

Schattenwurfprognose für
drei Windenergieanlagen
am Standort
Bretzfeld
(Baden-Württemberg)

Datum: 19.02.2018

Bericht Nr. 16-1-3106-001-SRM

Auftraggeber:

EnBW Windkraftprojekte GmbH

Schelmenwasenstr. 15 | 70567 Stuttgart

Auftragsnummer: 356001041

Bearbeiter:

RAMBOLL CUBE GmbH

Robbin Meisel M.Sc.

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

Tel 0561 / 288 573-0

Fax 0561 / 288 573-19



Hinweis:

Zum 01.01.2018 hat sich die Firmenbezeichnung der CUBE Engineering GmbH zu RAMBOLL CUBE GmbH geändert. Die Änderung hat keinen Einfluss auf den akkreditierten Bereich des Unternehmens. Es handelt sich lediglich um eine formale Änderung der Firmenbezeichnung auf der Akkreditierungsurkunde, die bereits bei der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) beantragt ist.

Die vorliegende Schattenwurfprognose für den Standort Bretzfeld (Baden-Württemberg) wurde der RAMBOLL CUBE GmbH im Januar 2018 von der EnBW Windkraftprojekte GmbH in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt. Die RAMBOLL CUBE 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 CUBE-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schatten“ festgelegt und dokumentiert.

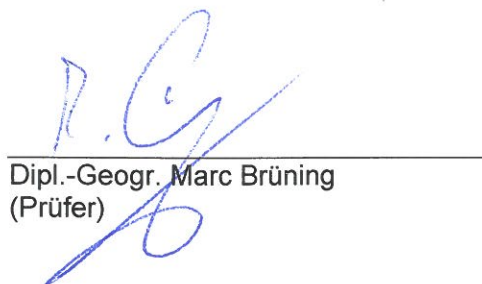
Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse der Schattenwurfprognose werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie basieren auf Berechnungen nach den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) sowie den vom Auftraggeber und dem WEA-Hersteller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

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

Kassel, 19.02.2018



Robbin Meisel M.Sc.
(Bearbeiter)



Dipl.-Geogr. Marc Brüning
(Prüfer)

Inhalt:

1	Standort- und WEA-Daten	5
1.1	Aufgabenstellung	5
1.2	Immissionsorte	6
1.3	Windenergieanlagen	11
2	Ergebnisse der Schattenwurfberechnungen	12
2.1	Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (worst case)	12
2.2	Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer	13
3	Zusammenfassung	14
3.1	Ergebnisse	14
3.2	Empfehlungen	15
4	Vorschriften und Quellen (Auswahl)	17
5	Anhang	18

1 Standort- und WEA-Daten

1.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Bretzfeld zwischen den Orten Neuhütten im Osten, Wüstenrot im Südosten, Löwenstein im Südwesten und Eichelberg im Nordwesten einen Windpark mit insgesamt drei Windenergieanlagen (WEA) des Typs Nordex N149/4.0-4.5 mit 164 m Nabenhöhe zu errichten (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Kenndaten der geplanten WEA

WEA	Typ	Nabenhöhe [m]	X-Ost [GK Bessel/ Zone 3]	Y-Nord [GK Bessel/ Zone 3]
1	Nordex N149/4.0-4.5	164	3.531.787	5.440.652
2	Nordex N149/4.0-4.5	164	3.532.303	5.441.002
3	Nordex N149/4.0-4.5	164	3.531.535	5.441.028

Vor Ort existieren bereits zwei weitere WEA. Diese müssen als Vorbelastungen berücksichtigt werden.

Es sollen die Immissionen durch periodischen Schattenwurf der Windenergieanlagen an der umliegenden Bebauung berechnet werden.

Grundlage der Berechnung sind die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Daten der geplanten WEA (Typ, Nabenhöhe, Koordinaten) sowie die bei der Standortbesichtigung am 29.08.2016 erhobenen Daten über relevante Immissionsorte und deren Umgebung.

Das Höhenrelief wurde den Höhenlinien der Topographischen Karte 1:25.000 entnommen.

Position und Typ der Vorbelastungs-WEA wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt und vor Ort überprüft.

Die Berechnung wurde mit der Software WindPRO, Modul SHADOW, durchgeführt.

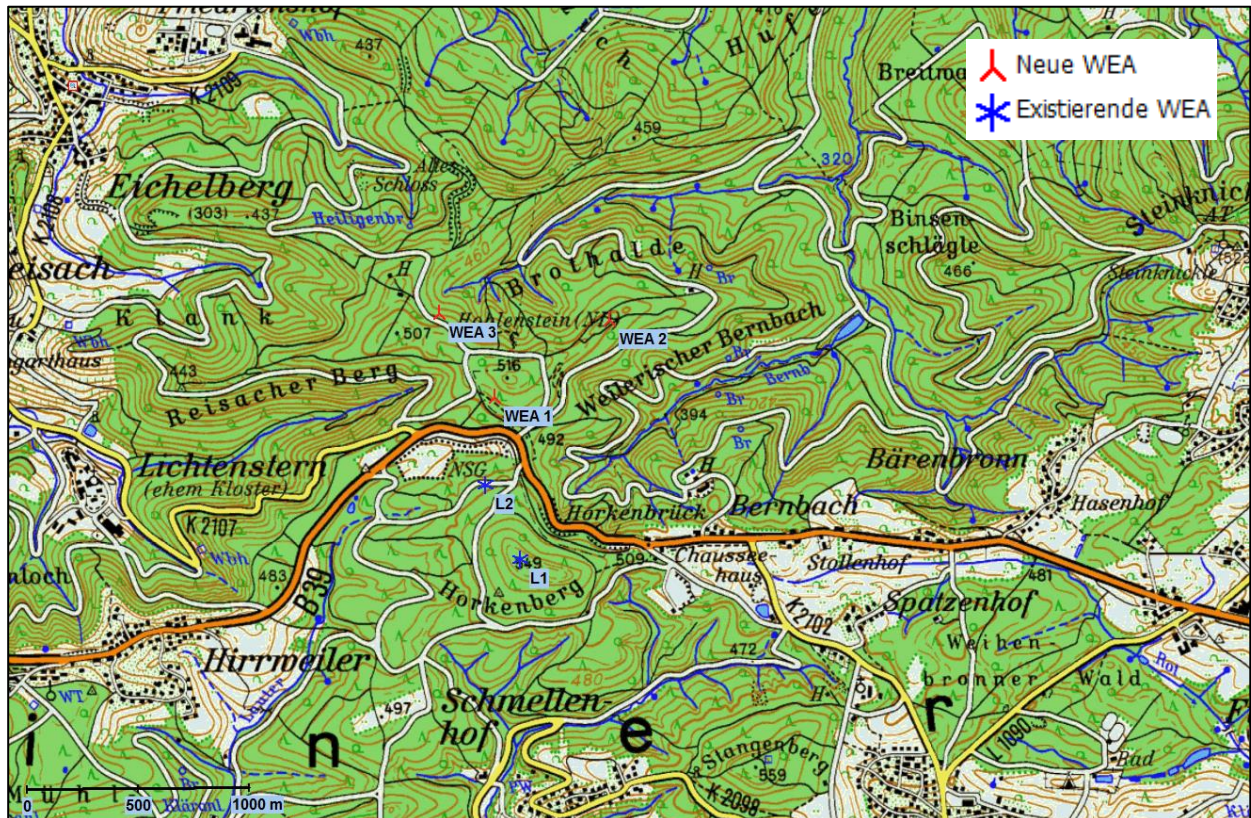


Abbildung 1: Übersichtskarte

1.2 Immissionsorte

Die *Maßgeblichen Immissionsorte* sind schutzwürdige Räume sowie (nach Bauordnungs- und Bauplanungsrecht) bebaubare Freiflächen. Diese werden entsprechend /7/ nach den folgenden Bedingungen ausgewählt:

- Die Orte müssen innerhalb des Beschattungsbereichs der neu geplanten WEA nach dem 20%-Kriterium /7/ liegen. Die Beschattungsbereiche sind auf der Karte in Abbildung 2 als rote Kreise um die Windenergieanlagen dargestellt.
- Es muss durch den Sonnenstand im Jahresverlauf physikalisch möglich sein, dass sie von den neu geplanten WEA beschattet werden. Die tatsächlich im Jahresverlauf beschatteten Flächen sind auf der Karte Abbildung 2 als farbige Bereiche dargestellt.

