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	169,0	1.897	12,6

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
F01	Peterhof 9b, Frankfurt (Oder)	463.685	5.804.999	59,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F02	Siedlung 1, Frankfurt (Oder)	463.851	5.804.180	66,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F05	Peterhof 10, Frankfurt (Oder)	463.786	5.804.920	59,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F06	Peterhof 8b, Frankfurt (Oder)	463.737	5.805.000	60,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F07	Peterhof 9a, Frankfurt (Oder)	463.711	5.804.979	60,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F08	Peterhof 11, Frankfurt (Oder)	463.766	5.804.882	59,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt: 17-1-3020-006
 Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
 Berechnet: 24.03.2021 11:52/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung mit Abschaltautomatik

...(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]	[°]		[m]
F09	Siedlung 3, Frankfurt (Oder)	463.890	5.804.179	67,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F10	Siedlung 5, Frankfurt (Oder)	463.936	5.804.176	67,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F11	Siedlung 7, Frankfurt (Oder)	463.979	5.804.153	68,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F12	Wulkower Straße 8, Frankfurt (Oder)	464.011	5.803.814	71,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F13	Peterhof 7, Frankfurt (Oder)	463.827	5.804.953	58,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F14	Peterhof 13, Frankfurt (Oder)	463.842	5.804.856	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F15	Peterhof 12a, Frankfurt (Oder)	463.830	5.804.916	59,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F16	Peterhof 5, Frankfurt (Oder)	463.902	5.804.915	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L01	Wulkower Dorfstraße 34, Lebus	462.866	5.805.880	63,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L02	Wulkower Dorfstraße 35, Lebus	463.239	5.805.880	60,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L03	Wulkower Dorfstraße 47, Lebus	463.622	5.805.884	55,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L04	Wulkower Dorfstraße 17, Lebus	463.644	5.805.936	53,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L05	Wulkower Dorfstraße 20, Lebus	463.577	5.805.932	54,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L06	Wulkower Dorfstraße 33, Lebus	463.247	5.805.920	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L07	Wulkower Dorfstraße 23, Lebus	463.500	5.805.920	58,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L08	Wulkower Dorfstraße 30, Lebus	463.316	5.805.918	61,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L09	Wulkower Dorfstraße 27, Lebus	463.381	5.805.915	61,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L10	Wulkower Dorfstraße 25, Lebus	463.445	5.805.912	60,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L11	Wulkower Dorfstraße 36, Lebus	463.270	5.805.877	61,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L12	Wulkower Dorfstraße 44, Lebus	463.561	5.805.876	57,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L13	Wulkower Dorfstraße 38, Lebus	463.344	5.805.872	59,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L14	Wulkower Dorfstraße 40, Lebus	463.415	5.805.868	59,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L15	Wulkower Dorfstraße 42, Lebus	463.489	5.805.866	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L16	Wulkower Dorfstraße 46, Lebus	463.626	5.805.843	56,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L17	Wulkower Dorfstraße 48, Lebus	463.672	5.805.817	54,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L18	Bauernweg 2, Lebus	463.666	5.806.149	51,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L19	Wulkower Dorfstraße 15, Lebus	463.691	5.805.958	53,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L20	Wulkower Dorfstraße 51, Lebus	463.734	5.805.887	54,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L21	Wulkower Dorfstraße 14, Lebus	463.733	5.805.951	53,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T01	Frankfurter Str. 14, Treplin	459.996	5.805.040	94,4	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	Schatten-tage/Jahr	Max.Schatten-dauer/Tag	Vermiedene Stunden pro Jahr	Vermiedene Tage pro Jahr	Stunden/Jahr	Vermiedene Stunden pro Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	[d/a]	[h/a]	[h/a]	
F01*	Peterhof 9b, Frankfurt (Oder)	29:54	121	0:29	11:15	10	7:50	2:30	
F02*	Siedlung 1, Frankfurt (Oder)	28:51	97	0:25	10:00	32	7:52	2:50	
F05*	Peterhof 10, Frankfurt (Oder)	25:00	86	0:27	12:37	38	6:44	2:54	
F06*	Peterhof 8b, Frankfurt (Oder)	25:50	94	0:28	12:14	31	6:49	2:42	
F07*	Peterhof 9a, Frankfurt (Oder)	27:28	103	0:29	12:35	26	7:18	2:49	
F08*	Peterhof 11, Frankfurt (Oder)	28:03	112	0:28	11:39	15	7:35	2:44	
F09*	Siedlung 3, Frankfurt (Oder)	25:31	95	0:25	9:06	23	6:59	2:35	
F10*	Siedlung 5, Frankfurt (Oder)	16:45	64	0:24	8:20	19	4:44	2:21	
F11*	Siedlung 7, Frankfurt (Oder)	15:33	72	0:23	7:58	8	4:24	2:15	
F12	Wulkower Straße 8, Frankfurt (Oder)	9:03	34	0:21			2:37		
F13*	Peterhof 7, Frankfurt (Oder)	19:35	64	0:27	8:33	25	5:10	1:54	
F14*	Peterhof 13, Frankfurt (Oder)	24:39	87	0:26	3:33		6:31	0:48	
F15*	Peterhof 12a, Frankfurt (Oder)	20:36	87	0:27	7:35	2	5:28	1:42	
F16*	Peterhof 5, Frankfurt (Oder)	12:59	60	0:25	5:40		3:16	1:16	
L01*	Wulkower Dorfstraße 34, Lebus	103:45	261	0:49	69:41	55	24:06	9:06	
L02*	Wulkower Dorfstraße 35, Lebus	43:50	174	0:25	56:50	97	11:06	7:37	
L03*	Wulkower Dorfstraße 47, Lebus	19:26	91	0:23	10:02	4	3:18	1:49	
L04*	Wulkower Dorfstraße 17, Lebus	16:55	95	0:19	11:51	2	2:55	2:01	
L05*	Wulkower Dorfstraße 20, Lebus	16:47	114	0:16	18:37	9	3:26	2:53	
L06*	Wulkower Dorfstraße 33, Lebus	45:07	181	0:27	54:17	94	11:18	7:16	
L07*	Wulkower Dorfstraße 23, Lebus	12:54	66	0:17	28:56	74	3:08	4:07	
L08*	Wulkower Dorfstraße 30, Lebus	30:02	144	0:19	50:56	97	7:26	6:35	
L09*	Wulkower Dorfstraße 27, Lebus	22:35	128	0:18	36:32	65	5:39	4:51	
L10*	Wulkower Dorfstraße 25, Lebus	15:25	90	0:18	33:09	67	3:33	4:34	
L11*	Wulkower Dorfstraße 36, Lebus	42:41	174	0:24	57:17	98	10:52	7:40	
L12*	Wulkower Dorfstraße 44, Lebus	21:05	118	0:19	14:53	5	4:06	2:27	