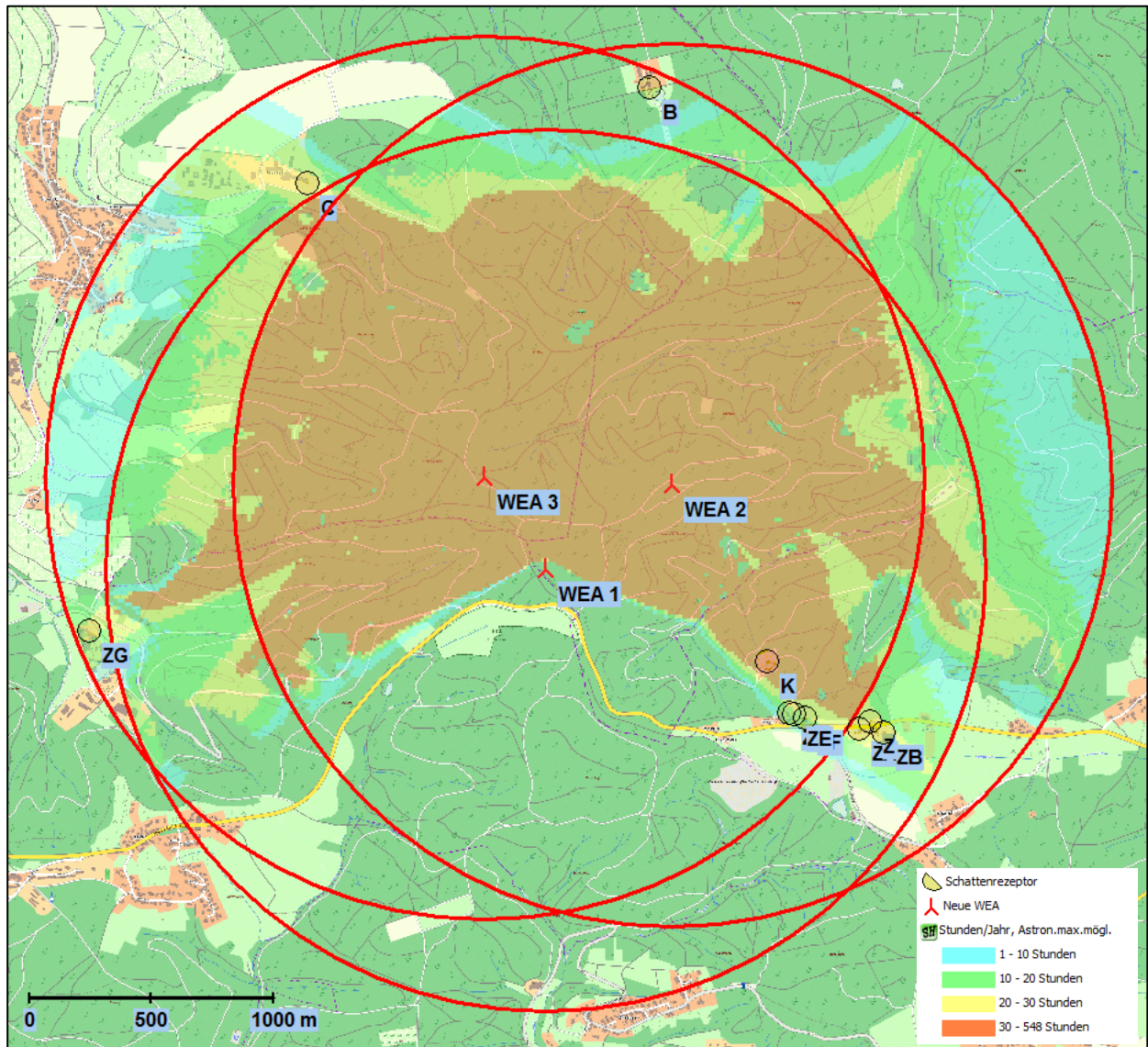


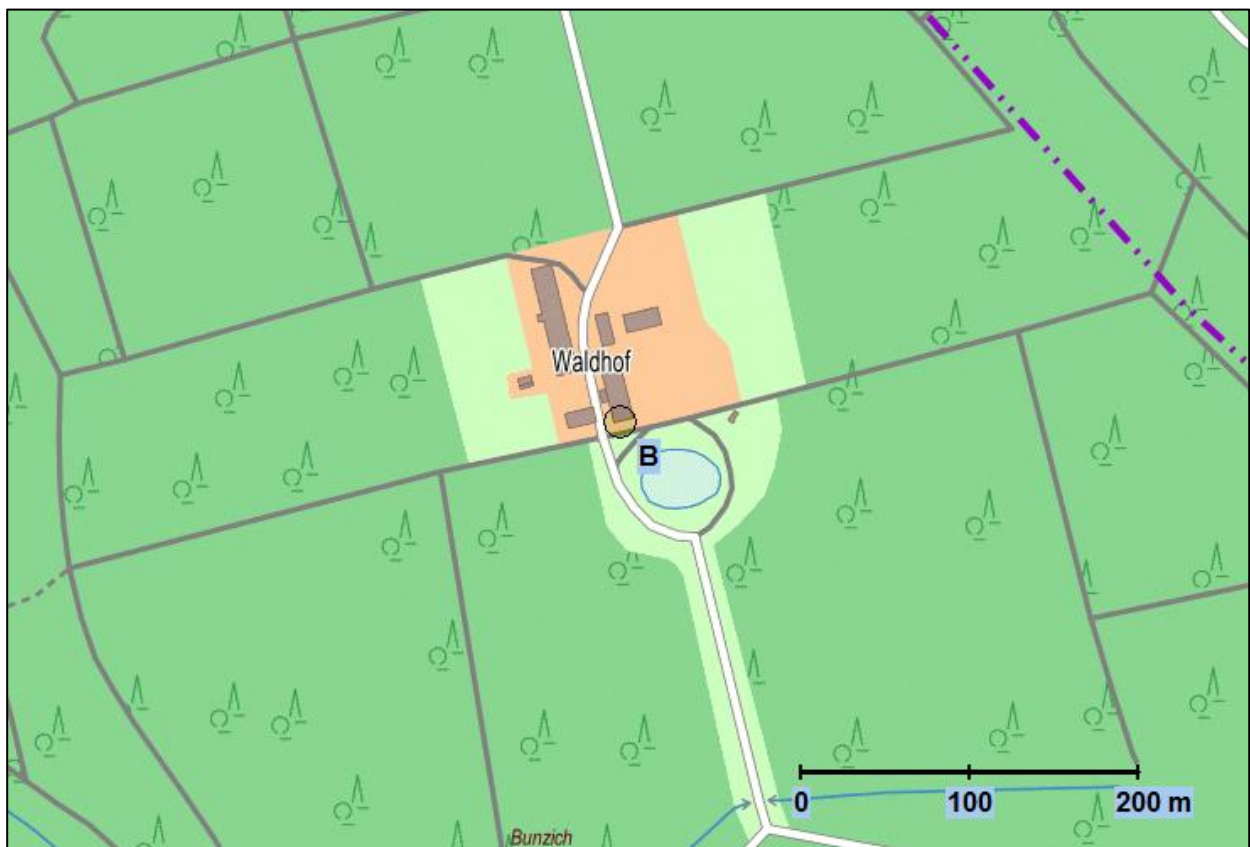
Abbildung 2: Beschattungsbereich der neu geplanten WEA

Nach den genannten Kriterien wurden exemplarisch die unten aufgeführten Immissionsorte ausgewählt. Bei der Standortbesichtigung am 29.08.2016 bei bewölktem Himmel und sehr guten Sichtverhältnissen wurden diese Immissionsorte in Augenschein genommen und dokumentiert. Die Berechnungen werden ohne Berücksichtigung der Sichtverschattung durch die Bebauung und den Bewuchs um die Immissionsorte durchgeführt.

Tabelle 2: Immissionsorte

B	Obersulm, Waldhof 1a
C	Obersulm, Forleweg 4
K	Wüstenrot, Bernbach 15
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/II
ZF	Wüstenrot, Bernbach 4/III
ZG	Löwenstein, Im Klosterhof 6

Die genaue Lage der Rezeptoren ist in den folgenden Abbildungen eingezeichnet.

**Abbildung 3: Lage des Immissionsorts B, Waldhof**

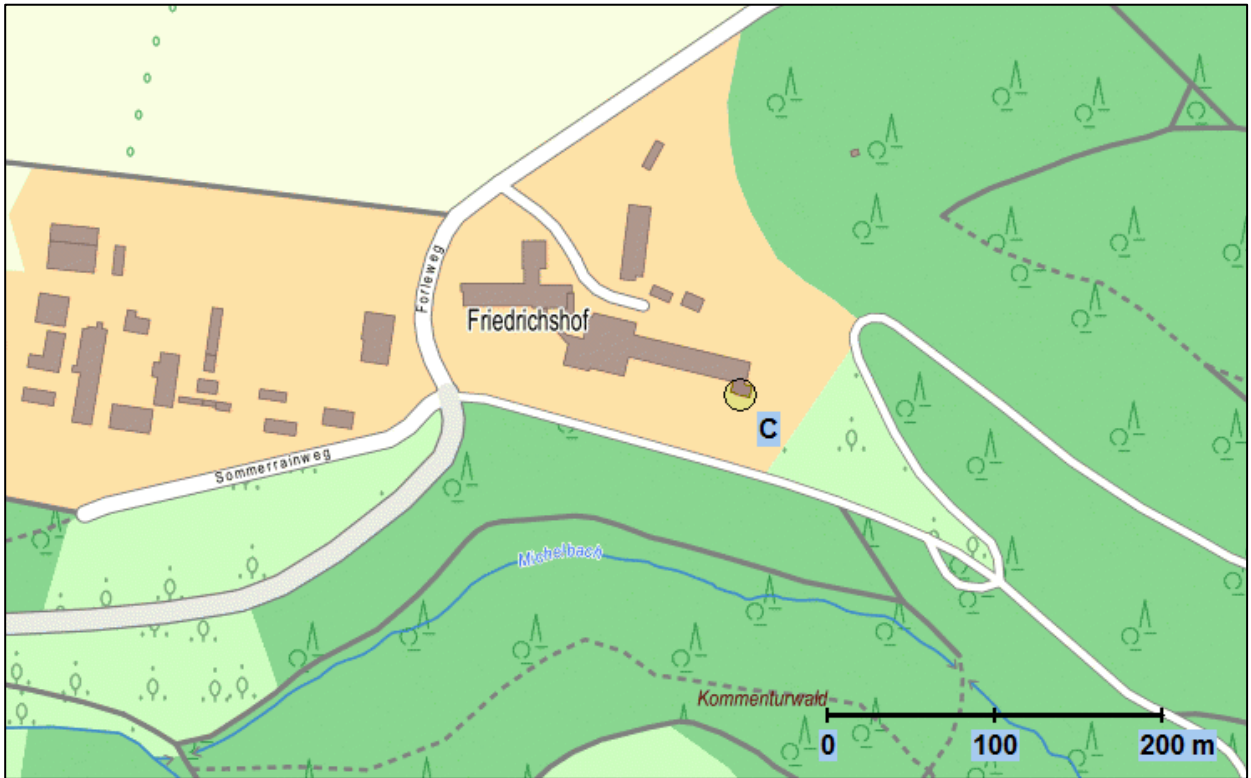


Abbildung 4: Lage des Immissionsorts C, Friedrichshof

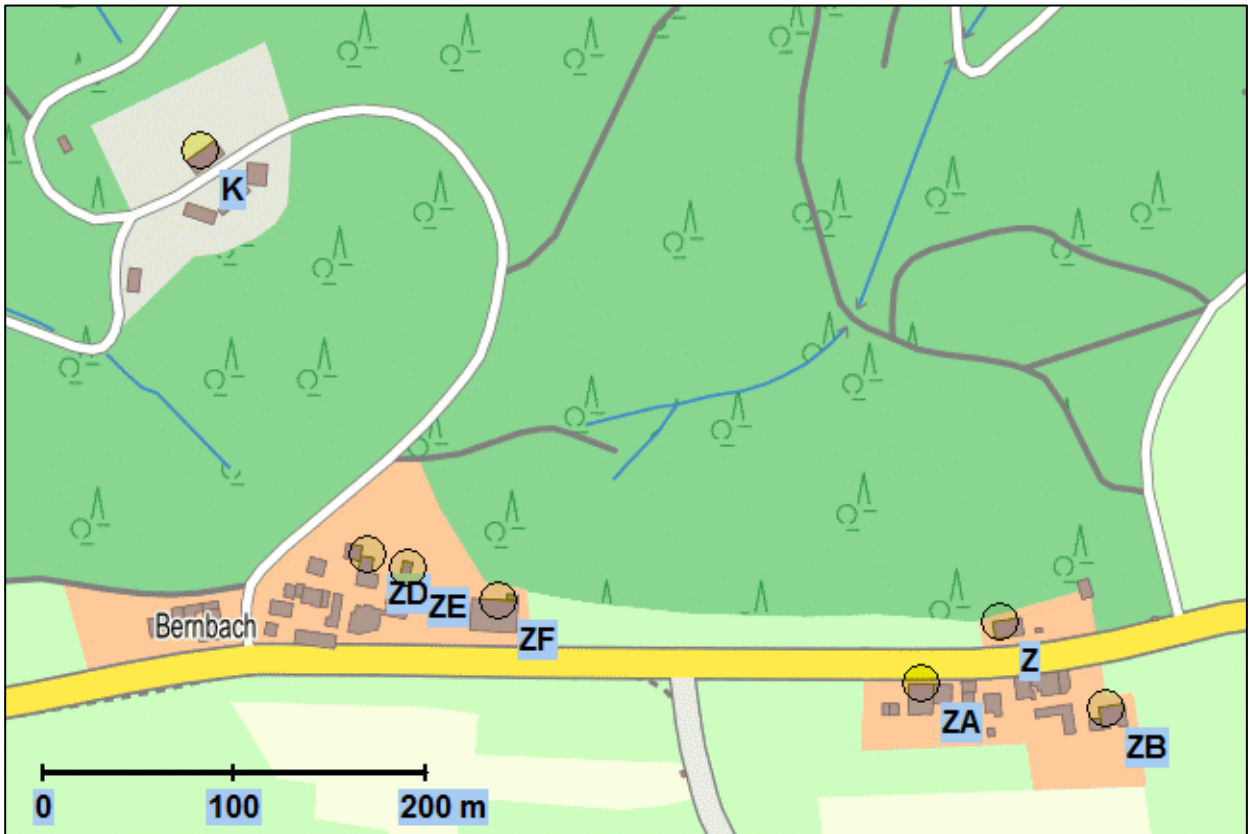


Abbildung 5: Lage der Immissionsorte K, Z, ZA, ZB, ZD, ZE und ZF bei Bernbach

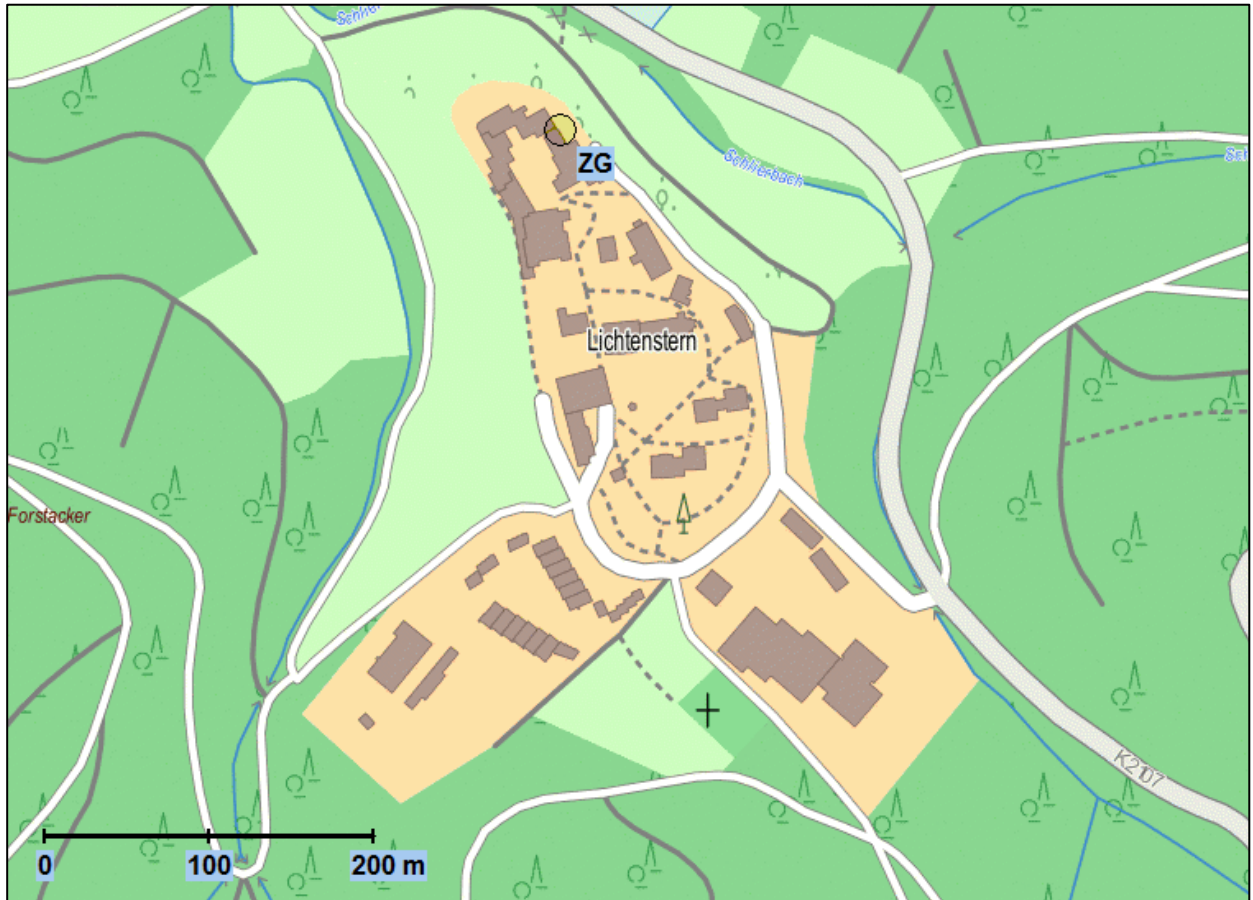


Abbildung 6: Lage des Immissionsorts ZG, Lichtenstern

1.3 Windenergieanlagen

Der Antragsteller plant am Standort Bretzfeld die Errichtung von drei Windenergieanlagen. Weitere zwei Vorbelastungs-WEA sind zu berücksichtigen. Die Kenndaten der bestehenden und der neu geplanten WEA-Typen sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3: WEA-Eigenschaften

	Neu geplant	Vorbelastung
Nummer(n) auf Ausdrucken	WEA 1 – WEA 3	L1, L2
Anzahl	3	2
WEA-Hersteller	Nordex	Enercon
WEA-Typ	N149/4.0-4.5	E-92
Rotordurchmesser [m]	149	92
Nabenhöhe [m]	164	138,4
Nennleistung [kW]	4.500	2.350
Mittlere Blatttiefe [m]	2,66	2,23
Beschattungsbereich [m]	1.805	1.513

Der Beschattungsbereich wurde nach dem 20%-Kriterium /7/ ermittelt.

2 Ergebnisse der Schattenwurfberechnungen

2.1 Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (worst case)

Es wurde die *astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (worst case)*, d.h. ohne Berücksichtigung von Bewölkung, Stillstandszeiten der WEA und Windrichtung an einem punktförmigen Rezeptor in 2 m Höhe berechnet. Die Ausrichtung des Rezeptors ist horizontal, so dass der Schattenwurf unabhängig von der Einfallrichtung registriert wird. Die Berechnungen werden ohne Berücksichtigung der Sichtverschattung durch die Bebauung und den Bewuchs um die Immissionsorte durchgeführt.

Die Immissionsrichtwerte betragen:

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

Es wurden folgende Berechnungen durchgeführt:

- Vorbelastung durch die Vorbelastungs-WEA
- Zusatzbelastung durch die neu geplanten WEA
- Gesamtbelastung durch alle WEA.

Tabelle 4: Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauern pro Jahr

IO	Lage	Max. h/Jahr			Max. h/Tag		
		Vor-belast.	Zus.-belast.	Ges.-belast.	Vor-belast.	Zus.-belast.	Ges.-belast.
B	Obersulm, Waldhof 1a	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
C	Obersulm, Forleweg 4	0:00	22:58	22:58	0:00	0:26	0:26
K	Wüstenrot, Bernbach 15	17:21	42:51	60:12	0:24	0:37	0:37
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	9:18	26:41	35:59	0:17	0:25	0:25
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	10:00	25:48	35:48	0:18	0:26	0:26
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	8:39	25:01	33:40	0:17	0:24	0:24
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I	16:34	13:36	30:10	0:23	0:25	0:25
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/II	15:51	15:06	30:57	0:23	0:26	0:26
ZF	Wüstenrot, Bernbach 4/III	14:25	17:35	32:00	0:21	0:28	0:28
ZG	Löwenstein, Im Klosterhof 6	0:00	20:22	20:22	0:00	0:21	0:21

Die fett hervorgehobenen Werte überschreiten die oben genannten Immissionsrichtwerte.

2.2 Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer

Die *Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer* ist für die Genehmigung eines Vorhabens nicht relevant, sie kann jedoch Behörden, Entwicklern und Betroffenen einen Eindruck über die tatsächlich zu erwartende Belastung geben. Sie berücksichtigt statistische Daten zu

- Bewölkung (Quelle: Satellitendaten zur statistischen Wolkenbedeckung für die Position Stuttgart),
- Windrichtung (Quelle: überschlägige Ermittlung anhand der Windstatistik des DWD für den Standort Stuttgart) und
- Stillstandszeiten der WEA (Quelle: ebd.)

Um die Beschattungszeiten in einem beschatteten Zimmer im Erdgeschoss wiederzugeben, wird die Berechnung für einen Rezeptor in Fenstergröße (1,5 x 1,5 m, Unterkante 1 m ü.Gr.) durchgeführt.

Tabelle 5: Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauern pro Jahr

IO	Lage	Meteorologisch wahrsch. h/Jahr		
		Vorbelastung	Zusatzbelastung	Gesamtbelastung
B	Obersulm, Waldhof 1a	0:00	0:00	0:00
C	Obersulm, Forleweg 4	0:00	2:30	2:38
K	Wüstenrot, Bernbach 15	4:13	10:10	14:43
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	2:33	6:20	9:04
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	1:22	5:57	7:34
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	2:22	5:54	8:26
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I	0:00	3:00	3:09
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/II	0:00	3:21	3:32
ZF	Wüstenrot, Bernbach 4/III	1:58	3:57	6:00
ZG	Löwenstein, Im Klosterhof 6	0:00	5:23	5:40

3 Zusammenfassung

3.1 Ergebnisse

Am Windparkstandort wurden für zehn Immissionsorte die Beschattungsdauern durch drei neu geplante WEA sowie zwei Vorbelastungs-WEA entsprechend den WEA-Schattenwurf-Hinweisen /7/ berechnet.

Tabelle 6: Zusammenfassung der Ergebnisse

IO	Name	Astron. Max. mögl. Beschattungs-dauer						Met. wahrsch. Beschattungsdauer		
		Max. h /Jahr I			Max. h /Tag II			h /Jahr III		
		Vor-bel.	Zus.-bel.	Ges.-bel.	Vor-bel.	Zus.-bel.	Ges.-bel.	Vor-bel.	Zus.-bel.	Ges.-bel.
B	Obersulm, Waldhof 1a	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
C	Obersulm, Forleweg 4	0:00	22:58	22:58	0:00	0:26	0:26	0:00	2:30	2:38
K	Wüstenrot, Bernbach 15	17:21	42:51	60:12	0:24	0:37	0:37	4:13	10:10	14:43
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	9:18	26:41	35:59	0:17	0:25	0:25	2:33	6:20	9:04
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	10:00	25:48	35:48	0:18	0:26	0:26	1:22	5:57	7:34
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	8:39	25:01	33:40	0:17	0:24	0:24	2:22	5:54	8:26
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I	16:34	13:36	30:10	0:23	0:25	0:25	0:00	3:00	3:09
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/II	15:51	15:06	30:57	0:23	0:26	0:26	0:00	3:21	3:32
ZF	Wüstenrot, Bernbach 4/III	14:25	17:35	32:00	0:21	0:28	0:28	1:58	3:57	6:00
ZG	Löwenstein, Im Klosterhof 6	0:00	20:22	20:22	0:00	0:21	0:21	0:00	5:23	5:40

Die Immissionsrichtwerte für die einzelnen Spalten sind: maximal 30 Stunden im Jahr (Spalte I) und maximal 30 Minuten am Tag (Spalte II).