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

17-1-3020-006

Beschreibung:

Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel-
Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com

Berechnet:

24.03.2021 11:52/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung mit Abschaltautomatik

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer				met. wahrsch. Beschattungsdauer			
		Stunden/Jahr	Schatten- tage/Jahr	Max.Schatten- dauer/Tag	Vermiedene Stunden pro Jahr	Vermiedene Tage pro Jahr	Stunden/Jahr	Vermiedene Stunden pro Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	[d/a]	[h/a]	[h/a]	
L13*	Wulkower Dorfstraße 38, Lebus	31:24	153	0:19	57:20	101	7:54	7:33	
L14*	Wulkower Dorfstraße 40, Lebus	16:31	92	0:18	33:30	68	3:50	4:42	
L15*	Wulkower Dorfstraße 42, Lebus	18:01	123	0:18	22:58	11	3:51	3:27	
L16*	Wulkower Dorfstraße 46, Lebus	21:21	86	0:25	8:08	9	3:36	1:39	
L17*	Wulkower Dorfstraße 48, Lebus	22:06	86	0:27	5:22	2	3:56	1:07	
L18*	Bauernweg 2, Lebus	2:12	20	0:09	18:24	48	0:14	2:10	
L19*	Wulkower Dorfstraße 15, Lebus	17:08	91	0:19	9:28	3	2:53	1:41	
L20*	Wulkower Dorfstraße 51, Lebus	15:44	66	0:23	6:26	1	2:26	1:20	
L21*	Wulkower Dorfstraße 14, Lebus	15:19	63	0:22	0:47		2:18	0:06	
T01*	Frankfurter Str. 14, Treplin	92:04	224	0:33	15:09	29	24:35	3:33	

* Rezeptoren, an denen Schattenwurf durch Abschaltung reduziert ist.

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Angehalten wg. Schattenabschaltung [h/a]	Erwartet [h/a]
1	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (29)	0:00	31:50	0:00
2	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (24)	21:05	60:29	5:40
3	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (25)	80:33	76:43	18:16
4	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (28)	0:45	61:45	0:11
5	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (30)	17:44	35:40	4:37
6	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (27)	0:00		0:00
7	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (26)	0:00	21:26	0:00
8	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 700 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (23)	7:04		1:45
II-1	GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 !O! NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (28)	22:31		5:55
II-2	GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 !O! NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (26)	38:06		11:15
II-3	GE WIND ENERGY 6.0-164 6000 164.0 !O! NH: 167,0 m (Ges:249,0 m) (27)	20:29		5:48
W01	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (11)	59:36		11:15
W02	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (12)	14:28		3:05
W03	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (13)	28:23		6:57
W04	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (14)	4:52		1:16
W05	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (15)	33:14		9:25
W08	ENERCON E-82 2000 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (22)	5:09		1:28
W09	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (17)	22:02		5:53
y1	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:244,0 m) (23)	23:02		7:11
y2	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:244,0 m) (24)	16:46		4:09
y3	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:244,0 m) (25)	19:21		3:14

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: 17-1-3020-006
 Beschreibung: Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:
 Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel



Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com
 Berechnet: 22.03.2021 16:54/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung irrelevant
 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
 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 Sonneneinstrahlrichtung
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

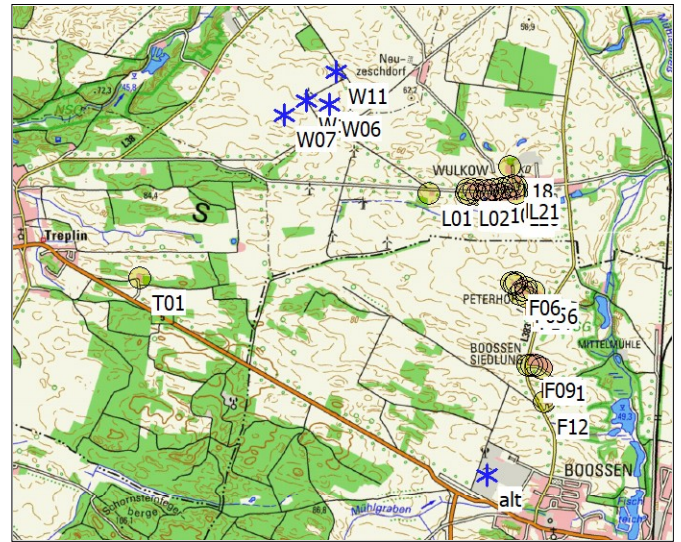
Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:

Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: DGM5.wpg (1)
 Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
 Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
 Rasterauflösung: 1,0 m

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

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Ak-tuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
alt	463.441	5.803.092	76,9	ENERCON E-40/6.44 600 44.0 !O!...Nein		ENERCON	E-40/6.44-600	600	44,0	78,0	834	34,5
W06	461.871	5.806.768	70,2	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O!...Ja		ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
W07	461.424	5.806.662	76,2	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O!...Ja		ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
W10	461.643	5.806.806	75,3	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 1...Ja		VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
W11	461.936	5.807.098	64,7	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 1...Ja		VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9



Maßstab 1:75.000
 * Existierende WEA ● Schattenrezeptor

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
F01	Peterhof 9b, Frankfurt (Oder)	463.685	5.804.999	59,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F02	Siedlung 1, Frankfurt (Oder)	463.851	5.804.180	66,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F05	Peterhof 10, Frankfurt (Oder)	463.786	5.804.920	59,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F06	Peterhof 8b, Frankfurt (Oder)	463.737	5.805.000	60,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F07	Peterhof 9a, Frankfurt (Oder)	463.711	5.804.979	60,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F08	Peterhof 11, Frankfurt (Oder)	463.766	5.804.882	59,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F09	Siedlung 3, Frankfurt (Oder)	463.890	5.804.179	67,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F10	Siedlung 5, Frankfurt (Oder)	463.936	5.804.176	67,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F11	Siedlung 7, Frankfurt (Oder)	463.979	5.804.153	68,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F12	Wulkower Straße 8, Frankfurt (Oder)	464.011	5.803.814	71,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F13	Peterhof 7, Frankfurt (Oder)	463.827	5.804.953	58,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F14	Peterhof 13, Frankfurt (Oder)	463.842	5.804.856	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F15	Peterhof 12a, Frankfurt (Oder)	463.830	5.804.916	59,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F16	Peterhof 5, Frankfurt (Oder)	463.902	5.804.915	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L01	Wulkower Dorfstraße 34, Lebus	462.866	5.805.880	63,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L02	Wulkower Dorfstraße 35, Lebus	463.239	5.805.880	60,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L03	Wulkower Dorfstraße 47, Lebus	463.622	5.805.884	55,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L04	Wulkower Dorfstraße 17, Lebus	463.644	5.805.936	53,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L05	Wulkower Dorfstraße 20, Lebus	463.577	5.805.932	54,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L06	Wulkower Dorfstraße 33, Lebus	463.247	5.805.920	62,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L07	Wulkower Dorfstraße 23, Lebus	463.500	5.805.920	58,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L08	Wulkower Dorfstraße 30, Lebus	463.316	5.805.918	61,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L09	Wulkower Dorfstraße 27, Lebus	463.381	5.805.915	61,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L10	Wulkower Dorfstraße 25, Lebus	463.445	5.805.912	60,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L11	Wulkower Dorfstraße 36, Lebus	463.270	5.805.877	61,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L12	Wulkower Dorfstraße 44, Lebus	463.561	5.805.876	57,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L13	Wulkower Dorfstraße 38, Lebus	463.344	5.805.872	59,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

17-1-3020-006

Beschreibung:

Windpark Wulkow-Boossen im Landkreis
Märkisch-Oderland, Brandenburg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel


Marc Brüning / marc.brueuing@ramboll.com

Berechnet:

22.03.2021 16:54/3.4.415

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung irrelevant

...(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]	[°]		[m]
L14	Wulkower Dorfstraße 40, Lebus	463.415	5.805.868	59,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L15	Wulkower Dorfstraße 42, Lebus	463.489	5.805.866	58,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L16	Wulkower Dorfstraße 46, Lebus	463.626	5.805.843	56,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L17	Wulkower Dorfstraße 48, Lebus	463.672	5.805.817	54,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L18	Bauernweg 2, Lebus	463.666	5.806.149	51,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L19	Wulkower Dorfstraße 15, Lebus	463.691	5.805.958	53,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L20	Wulkower Dorfstraße 51, Lebus	463.734	5.805.887	54,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L21	Wulkower Dorfstraße 14, Lebus	463.733	5.805.951	53,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
T01	Frankfurter Str. 14, Treplin	459.996	5.805.040	94,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
F01	Peterhof 9b, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00
F02	Siedlung 1, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00
F05	Peterhof 10, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00
F06	Peterhof 8b, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00
F07	Peterhof 9a, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00
F08	Peterhof 11, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00
F09	Siedlung 3, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00
F10	Siedlung 5, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00
F11	Siedlung 7, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00
F12	Wulkower Straße 8, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00
F13	Peterhof 7, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00
F14	Peterhof 13, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00
F15	Peterhof 12a, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00
F16	Peterhof 5, Frankfurt (Oder)	0:00	0	0:00
L01	Wulkower Dorfstraße 34, Lebus	0:00	0	0:00
L02	Wulkower Dorfstraße 35, Lebus	0:00	0	0:00
L03	Wulkower Dorfstraße 47, Lebus	0:00	0	0:00
L04	Wulkower Dorfstraße 17, Lebus	0:00	0	0:00
L05	Wulkower Dorfstraße 20, Lebus	0:00	0	0:00
L06	Wulkower Dorfstraße 33, Lebus	0:00	0	0:00
L07	Wulkower Dorfstraße 23, Lebus	0:00	0	0:00
L08	Wulkower Dorfstraße 30, Lebus	0:00	0	0:00
L09	Wulkower Dorfstraße 27, Lebus	0:00	0	0:00
L10	Wulkower Dorfstraße 25, Lebus	0:00	0	0:00
L11	Wulkower Dorfstraße 36, Lebus	0:00	0	0:00
L12	Wulkower Dorfstraße 44, Lebus	0:00	0	0:00
L13	Wulkower Dorfstraße 38, Lebus	0:00	0	0:00
L14	Wulkower Dorfstraße 40, Lebus	0:00	0	0:00
L15	Wulkower Dorfstraße 42, Lebus	0:00	0	0:00
L16	Wulkower Dorfstraße 46, Lebus	0:00	0	0:00
L17	Wulkower Dorfstraße 48, Lebus	0:00	0	0:00
L18	Bauernweg 2, Lebus	0:00	0	0:00
L19	Wulkower Dorfstraße 15, Lebus	0:00	0	0:00
L20	Wulkower Dorfstraße 51, Lebus	0:00	0	0:00
L21	Wulkower Dorfstraße 14, Lebus	0:00	0	0:00
T01	Frankfurter Str. 14, Treplin	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
	alt ENERCON E-40/6.44 600 44.0 !O! NH: 78,0 m (Ges:100,0 m) (16)	0:00
	W06 ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (19)	0:00
	W07 ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (21)	0:00
	W10 VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (20)	0:00
	W11 VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (18)	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: Akkreditierung



Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Prüflaboratorien

Ramboll Deutschland GmbH
Onshore Wind

mit den Standorten

Elisabeth-Consbruch-Straße 3, 34131 Kassel
Andreaestraße 3, 30159 Hannover

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von Windenergieanlagen (WEA) einschließlich Prüfung windklimatologischer Eingangsdaten; Bestimmung des 60 % Referenzertrag-Nachweises; Bestimmung der Standortgüte; Durchführung und Auswertung von Windmessungen zur Bestimmung des Windpotenzials; Erstellung von Schallimmissionsprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Schattenwurfprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Gutachten zur natürlichen Umgebungsturbulenz von Windenergieanlagenstandorten auf der Grundlage der Berechnung von Turbulenzintensitäten

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 01.12.2020 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-21488-01. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 3 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-PL-21488-01-00**

Berlin, 01.12.2020

Im Auftrag Dr. Heike Manke
Abteilungsleiterin

Die Urkunde samt Urkundenanlage gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand des Geltungsbereiches der Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) zu entnehmen. <https://www.dakks.de/content/datenbank-akkreditierter-stellen>

Siehe Hinweise auf der Rückseite

Theoretische Grundlagen

1 Sonnenstand

Der Sonnenstand bildet die Grundlage für die Berechnung des Schattenwurfs. Der Stand der Sonne am Firmament ist im Wesentlichen von der geographischen Position sowie von der Tages- und der Jahreszeit abhängig, wobei die Erdrotation, die Neigung der Erdachse und der elliptischen Laufbahn der Erde um die Sonne berücksichtigt werden.