Diese Werte werden an den Immissionsorten K, Z, ZA, ZB, ZD, ZE und ZF überschritten. Die WEA-Schattenwurf-Hinweise /7/ sehen für diesen Fall vor, dass der Schattenwurf der WEA, die eine Überschreitung verursachen, mittels einer Abschaltautomatik entsprechend den Richtwerten begrenzt wird. Im vorliegenden Fall betrifft dies die WEA 1.

Den Berechnungen nach den LAI-Hinweisen /7/ wird ein ‚worst-case‘-Szenario zugrunde gelegt. Mögliche Abweichungen bei den Berechnungen sind generell nicht auszuschließen. Allerdings

ist im Regelfall davon auszugehen, dass ggf. geringfügige Abweichungen der geforderten Grundgenauigkeit (vgl. LAI-Hinweise /7/) entsprechen und somit keinen Einfluss auf die Verwertbarkeit der Ergebnisse der Prognose haben werden.

3.2 Empfehlungen

Über die Programmierung einer Abschaltautomatik wird die Windenergieanlage bei Sonnenschein (direkte Sonnenstrahlung auf die horizontale Fläche $> 120 \text{ W/m}^2$) zu den Uhrzeiten abgeschaltet, zu denen an den relevanten Immissionspunkten Immissionsrichtwerte überschritten würden.

Die WEA werden zum einen abgeschaltet, wenn an einem Tag mehr als 30 Minuten Schattenwurf an einem Immissionspunkt auftreten. Die maximale tägliche Beschattungsdauer der Immissionsorte steht in Spalte II.

Zum anderen werden die WEA abgeschaltet, wenn ein maximales jährliches Kontingent an Schattenwurf auf einen Immissionsort gefallen ist. Die maximale jährliche Beschattungsdauer der Immissionsorte steht in Spalte I. Das zulässige Kontingent tatsächlicher Beschattungszeit pro Immissionsort beträgt 8 Stunden pro Jahr.

IO K, Z, ZA, ZB, ZD, ZE und ZF: 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 7 Min./Tag überschritten.

Hinweis: Die größten Überschreitungen finden am IO K statt. Dabei handelt es sich um ein Schulungszentrum, das nur von ca. 7 bis 17h genutzt wird. Die hauptsächliche Beschattung durch die geplante WEA 1 findet aber von Mitte Mai bis Ende Juli gegen 20h statt (siehe Grafischer Kalender im Anhang).

Aufgrund der berechneten Überschreitungen empfehlen wir die Abschaltung der neu geplanten WEA 1 über eine Abschaltautomatik zu steuern. Eine entsprechende Berechnung, dass so die Richtwerte eingehalten werden, befindet sich im Anhang.

Abschaltautomatiken sind so zu programmieren, dass alle betroffenen Bereiche (Fenster, Balkone usw.) an **allen** relevanten Immissionspunkten im schattenkritischen Bereich berücksichtigt werden. Aus den 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. 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.

4 Vorschriften und Quellen (Auswahl)

- /1/ BImSchG; Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BIm-SchG)
- /2/ H.D. Freund: Effektive Einwirkzeit T_w des Schattenwurfs bei $T_{max} = 30$ h/Jahr, Ausarbeitung Institut für Physik und allgemeine Elektrotechnik, Fachhochschule Kiel (24.01.2001)
- /3/ H.D. Freund: Die Reichweite des Schattenwurfs von Windkraftanlagen; Umweltforschungsbank UFORDAT (Juni 1999)
- /4/ K. Bohne, D. Michelbrand: Der Schattenwurf von Windkraftanlagen; Diplomarbeit FH Kiel (April 2000)
- /5/ J. Pohl, F. Faul, R. Mausfeld; Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Feldstudie, Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (31.07.1999)
- /6/ J. Pohl, F. Faul, R. Mausfeld; Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Laborpilotstudie, Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (15.05.2000)
- /7/ Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI); Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen; Stand: 13.03.2002
- /8/ Palz, W., Kommission der Europäischen Gemeinschaft; Atlas über die Sonneneinstrahlung Europas, Bd. I TÜV Rheinland, Köln, 1990 u. ff

5 Anhang

- Schattenkarte Std./Jahr der Gesamtbelastung
- Schattenkarte Min./Tag der Gesamtbelastung
- Schattenintensitätsgrafiken der WEA-Typen V92 und N149
- Berechnung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer
 - Vor- und Zusatzbelastung:
 - Hauptergebnis
 - Gesamtbelastung:
 - Hauptergebnis
 - grafische Kalender
 - tabellarische Kalender
- Berechnung der meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungsdauer
 - Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung
 - Hauptergebnis
- Berechnung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer unter Berücksichtigung der Abschaltung der WEA 1 mittels einer Abschaltautomatik

Projekt:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
Windpark Bretzfeld im Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

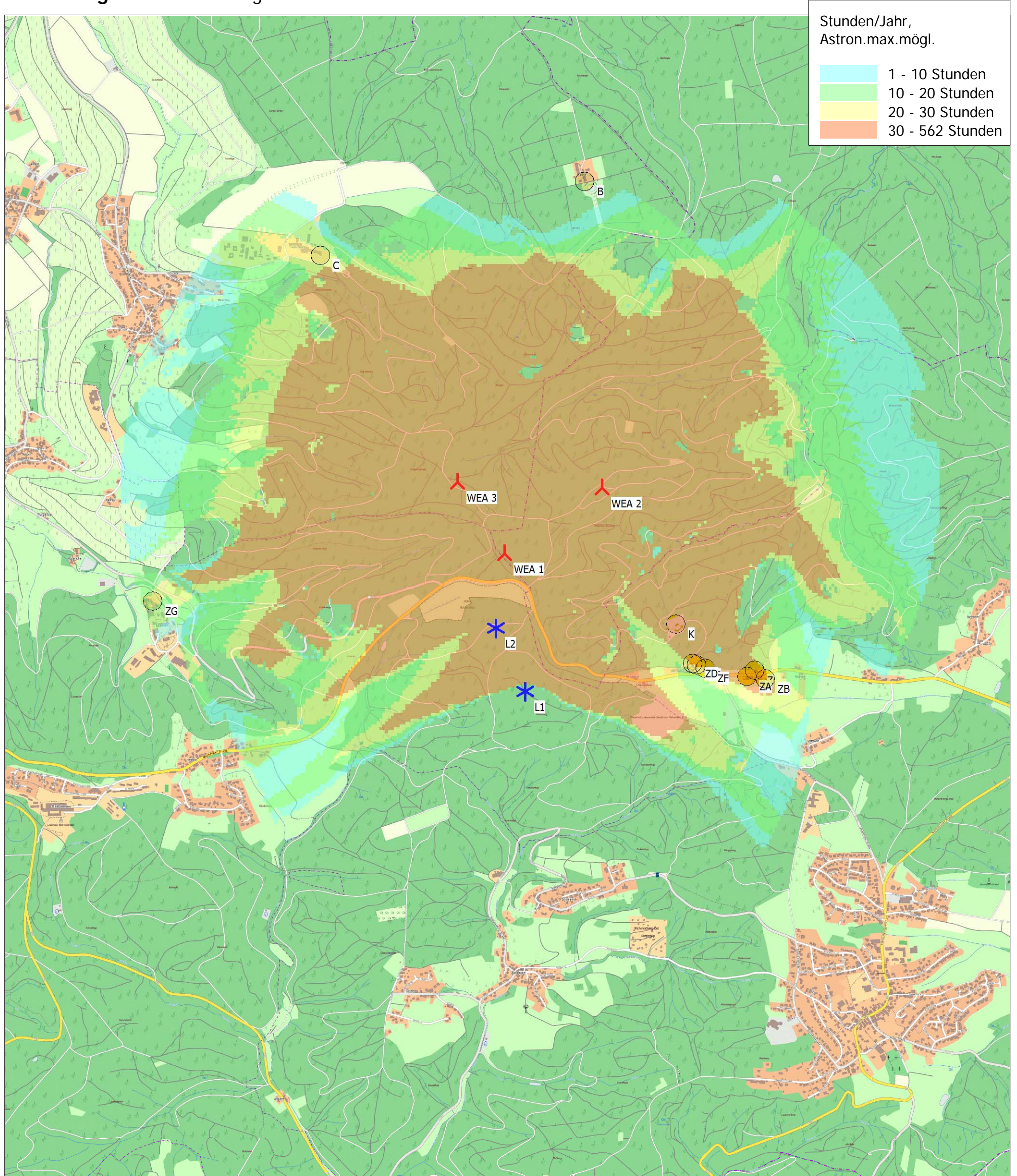
Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
Berechnet:
16.02.2018 09:33/3.1.633



EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

SHADOW - Karte

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001



0 250 500 750 1000m

Karte: WindPRO map , Maßstab 1:20.000, Mitte: GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3 Ost: 3.531.780 Nord: 5.440.410

▲ Neue WEA * Existierende WEA ● Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: DGM Bretzfeld.wpo (1)

Projekt:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
Windpark Bretzfeld im Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

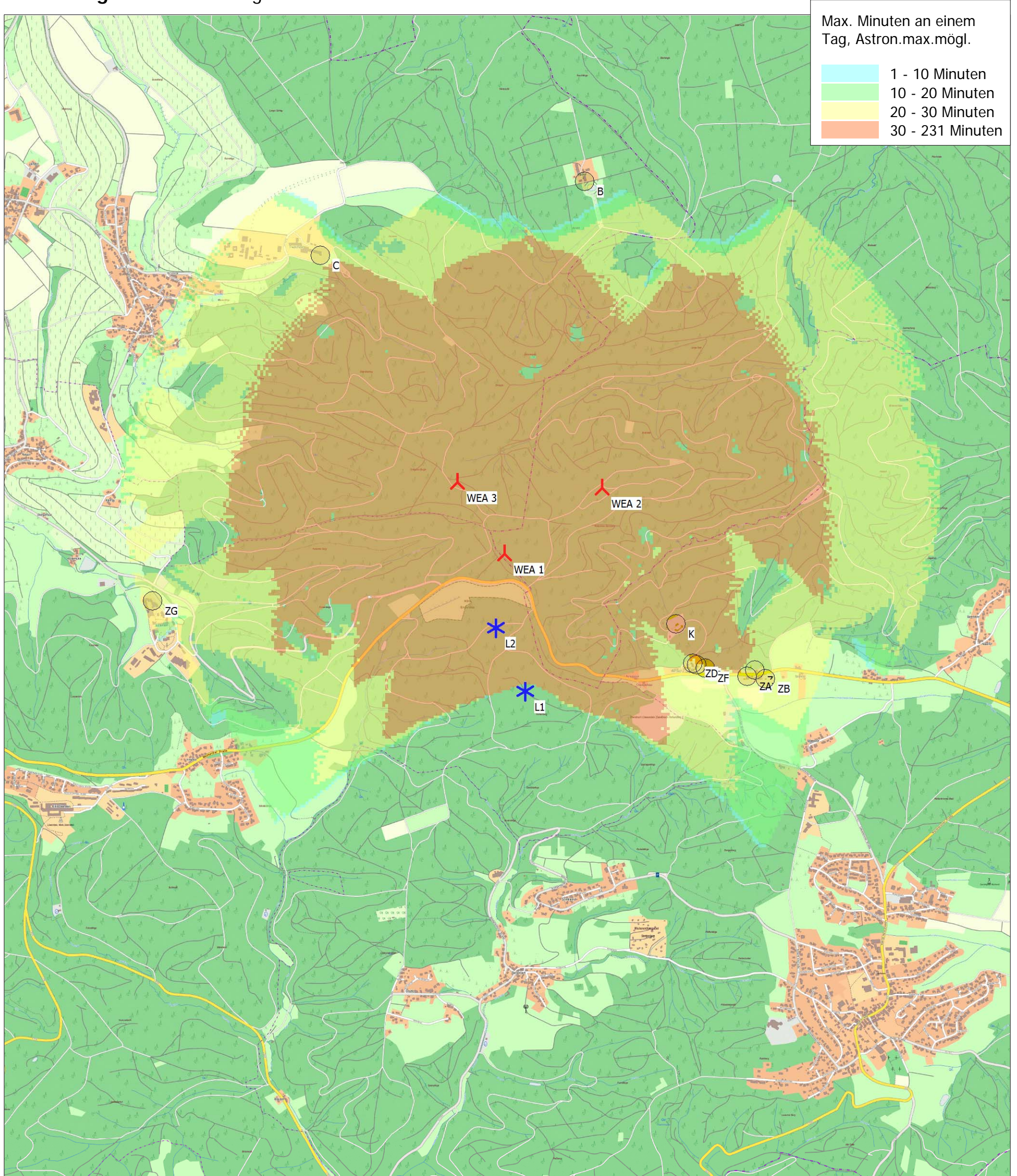
Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
Berechnet:
16.02.2018 09:33/3.1.633



EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

SHADOW - Karte

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001



0 250 500 750 1000m

Karte: WindPRO map , Maßstab 1:20.000, Mitte: GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3 Ost: 3.531.780 Nord: 5.440.410

⚡ Neue WEA * Existierende WEA 🟡 Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: DGM Bretzfeld.wpo (1)

Schattenintensität / Verdeckungsgrad der Sonne

Letzte Änderung: 04.11.2012

WKA Daten	
Hersteller	Enercon
Typ	E-92
Rotordurchmesser	92
Nabenhöhe	138,4
mittl. Blatttiefe	2,23
Max. Blatttiefe*	3,63
Min. Blatttiefe (R=90%)	0,83
Drehzahl [U/min] von	5
Drehzahl [U/min]bis/und	16

Schattenwurfgrößen		
Länge ab Gondel	Kernschatten	303,9
Länge ab WKA-Fuß	Kernschatten	270,5
Länge ab Gondel bei Verdeckung	20%	1519,4
Länge ab Mastfuß bei Verdeckung	15%	2025,9
Länge ab Mastfuß bei Verdeckung	20%	1513,1
Schattenwurf bei 3° Sonnenhöhe		2640,8
Schattenfrequenz [Hz] von		0,3
Schattenfrequenz [Hz] bis / und		0,8

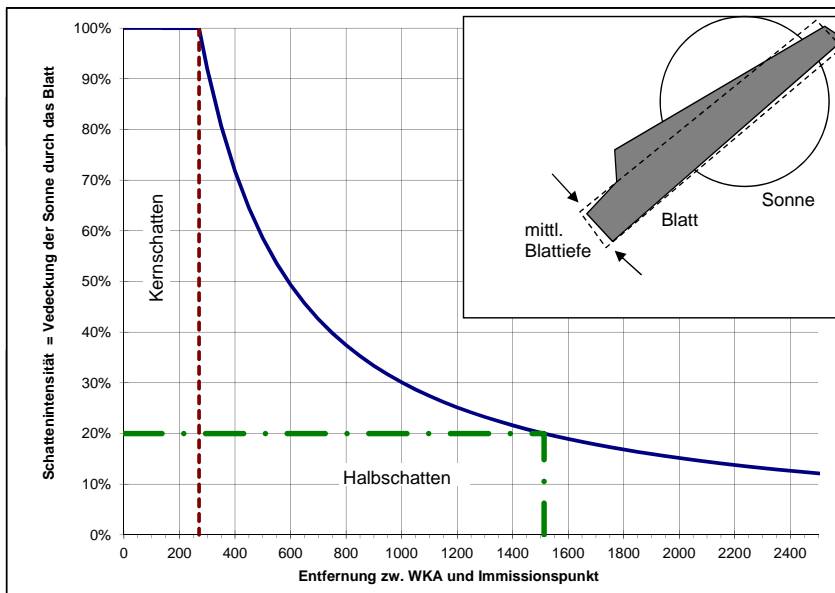
Grundlage	
adapt. Sonnendurchm.	1097780
Entfernung	149597890
Einstrahlwinkel	0,420
Min. Sonnenhöhe / °	3

Zuschaltwindgeschw. [m/s]	2,5
---------------------------	-----

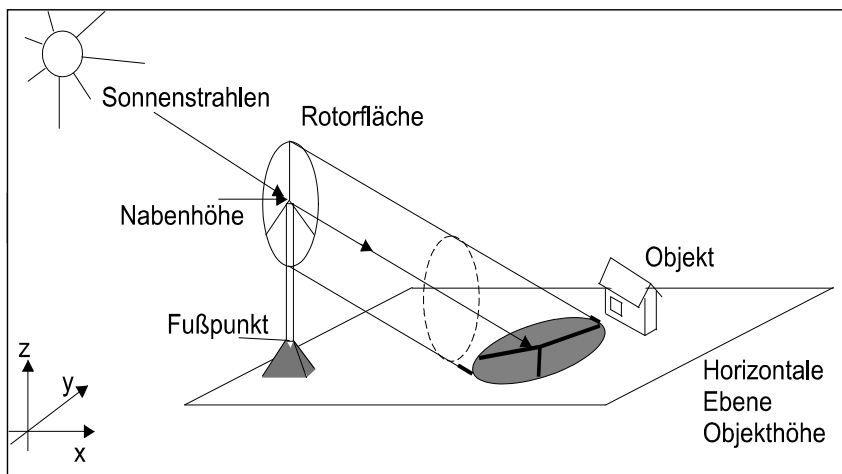
Alle Angaben in m

*die Tiefe des Blatts auf die Rotorebene projiziert, um die sichtbare mittlere Blatttiefe darzustellen

Entfernung	Intensität	Schattengeschwindigkeit
0	100,0%	0,60 m/min
140	100,0%	0,86 m/min
271	100,0%	1,33 m/min
300	92,0%	1,44 m/min
350	80,7%	1,64 m/min
400	71,8%	1,85 m/min
450	64,5%	2,05 m/min
500	58,6%	2,26 m/min
550	53,6%	2,47 m/min
600	49,4%	2,69 m/min
650	45,7%	2,90 m/min
700	42,6%	3,11 m/min
750	39,8%	3,33 m/min
800	37,4%	3,54 m/min
850	35,3%	3,76 m/min
900	33,4%	3,97 m/min
950	31,7%	4,19 m/min
1000	30,1%	4,40 m/min
1050	28,7%	4,62 m/min
1100	27,4%	4,84 m/min
1150	26,2%	5,05 m/min
1200	25,2%	5,27 m/min
1250	24,2%	5,49 m/min
1300	23,2%	5,70 m/min
1350	22,4%	5,92 m/min
1400	21,6%	6,14 m/min
1450	20,9%	6,36 m/min
1500	20,2%	6,57 m/min
1550	19,5%	6,79 m/min
1600	18,9%	7,01 m/min
1650	18,4%	7,22 m/min
1700	17,8%	7,44 m/min
1750	17,3%	7,66 m/min
1800	16,8%	7,88 m/min
1850	16,4%	8,09 m/min
1900	16,0%	8,31 m/min
1950	15,5%	8,53 m/min
2000	15,2%	8,75 m/min
2050	14,8%	8,97 m/min
2100	14,4%	9,18 m/min
2150	14,1%	9,40 m/min
2200	13,8%	9,62 m/min
2250	13,5%	9,84 m/min
2300	13,2%	10,05 m/min
2350	12,9%	10,27 m/min
2400	12,6%	10,49 m/min
2450	12,4%	10,71 m/min
2500	12,1%	10,93 m/min
2550	11,9%	11,14 m/min



Intensität des Schattens in Abhängigkeit der Entfernung bei einer Enercon E-92 mit 138,4m Nabenhöhe und 2,23m mittlerer Blatttiefe



Schattenwurf bei Windkraftanlagen

Schattenintensität / Verdeckungsgrad der Sonne

Letzte Änderung: 30.11.2017

WKA Daten	
Hersteller	Nordex
Typ	N-149
Rotordurchmesser	149,1
Nabenhöhe	164
mittl. Blatttiefe	2,66
Max. Blatttiefe*	4,15
Min. Blatttiefe (R=90%)	1,17
Drehzahl [U/min] von	6,8
Drehzahl [U/min]bis/und	10,9

Schattenwurfgrößen		
Länge ab Gondel	Kernschatten	362,5
Länge ab WKA-Fuß	Kernschatten	323,3
Länge ab Gondel bei Verdeckung	20%	1812,4
Länge ab Gondel bei Verdeckung	15%	2416,6
Länge ab Mastfuß bei Verdeckung	20%	1805,00
Schattenwurf bei 3° Sonnenhöhe		3129,3
Schattenfrequenz [Hz] von		0,3
Schattenfrequenz [Hz] bis / und		0,5

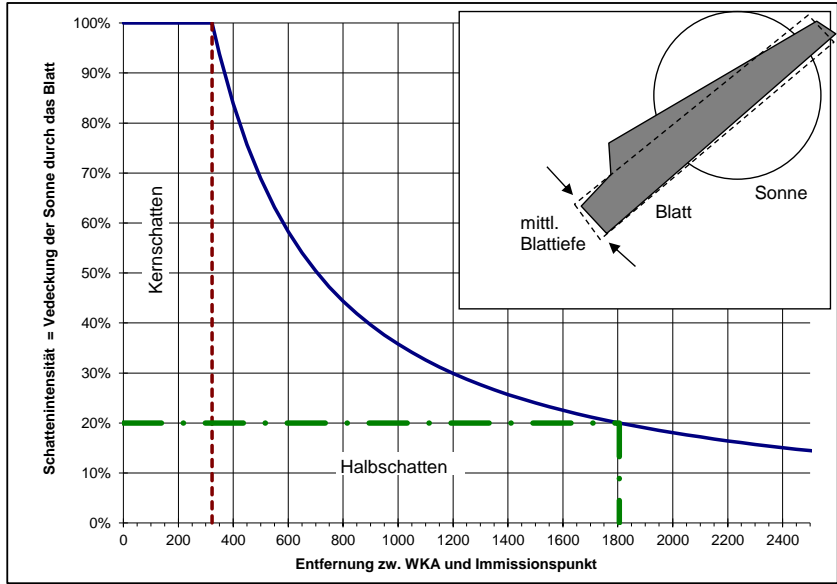
Grundlage	
adapt. Sonnendurchm.	1097780
Entfernung	149597890
Einstrahlwinkel	0,420
Min. Sonnenhöhe / °	3

Zuschaltwindgeschw. [m/s]	3
---------------------------	---

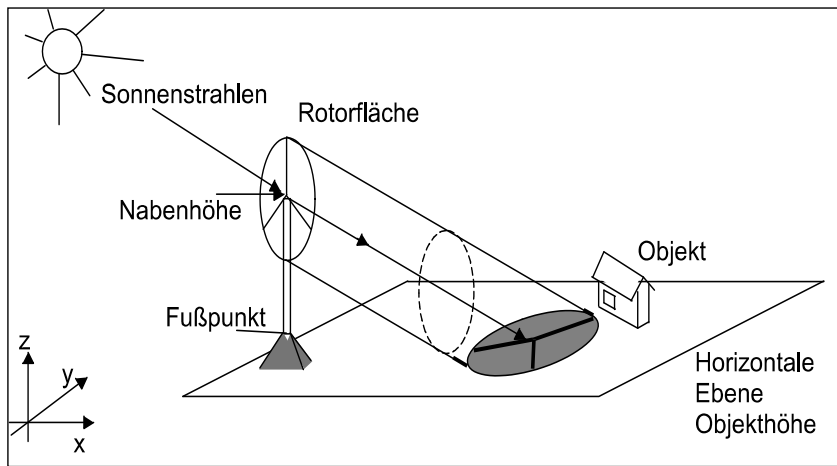
Alle Angaben in m

*die Tiefe des Blatts auf die Rotorebene projiziert, um die sichtbare mittlere Blatttiefe darzustellen

Entfernung	Intensität	Schattengeschwindigkeit
0	100,0%	0,72 m/min
160	100,0%	1,00 m/min
323	100,0%	1,58 m/min
350	93,8%	1,69 m/min
400	83,8%	1,89 m/min
450	75,7%	2,09 m/min
500	68,9%	2,30 m/min
550	63,2%	2,50 m/min
600	58,3%	2,71 m/min
650	54,1%	2,93 m/min
700	50,4%	3,14 m/min
750	47,2%	3,35 m/min
800	44,4%	3,56 m/min
850	41,9%	3,78 m/min
900	39,6%	3,99 m/min
950	37,6%	4,21 m/min
1000	35,8%	4,42 m/min
1050	34,1%	4,64 m/min
1100	32,6%	4,85 m/min
1150	31,2%	5,07 m/min
1200	29,9%	5,28 m/min
1250	28,8%	5,50 m/min
1300	27,7%	5,72 m/min
1350	26,7%	5,93 m/min
1400	25,7%	6,15 m/min
1450	24,8%	6,37 m/min
1500	24,0%	6,58 m/min
1550	23,3%	6,80 m/min
1600	22,5%	7,02 m/min
1650	21,9%	7,23 m/min
1700	21,2%	7,45 m/min
1750	20,6%	7,67 m/min
1800	20,1%	7,89 m/min
1850	19,5%	8,10 m/min
1900	19,0%	8,32 m/min
1950	18,5%	8,54 m/min
2000	18,1%	8,76 m/min
2050	17,6%	8,97 m/min
2100	17,2%	9,19 m/min
2150	16,8%	9,41 m/min
2200	16,4%	9,63 m/min
2250	16,1%	9,84 m/min
2300	15,7%	10,06 m/min
2350	15,4%	10,28 m/min
2400	15,1%	10,50 m/min
2450	14,8%	10,71 m/min
2500	14,5%	10,93 m/min
2550	14,2%	11,15 m/min
2600	13,9%	11,37 m/min



Intensität des Schattens in Abhängigkeit der Entfernung bei einer Nordex N-149 mit 164m Nabenhöhe und 2,66m mittlerer Blatttiefe



Schattenwurf bei Windkraftanlagen

Projekt:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

Lizenziertes Anwender:
CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
Berechnet:
15.02.2018 13:18/3.1.633



EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung maximal 001

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

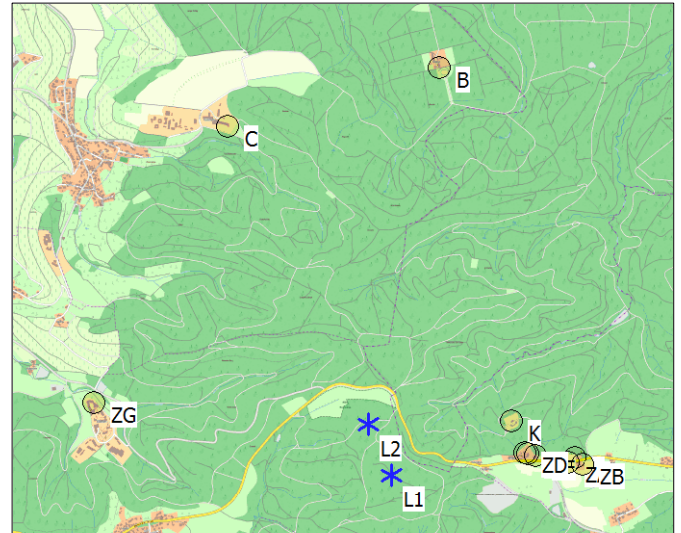
Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche
Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallrichtung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

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

- Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: DGM Bretzfeld.wpo (1)
- Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
- Augenhöhe: 1,5 m
- Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3



Maßstab 1:50.000
* Existierende WEA * Schattenrezeptor

WEA

	Rechts	Hoch	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
			[m]									
L1	3.531.901	5.439.925	545,8	ENERCON E-92 2,3...Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	16,0	
L2	3.531.744	5.440.260	495,1	ENERCON E-92 2,3...Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	16,0	

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus
B	Obersulm, Waldhof 1a	3.532.203	5.442.623	352,5	0,1	0,1	2,0	-12,5	0,0	"Gewächshaus-Modus"
C	Obersulm, Forleweg 4	3.530.803	5.442.223	355,6	0,1	0,1	2,0	17,6	0,0	"Gewächshaus-Modus"
K	Wüstenrot, Bernbach 15	3.532.700	5.440.286	478,8	0,1	0,1	2,0	-206,9	0,0	"Gewächshaus-Modus"
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	3.533.119	5.440.044	491,3	0,1	0,1	2,0	-188,3	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	3.533.079	5.440.011	492,1	0,1	0,1	2,0	-177,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	3.533.174	5.439.999	492,8	0,1	0,1	2,0	-185,1	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I	3.532.789	5.440.077	500,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/II	3.532.810	5.440.070	500,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZF	Wüstenrot, Bernbach 4/III	3.532.857	5.440.053	500,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZG	Löwenstein, Im Klosterhof 6	3.529.923	5.440.393	333,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [Std/Jahr]	Schattentage/a [Tage/Jahr]	Max.Schatten Stunden/Tag [Std/Tag]
B	Obersulm, Waldhof 1a	0:00	0	0:00
C	Obersulm, Forleweg 4	0:00	0	0:00
K	Wüstenrot, Bernbach 15	17:21	59	0:24
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	9:18	44	0:17
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	10:00	46	0:18
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	8:39	44	0:17
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I	16:34	60	0:23
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/II	15:51	58	0:23
ZF	Wüstenrot, Bernbach 4/III	14:25	54	0:21
ZG	Löwenstein, Im Klosterhof 6	0:00	0	0:00

Projekt:

16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:

Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering GmbH

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com

Berechnet:

15.02.2018 13:18/3.1.633

EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung maximal 001

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]
L1	ENERCON E-92 2,3 MW 2350 92.0 !-! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (2)	27:50
L2	ENERCON E-92 2,3 MW 2350 92.0 !-! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (1)	18:47

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:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

Lizenziertes Anwender:
CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
Berechnet:
15.02.2018 13:51/3.1.633



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung maximal 001
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

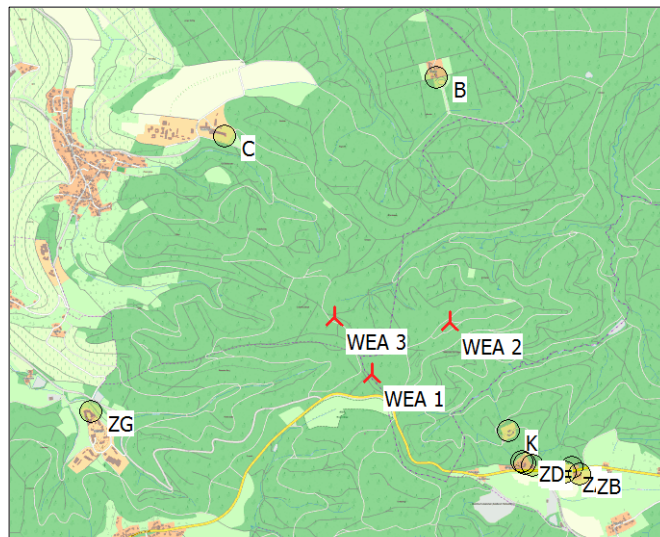
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

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: Höhenlinien: DGM Bretzfeld.wpo (1)
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
Augenhöhe: 1,5 m
Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3



Maßstab 1:50.000

Neue WEA

Schattenrezeptor

WEA

	Rechts	Hoch	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
			[m]									
WEA 1	3.531.787	5.440.652	505,0	NORDEX N149/4...	Ja	NORDEX	N149/4380-4.380	4.380	149,1	164,0	1.805	10,7
WEA 2	3.532.303	5.441.002	500,0	NORDEX N149/4...	Ja	NORDEX	N149/4380-4.380	4.380	149,1	164,0	1.805	10,7
WEA 3	3.531.535	5.441.028	493,0	NORDEX N149/4...	Ja	NORDEX	N149/4380-4.380	4.380	149,1	164,0	1.805	10,7

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
B	Obersulm, Waldhof 1a	3.532.203	5.442.623	352,5	0,1	0,1	2,0	-12,5	0,0	"Gewächshaus-Modus"
C	Obersulm, Forleweg 4	3.530.803	5.442.223	355,6	0,1	0,1	2,0	17,6	0,0	"Gewächshaus-Modus"
K	Wüstenrot, Bernbach 15	3.532.700	5.440.286	478,8	0,1	0,1	2,0	-206,9	0,0	"Gewächshaus-Modus"
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	3.533.119	5.440.044	491,3	0,1	0,1	2,0	-188,3	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	3.533.079	5.440.011	492,1	0,1	0,1	2,0	-177,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	3.533.174	5.439.999	492,8	0,1	0,1	2,0	-185,1	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I	3.532.789	5.440.077	500,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/II	3.532.810	5.440.070	500,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZF	Wüstenrot, Bernbach 4/III	3.532.857	5.440.053	500,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZG	Löwenstein, Im Klosterhof 6	3.529.923	5.440.393	333,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag
		[Std./Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std./Tag]
B	Obersulm, Waldhof 1a	0:00	0	0:00
C	Obersulm, Forleweg 4	22:58	60	0:26
K	Wüstenrot, Bernbach 15	42:51	79	0:37
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	26:41	78	0:25
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	25:48	68	0:26
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	25:01	76	0:24
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I	13:36	40	0:25
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/II	15:06	43	0:26
ZF	Wüstenrot, Bernbach 4/III	17:35	47	0:28
ZG	Löwenstein, Im Klosterhof 6	20:22	70	0:21