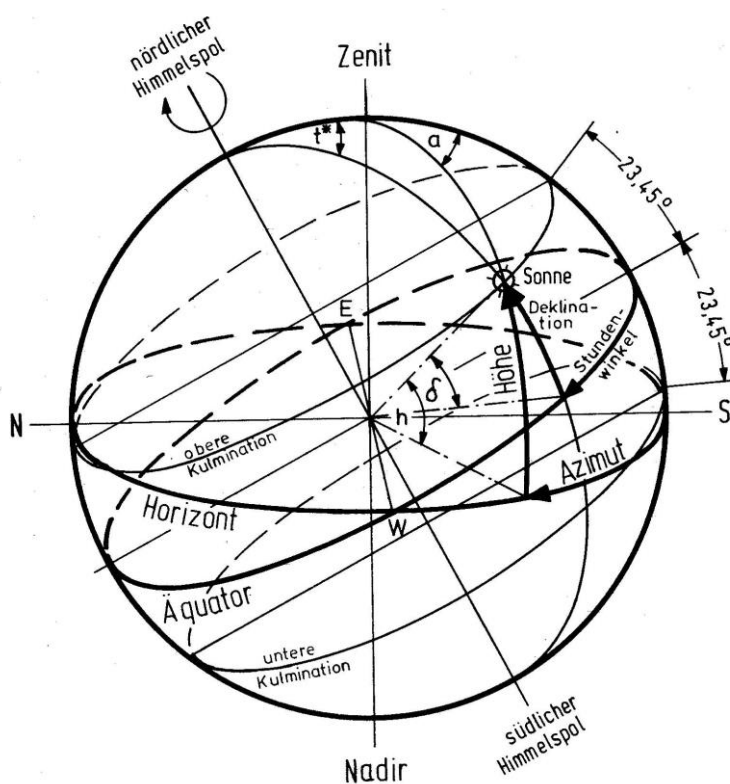


Abbildung 1: Winkelzusammenhänge des Sonnenstands an einem Betrachtungspunkt

Mit diesen Daten werden die Deklination δ , der Stundenwinkel ω , die Sonnehöhe h , der Azimut γ sowie der Sonnenauf- und -untergang t_a und t_u berechnet. Die Begriffe bedeuten:

- **Deklination δ :** Jahrgang der Sonne. Winkel, in welchem sich die Sonne im Verlauf der Jahreszeiten über den Zenit am Äquator in südlicher und nördlicher Richtung hinausbewegt. [Winteranfang (21.12.) $-23,45^\circ$; Sommeranfang (21.6.) $23,45^\circ$; Herbst- (23.9.) und Frühlingsanfang (21.3.) 0°]
- **Sonnehöhe h :** Einfallswinkel der Sonne gegenüber einer horizontalen Fläche.

- **Stundenwinkel ω :** Winkel zwischen dem Sonnenhöchststand und der aktuellen Sonneneinstrahlung.
- **Azimut γ :** Winkel zwischen der Südrichtung und dem auf die horizontale Ebene projizierten Sonnenstand.
- **Sonnenaufgang t_a , Sonnenuntergang t_u :** Aufgang/Untergang in dem Moment, wenn der Sonnenmittelpunkt über der horizontalen Fläche morgens/abends am Horizont sichtbar/verdeckt wird.

Die Berechnungen berücksichtigen die sich verändernde Tageslänge von einem zum nächsten Sonnenhöchststand, die aufgrund der elliptischen Umlaufbahn der Erde um die Sonne um bis zu 16 Minuten variiert. In Abbildung 2 ist die Abweichung (Zeitkorrektur) der Tagesdauer von einem 24-Stunden Tag sowie die Deklination über ein Jahr dargestellt.

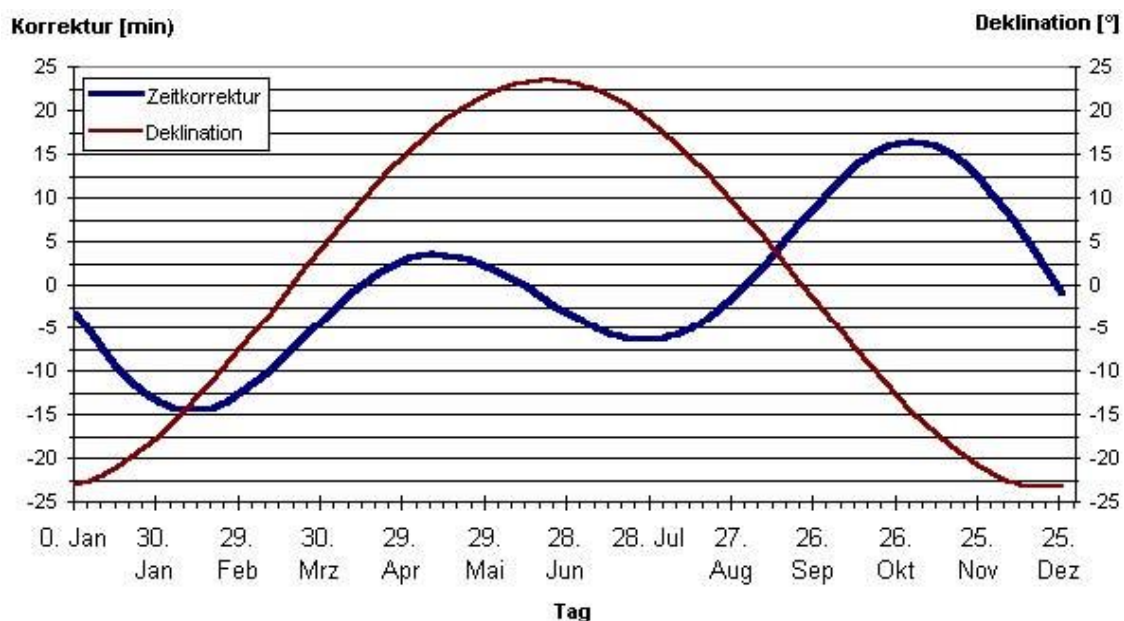


Abbildung 2: Zeitkorrektur und Deklination über ein Jahr

Da die Ergebnisse nicht nur für ein Jahr gültig sein sollen, wird in den Berechnungen die Zahl der Tage pro Jahr auf 365,25 Tage gemittelt. Dadurch können sich die Ergebnisse innerhalb eines Zeitraums von vier Jahren um bis zu einem Tag verschieben.

2 Schattenwurf von WEA

2.1 Beschattungsbereich

Periodischer Schattenwurf wird durch die sich bewegenden Rotorblätter einer WEA erzeugt. Der Bereich, in dem der periodische Schattenwurf einer WEA untersucht werden muss (*Beschattungsbereich*), ist definiert als der Bereich, von dem aus die Sonnenscheibe mehr als 20 % durch das Rotorblatt verdeckt wird. Wird durch ein Rotorblatt weniger als 20 % der Sonnenscheibe verdeckt, so ist der dadurch entstehende Helligkeitswechsel wenig wahrnehmbar und nicht mehr relevant. Da die Breite eines Rotorblatts nicht über die ganze Länge konstant ist, wird, um den Beschattungsbereich zu berechnen, ersatzweise ein rechteckiges Rotorblatt mit einer mittleren Blattiefe ermittelt und zugrunde gelegt. Abbildung 3 zeigt den Verlauf der Schattenintensität bei einem typischen Rotorblatt von rund 63 m Länge in Abhängigkeit von der Entfernung.

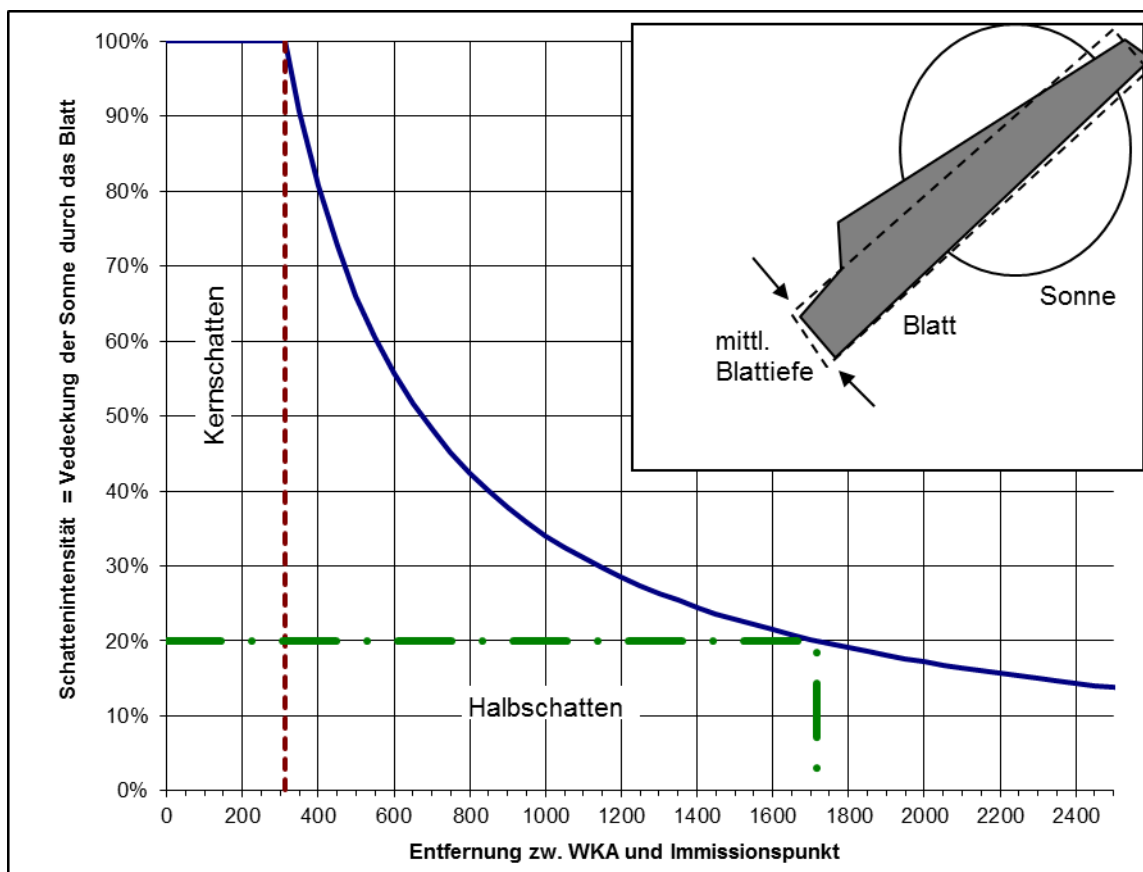


Abbildung 3: Schattenintensität in Abhängigkeit von Rotorblatttiefe und Entfernung

2.2 Schattenverlauf und Berechnung der Beschattungsdauern

Der Verlauf des periodischen Schattenwurfs wird über den Sonnenstand, den Standort bzw. die Standorte der WEA und die Lage der maßgeblichen Immissionsorte ermittelt. Dazu sind die folgenden Daten notwendig:

- die Positionen der WEA und der Immissionsorte (Koordinaten, Höhe über N.N., Genauigkeit +/- 5 m)
- Ausmaße der WEA (Nabenhöhe, Rotorradius und Rotorblatttiefe)