Projekt:

16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:

Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering GmbH

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com

Berechnet:

15.02.2018 13:51/3.1.633

EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung maximal 001

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]
WEA 1	NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (22)	72:28
WEA 2	NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (23)	0:00
WEA 3	NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (24)	43:20

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

Projekt:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

Lizenziertes Anwender:
CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
Berechnet:
15.02.2018 14:07/3.1.633



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

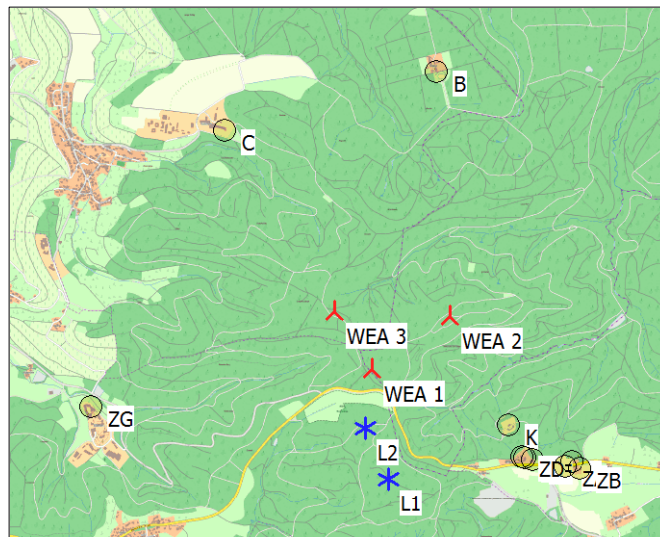
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

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 Sonneneinfallrichtung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

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

Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: DGM Bretzfeld.wpo (1)
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
Augenhöhe: 1,5 m
Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3



Maßstab 1:50.000
▲ Neue WEA ★ Existierende WEA ● Schattenrezeptor

WEA

	Rechts	Hoch	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
			[m]									
L1	3.531.901	5.439.925	545,8	ENERCON E-9...	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	16,0
L2	3.531.744	5.440.260	495,1	ENERCON E-9...	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	16,0
WEA 1	3.531.787	5.440.652	505,0	NORDEX N149...	Ja	NORDEX	N149/4380-4.380	4.380	149,1	164,0	1.805	10,7
WEA 2	3.532.303	5.441.002	500,0	NORDEX N149...	Ja	NORDEX	N149/4380-4.380	4.380	149,1	164,0	1.805	10,7
WEA 3	3.531.535	5.441.028	493,0	NORDEX N149...	Ja	NORDEX	N149/4380-4.380	4.380	149,1	164,0	1.805	10,7

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
B	Obersulm, Waldhof 1a	3.532.203	5.442.623	352,5	0,1	0,1	2,0	-12,5	0,0	"Gewächshaus-Modus"
C	Obersulm, Forleweg 4	3.530.803	5.442.223	355,6	0,1	0,1	2,0	17,6	0,0	"Gewächshaus-Modus"
K	Wüstenrot, Bernbach 15	3.532.700	5.440.286	478,8	0,1	0,1	2,0	-206,9	0,0	"Gewächshaus-Modus"
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	3.533.119	5.440.044	491,3	0,1	0,1	2,0	-188,3	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	3.533.079	5.440.011	492,1	0,1	0,1	2,0	-177,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	3.533.174	5.439.999	492,8	0,1	0,1	2,0	-185,1	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I	3.532.789	5.440.077	500,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/II	3.532.810	5.440.070	500,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZF	Wüstenrot, Bernbach 4/III	3.532.857	5.440.053	500,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZG	Löwenstein, Im Klosterhof 6	3.529.923	5.440.393	333,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag
		[Std./Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std./Tag]
B	Obersulm, Waldhof 1a	0:00	0	0:00
C	Obersulm, Forleweg 4	22:58	60	0:26
K	Wüstenrot, Bernbach 15	60:12	138	0:37
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	35:59	122	0:25
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	35:48	114	0:26
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	33:40	120	0:24
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I	30:10	100	0:25
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/II	30:57	101	0:26

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:

Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering GmbH

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com

Berechnet:

15.02.2018 14:07/3.1.633



EnBW Windkraftprojekte GmbH

Schelmenwasenstr. 15

70567 Stuttgart

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag
		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]
	ZF Wüstenrot, Bernbach 4/III	32:00	101	0:28
	ZG Löwenstein, Im Klosterhof 6	20:22	70	0:21

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]
L1	ENERCON E-92 2,3 MW 2350 92.0 !-! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (2)	27:50
L2	ENERCON E-92 2,3 MW 2350 92.0 !-! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (1)	18:47
WEA 1	NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (22)	72:28
WEA 2	NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (23)	0:00
WEA 3	NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (24)	43:20

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

Projekt:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
 Windpark Bretzfeld im
 Hohenlohekreis,
 Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering GmbH
 Breitscheidstraße 6
 DE-34119 Kassel
 +49 (0) 561 28 85 73 0
 Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
 Berechnet:
 15.02.2018 14:07/3.1.633



EnBW Windkraftprojekte GmbH
 Schelmenwasenstr. 15
 70567 Stuttgart

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001**Schattenrezeptor:** B - Obersulm, Waldhof 1a
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:18 16:35	07:55 17:18	07:07 18:04	07:02 19:53	06:03 20:38	05:23 21:18	05:21 21:31	05:54 21:04	06:38 20:07	07:21 19:04	07:09 17:03	07:55 16:28
2	08:17 16:36	07:54 17:20	07:05 18:06	07:00 19:54	06:02 20:39	05:23 21:19	05:22 21:31	05:55 21:02	06:39 20:05	07:22 19:01	07:10 17:02	07:56 16:27
3	08:17 16:37	07:52 17:22	07:03 18:08	06:58 19:56	06:00 20:41	05:22 21:20	05:23 21:31	05:57 21:01	06:41 20:03	07:24 18:59	07:12 17:00	07:57 16:27
4	08:17 16:38	07:51 17:23	07:01 18:09	06:56 19:57	05:58 20:42	05:21 21:21	05:23 21:30	05:58 20:59	06:42 20:01	07:25 18:57	07:14 16:58	07:59 16:27
5	08:17 16:39	07:49 17:25	06:59 18:11	06:54 19:59	05:57 20:44	05:21 21:22	05:24 21:30	05:59 20:57	06:43 19:59	07:27 18:55	07:15 16:57	08:00 16:26
6	08:17 16:40	07:48 17:27	06:57 18:12	06:52 20:00	05:55 20:45	05:20 21:23	05:25 21:29	06:01 20:56	06:45 19:57	07:28 18:53	07:17 16:55	08:01 16:26
7	08:17 16:41	07:46 17:28	06:55 18:14	06:50 20:02	05:53 20:46	05:20 21:24	05:26 21:29	06:02 20:54	06:46 19:55	07:30 18:51	07:18 16:54	08:02 16:25
8	08:16 16:42	07:45 17:30	06:53 18:16	06:48 20:03	05:52 20:48	05:19 21:24	05:26 21:28	06:03 20:53	06:48 19:53	07:31 18:49	07:20 16:52	08:03 16:25
9	08:16 16:44	07:43 17:32	06:51 18:17	06:46 20:05	05:50 20:49	05:19 21:25	05:27 21:28	06:05 20:51	06:49 19:51	07:33 18:47	07:22 16:51	08:04 16:25
10	08:16 16:45	07:42 17:33	06:49 18:19	06:44 20:06	05:49 20:51	05:18 21:26	05:28 21:27	06:06 20:49	06:51 19:49	07:34 18:45	07:23 16:49	08:05 16:25
11	08:15 16:46	07:40 17:35	06:47 18:20	06:42 20:08	05:47 20:52	05:18 21:27	05:29 21:27	06:08 20:48	06:52 19:46	07:36 18:43	07:25 16:48	08:06 16:25
12	08:15 16:48	07:38 17:37	06:45 18:22	06:39 20:09	05:46 20:54	05:18 21:27	05:30 21:26	06:09 20:46	06:53 19:44	07:37 18:41	07:26 16:47	08:07 16:25
13	08:14 16:49	07:37 17:38	06:42 18:23	06:37 20:11	05:44 20:55	05:18 21:28	05:31 21:25	06:10 20:44	06:55 19:42	07:39 18:39	07:28 16:45	08:08 16:25
14	08:13 16:50	07:35 17:40	06:40 18:25	06:35 20:12	05:43 20:56	05:18 21:28	05:32 21:24	06:12 20:42	06:56 19:40	07:40 18:37	07:30 16:44	08:09 16:25
15	08:13 16:52	07:33 17:42	06:38 18:27	06:33 20:14	05:41 20:58	05:17 21:29	05:33 21:24	06:13 20:40	06:58 19:38	07:42 18:35	07:31 16:43	08:10 16:25
16	08:12 16:53	07:31 17:43	06:36 18:28	06:31 20:15	05:40 20:59	05:17 21:29	05:34 21:23	06:15 20:39	06:59 19:36	07:44 18:33	07:33 16:42	08:11 16:25
17	08:11 16:55	07:30 17:45	06:34 18:30	06:29 20:17	05:39 21:00	05:17 21:30	05:35 21:22	06:16 20:37	07:01 19:34	07:45 18:31	07:34 16:40	08:12 16:25
18	08:10 16:56	07:28 17:47	06:32 18:31	06:27 20:18	05:37 21:02	05:17 21:30	05:36 21:21	06:18 20:35	07:02 19:31	07:47 18:29	07:36 16:39	08:12 16:26
19	08:10 16:58	07:26 17:48	06:30 18:33	06:26 20:20	05:36 21:03	05:17 21:31	05:37 21:20	06:19 20:33	07:03 19:29	07:48 18:27	07:37 16:38	08:13 16:26
20	08:09 16:59	07:24 17:50	06:28 18:34	06:24 20:21	05:35 21:04	05:17 21:31	05:39 21:19	06:20 20:31	07:05 19:27	07:50 18:25	07:39 16:37	08:14 16:26
21	08:08 17:01	07:22 17:51	06:26 18:36	06:22 20:23	05:34 21:06	05:18 21:31	05:40 21:18	06:22 20:29	07:06 19:25	07:51 18:23	07:40 16:36	08:14 16:27
22	08:07 17:02	07:20 17:53	06:23 18:37	06:20 20:24	05:33 21:07	05:18 21:31	05:41 21:17	06:23 20:27	07:08 19:23	07:53 18:21	07:42 16:35	08:15 16:27
23	08:06 17:04	07:19 17:55	06:21 18:39	06:18 20:26	05:32 21:08	05:18 21:31	05:42 21:15	06:25 20:25	07:09 19:21	07:54 18:19	07:43 16:34	08:15 16:28
24	08:05 17:05	07:17 17:56	06:19 18:40	06:16 20:27	05:30 21:09	05:18 21:32	05:43 21:14	06:26 20:23	07:11 19:19	07:56 18:17	07:45 16:33	08:16 16:28
25	08:04 17:07	07:15 17:58	06:17 18:42	06:14 20:29	05:29 21:10	05:19 21:32	05:45 21:13	06:28 20:22	07:12 19:16	07:58 17:16	07:46 16:32	08:16 16:29
26	08:03 17:08	07:13 18:00	06:15 18:43	06:12 20:30	05:28 21:12	05:19 21:32	05:46 21:12	06:29 20:20	07:14 19:14	07:59 17:14	07:48 16:31	08:16 16:30
27	08:01 17:10	07:11 18:01	06:13 18:45	06:10 20:32	05:27 21:13	05:19 21:32	05:47 21:10	06:30 20:18	07:15 19:12	07:01 17:12	07:49 16:31	08:17 16:30
28	08:00 17:12	07:09 18:03	06:11 18:46	06:09 20:33	05:27 21:14	05:20 21:32	05:49 21:09	06:32 20:16	07:17 19:10	07:02 17:10	07:51 16:30	08:17 16:31
29	07:59 17:13		07:09 19:48	06:07 20:35	05:26 21:15	05:20 21:32	05:50 21:08	06:33 20:13	07:18 19:08	07:04 17:08	07:52 16:29	08:17 16:32
30	07:58 17:15		07:07 19:49	06:05 20:36	05:25 21:16	05:21 21:31	05:51 21:06	06:35 20:11	07:19 19:06	07:06 17:07	07:53 16:29	08:17 16:33
31	07:56 17:17		07:04 19:51		05:24 21:17		05:52 21:05	06:36 20:09		07:07 17:05		08:17 16:34
Sonnenscheinstunden	271	283	368	411	474	484	489	446	379	336	276	257
astr.max.mögl.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)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)
	Minuten mit Schatten	