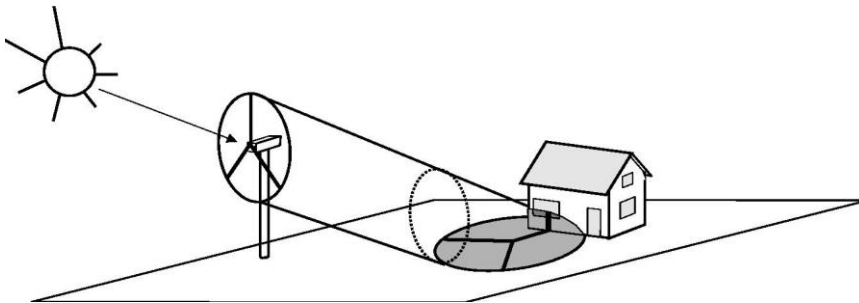


Abbildung 4: Schattenwurf des Rotors

Zur Ermittlung des Schattenwurfs an einem Immissionsort wird dort ein virtueller Schattenrezeptor mit den Ausmaßen der zu untersuchenden Fläche platziert. Bei der Simulation des Sonnenstands über ein Jahr registriert der virtuelle Rezeptor den Schattenwurf in diesem Zeitraum (Abbildung 5). Die Simulation des Verlaufs der Sonne wird mit der Software WindPRO (Modul SHADOW) [1] mit einer minütlichen Auflösung von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang über das ganze Jahr durchgeführt. Unter Berücksichtigung einer minimalen Sonnenhöhe, der Koordinaten, der Lage und der Größe des Rezeptors sowie der WEA-Daten, wird so über die Simulation ermittelt, ob am Rezeptor ein Schattenwurf durch eine oder mehrere Windenergieanlagen auftritt. Tritt ein Schlagschatten auf, werden für diesen das Datum, der Beginn, das Ende und die Dauer sowie die verursachende WEA des Schattens angegeben (siehe die Kalender zu jedem Schattenrezeptor). Daraus werden wiederum über ein ganzes Jahr die Anzahl der Schattentage und die gesamte Schattenwurfdauer berechnet.

Der Schattenwurf für Sonnenstände unter 3° Erhöhung über Horizont kann wegen Bewuchs, Bebauung und der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände vernachlässigt werden. Ob hier auch ein höherer Wert angesetzt werden kann, hängt von der Orographie, der Bebauung und dem Bewuchs um den WEA-Standort ab und muss im Einzelnen evtl. dann genauer untersucht werden, wenn davon auszugehen ist, dass durch die Gegebenheiten vor Ort

eine wesentliche Reduktion der Beeinträchtigung zu erwarten ist.

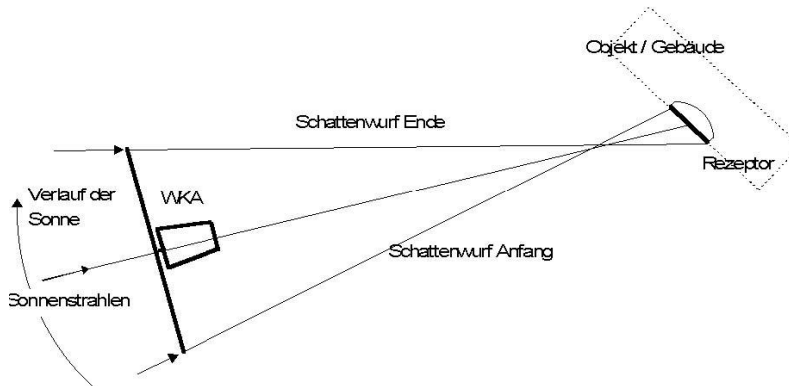


Abbildung 5: Schattenbeziehung WEA – Gebäude (Draufsicht)

2.3 Richtlinien

Die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [2] hat die federführend vom staatlichen Umweltamt Schleswig unter Mitarbeit von Fachleuten [3] [4] [5] [6], Gutachtern (u.a. auch der Ramboll Deutschland GmbH), Gewerbeaufsichtsämtern und Weiteren erarbeiteten Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise) im Jahr 2002 als Standard anerkannt. Die WEA-Schattenwurf-Hinweise enthalten folgende Anhaltswerte:

- Die Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (worst case) an einem Immissionsort darf maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag betragen.
- Ein Schattenwurf bei einem Sonnenstand unter 3° ist nicht zu berücksichtigen.
- Der Beschattungsbereich ist der Bereich, in dem die Sonnenscheibe zu mehr als 20 % durch das Rotorblatt verdeckt ist.
- Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, wird die Berechnung des Schattenwurfs für einen punktförmigen Rezeptor (in der Simulation: 0,1 x 0,1 m) in 2 m Höhe am Immissionsort empfohlen.
- Darüber hinaus sollen zusätzlich die realen (bzw. meteorologisch statistisch auftretenden) Schattenwurfzeiten (unter Berücksichtigung von Sonnenscheinwahrscheinlichkeit, Windrichtungsverteilung und Stillstandszeiten), bezogen auf ein Fenster von üblichen Ausmaßen, angegeben werden; überschreiten diese einen Immissionsrichtwert von 8 Stunden, so ist der darüber hinausgehende Schattenwurf zu unterbinden.

2.4 Wahrscheinlichkeitsbetrachtung

Um aus der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer (Worstcase) die meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer zu ermitteln, fließen statistische Daten zur Sonnenscheinwahrscheinlichkeit, zu den Betriebsstunden der WEA und zur Windrichtung in die Berechnung ein. Diese Einflussfaktoren werden in den folgenden Abschnitten erläutert. Aufgrund der Sensibilität der Berechnung von den meteorologischen Eingangsgrößen sind diese mit Unsicherheiten von 5%-15% behaftet.

2.4.1 Sonnenscheinwahrscheinlichkeit

Den Berechnungen der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer (worst case) wurde die Annahme kontinuierlichen Sonnenscheins zugrunde gelegt. Um dagegen die meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer zu bestimmen, muss die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit mitberücksichtigt werden, die in der Praxis gleichzusetzen ist mit der Wahrscheinlichkeit der Existenz eines Schattenwurfs. Die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit ist von Region zu Region unterschiedlich und wird über die Sonneneinstrahlung an Wetterstationen gemessen. Die dazu erhältlichen Daten basieren auf mehrjährigen Messungen. Angegeben wird üblicherweise die mittlere tägliche Sonnenscheindauer in Stunden, jeweils bezogen auf die einzelnen Monate. Teilt man diese Sonnenscheindauer durch die mittlere Zeitdauer von Sonnenaufgang bis -untergang im gleichen Monat, erhält man die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit im jeweiligen Monat. Dieser Wert liegt im Dezember zwischen 10 % (Kassel) und 22 % (Freiburg) und im Juli/August zwischen 40 % (Düsseldorf) und 52 % (Freiburg) [7].

2.4.2 Reduktion der Schattenwurfdauer durch den Azimutwinkel

Bei der Berechnung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer (worst case) wird ebenfalls vom ungünstigsten Fall ausgegangen, dass die Windrichtung mit der Richtung der Sonnenstrahlen (Azimutwinkel) identisch ist und die Ausrichtung des Rotors damit den größtmöglichen Schatten zur Folge hat. Wird die statistische Windrichtungsverteilung berücksichtigt, so verkürzt sich die Dauer des Schattenwurfs pro Tag, da eine Abweichung zwischen der Windrichtung und dem Sonnenazimut einen schmaleren, ellipsenförmigen Schattenwurf verursacht (vgl. Abbildung 4).

Als Basis dient hier die Windrichtungsverteilung in 12 Sektoren, die einem Windgutachten oder

einer in der Nähe gemessenen Windstatistik aus einer meteorologischen Station entnommen werden kann. Entsprechend der sektoriellen Windrichtungsverteilung wird die relevante Schattenwurfungsbeziehung (WEA - Immissionspunkt) einem Windrichtungssektor zugeordnet. Gegenüberliegende Sektoren (Luv oder Lee von der Sonne angestrahlt) werden dabei in gleicher Weise berücksichtigt. Durch die Schrägstellung der Rotorebene verkleinern sich der Schattenwurfkegel und somit auch die Zeitpunkte des Schattenanfangs und des Schattenedes, also die Dauer des Schattenwurfs auf den Immissionspunkt.

2.4.3 Schattenwurf nur bei Betrieb der Anlage

Weiterhin ist die WEA nicht ständig in Betrieb, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit eines Schattenwurfs durch den sich drehenden Rotor zusätzlich reduziert. Erst wenn die Windgeschwindigkeit einen Wert über der Anlaufwindgeschwindigkeit erreicht, beginnt sich die WEA zu drehen. Die Stillstandshäufigkeit kann mit Hilfe der Windgeschwindigkeits-Häufigkeitsverteilung am Standort (zum Beispiel als Weibull-Funktion auf Nabenhöhe aus einem Windgutachten) und der Anlaufwindgeschwindigkeit der WEA ermittelt werden. Die "In-Betrieb"-Häufigkeit bezeichnet so das Verhältnis von Betriebsstunden der Anlage und der Stundenzahl eines Jahres (8.760 h).

3 Literaturverzeichnis

- [1] EMD, Software WindPRO, Modul SHADOW, jeweils aktuellste Version, 9220 Aalborg (DK): EMD International A/S, 2019.
- [2] LAI, Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise, Aktualisierung 2019), Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), 23.01.2020.
- [3] Freund, Die Reichweite des Schattenwurfs von Windkraftanlagen, H. D. Freund, Umweltforschungsbank UFORDAT, Juni 1999.
- [4] Freund, Effektive Einwirkzeit T_w des Schattenwurfs bei $T_{max} = 30$ h/Jahr, Kiel: H. D. Freund, Institut für Physik und Allgemeine Elektrotechnik, Fachhochschule Kiel, 24.01.2001.
- [5] F. J.Pohl, Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Feldstudie, Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 31.07.1999 .
- [6] F. J.Pohl, Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Laborpilotstudie, Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität, 15.05.2000 .
- [7] K. d. E. Gemeinschaften, *Atlas über die Sonnenstrahlung in Europa*, Dortmund: W-Grösschen Verlag, 1979.