Projekt:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
Berechnet:
15.02.2018 14:07/3.1.633



EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001**Schattenrezeptor:** C - Obersulm, Forleweg 4
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:18 16:35	09:59 (WEA 3) 10:25 (WEA 3)	07:55 17:18	07:07 18:05	07:02 19:53	06:03 20:38	05:23 21:18	05:22 21:31	05:54 21:04	06:38 20:07	07:21 19:04	07:09 17:03
2	08:18 16:36	09:59 (WEA 3) 10:25 (WEA 3)	07:54 17:20	07:05 18:06	07:00 19:54	06:02 20:39	05:23 21:19	05:22 21:31	05:55 21:02	06:39 20:05	07:22 19:02	07:10 17:02
3	08:17 16:37	09:59 (WEA 3) 10:25 (WEA 3)	07:52 17:22	07:03 18:08	06:58 19:56	06:00 20:41	05:22 21:20	05:23 21:31	05:57 21:01	06:41 20:03	07:24 18:59	07:12 17:00
4	08:17 16:38	10:00 (WEA 3) 10:25 (WEA 3)	07:51 17:23	07:01 18:09	06:56 19:57	05:58 20:42	05:21 21:21	05:23 21:30	05:58 20:59	06:42 20:01	07:25 18:57	07:14 16:59
5	08:17 16:39	10:00 (WEA 3) 10:26 (WEA 3)	07:49 17:25	06:59 18:11	06:54 19:59	05:57 20:44	05:21 21:22	05:24 21:30	05:59 20:58	06:43 19:59	07:27 18:55	07:15 16:57
6	08:17 16:40	10:01 (WEA 3) 10:27 (WEA 3)	07:48 17:27	06:57 18:13	06:52 20:00	05:55 20:45	05:20 21:23	05:25 21:30	06:01 20:56	06:45 19:57	07:28 18:53	07:17 16:55
7	08:17 16:41	10:01 (WEA 3) 10:27 (WEA 3)	07:46 17:28	06:55 18:14	06:50 20:02	05:53 20:46	05:20 21:24	05:26 21:29	06:02 20:54	06:46 19:55	07:30 18:51	07:19 16:54
8	08:16 16:43	10:02 (WEA 3) 10:27 (WEA 3)	07:45 17:30	06:53 18:16	06:48 20:03	05:52 20:48	05:19 21:25	05:27 21:29	06:04 20:53	06:48 19:53	07:31 18:49	07:20 16:52
9	08:16 16:44	10:02 (WEA 3) 10:27 (WEA 3)	07:43 17:32	06:51 18:17	06:46 20:05	05:50 20:49	05:19 21:25	05:27 21:28	06:05 20:51	06:49 19:51	07:33 18:47	07:22 16:51
10	08:16 16:45	10:03 (WEA 3) 10:28 (WEA 3)	07:42 17:33	06:49 18:19	06:44 20:06	05:49 20:51	05:19 21:26	05:28 21:27	06:06 20:49	06:51 19:49	07:34 18:45	07:23 16:49
11	08:15 16:46	10:04 (WEA 3) 10:27 (WEA 3)	07:40 17:35	06:47 18:20	06:42 20:08	05:47 20:52	05:18 21:27	05:29 21:27	06:08 20:48	06:52 19:46	07:36 18:43	07:25 16:48
12	08:15 16:48	10:04 (WEA 3) 10:27 (WEA 3)	07:38 17:37	06:45 18:22	06:40 20:09	05:46 20:54	05:18 21:27	05:30 21:26	06:09 20:46	06:54 19:44	07:37 18:41	07:27 16:47
13	08:14 16:49	10:05 (WEA 3) 10:28 (WEA 3)	07:37 17:38	06:43 18:24	06:38 20:11	05:44 20:55	05:18 21:28	05:31 21:25	06:11 20:44	06:55 19:42	07:39 18:39	07:28 16:45
14	08:13 16:50	10:06 (WEA 3) 10:27 (WEA 3)	07:35 17:40	06:40 18:25	06:36 20:12	05:43 20:56	05:18 21:28	05:32 21:24	06:12 20:42	06:56 19:40	07:41 18:37	07:30 16:44
15	08:13 16:52	10:07 (WEA 3) 10:27 (WEA 3)	07:33 17:42	06:38 18:27	06:33 20:14	05:41 20:58	05:17 21:29	05:33 21:24	06:13 20:41	06:58 19:38	07:42 18:35	07:31 16:43
16	08:12 16:53	10:08 (WEA 3) 10:26 (WEA 3)	07:31 17:43	06:36 18:28	06:32 20:15	05:40 20:59	05:17 21:29	05:34 21:23	06:15 20:39	06:59 19:36	07:44 18:33	07:33 16:42
17	08:11 16:55	10:09 (WEA 3) 10:26 (WEA 3)	07:30 17:45	06:34 18:30	06:30 20:17	05:39 21:00	05:17 21:30	05:35 21:22	06:16 20:37	07:01 19:34	07:45 18:31	07:34 16:40
18	08:10 16:56	10:10 (WEA 3) 10:25 (WEA 3)	07:28 17:47	06:32 18:31	06:28 20:18	05:38 21:02	05:17 21:30	05:36 21:21	06:18 20:35	07:02 19:31	07:47 18:29	07:36 16:39
19	08:10 16:58	10:12 (WEA 3) 10:24 (WEA 3)	07:26 17:48	06:30 18:33	06:26 20:20	05:36 21:03	05:17 21:31	05:38 21:20	06:19 20:33	07:04 19:29	07:48 18:27	07:37 16:38
20	08:09 16:59	10:15 (WEA 3) 10:21 (WEA 3)	07:24 17:50	06:28 18:34	06:24 20:21	05:35 21:04	05:18 21:31	05:39 21:19	06:21 20:31	07:05 19:27	07:50 18:25	07:39 16:37
21	08:08 17:01	10:16 (WEA 3) 17:52	07:22 18:36	06:26 20:23	06:22 21:06	05:34 21:06	05:18 21:31	05:40 21:18	06:22 20:29	07:06 19:25	07:51 18:23	07:41 16:36
22	08:07 17:02	10:17 (WEA 3) 17:53	07:21 18:37	06:24 20:24	06:20 21:07	05:33 21:07	05:18 21:31	05:41 21:17	06:23 20:27	07:08 19:23	07:53 18:21	07:42 16:35
23	08:06 17:04	10:18 (WEA 3) 17:55	07:20 18:39	06:22 20:26	06:18 21:08	05:32 21:08	05:18 21:32	05:42 21:15	06:25 20:25	07:09 19:21	07:55 18:19	07:44 16:34
24	08:05 17:05	10:19 (WEA 3) 17:56	07:19 18:40	06:21 20:27	06:16 21:09	05:31 21:09	05:18 21:32	05:44 21:14	06:26 20:24	07:11 19:19	07:56 18:17	07:45 16:33
25	08:04 17:07	10:20 (WEA 3) 17:57	07:18 18:42	06:20 20:29	06:14 21:11	05:29 21:11	05:19 21:32	05:45 21:13	06:28 20:22	07:12 19:16	07:58 18:16	07:46 16:32
26	08:03 17:09	10:21 (WEA 3) 18:00	07:17 18:43	06:19 20:30	06:12 21:12	05:29 21:12	05:19 21:32	05:46 21:12	06:29 20:20	07:14 19:14	07:59 18:14	07:48 16:32
27	08:01 17:10	10:22 (WEA 3) 18:01	07:16 18:45	06:18 20:32	06:10 21:13	05:28 21:13	05:19 21:32	05:47 21:11	06:31 20:18	07:15 19:12	07:01 18:12	07:49 16:31
28	08:00 17:12	10:23 (WEA 3) 18:03	07:15 18:47	06:17 20:33	06:09 21:14	05:27 21:14	05:20 21:32	05:49 21:09	06:32 20:16	07:17 19:10	07:02 18:10	07:51 16:30
29	07:59 17:13	10:24 (WEA 3) 18:04	07:14 18:48	06:16 20:35	06:07 21:15	05:26 21:15	05:20 21:32	05:50 21:08	06:33 20:14	07:18 19:08	07:04 18:09	07:52 16:29
30	07:58 17:15	10:25 (WEA 3) 18:05	07:13 18:49	06:15 20:36	06:05 21:16	05:25 21:16	05:21 21:31	05:51 21:06	06:35 20:12	07:20 19:06	07:06 18:07	07:53 16:29
31	07:56 17:17	10:26 (WEA 3) 18:06	07:12 18:50	06:14 20:37	06:04 21:17	05:24 21:17	05:17 21:31	05:53 21:05	06:36 20:09	07:07 19:05	07:07 18:05	07:07 16:28
Sonnenscheinstunden	271		283	368	411	474	484	489	446	379	336	276
astr.max.mögl.Beschattung	433										153	792

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) Schattende	(WEA mit letztem Schatten)
	Minuten mit Schatten		

Projekt:

16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:

Windpark Bretzfeld im Hohenlohekreis, Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
Berechnet:
15.02.2018 14:07/3.1.633



EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001Schattenrezeptor: K - Wüstenrot, Bernbach 15
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März		April		Mai		Juni
1	08:17	07:55	07:07		16:42 (L1)	07:02	18:50 (L2)	06:03	05:23
	16:35	17:18	18:04	12	16:54 (L1)	19:52	19:08 (L2)	20:38	21:18
2	08:17	07:54	07:05		16:40 (L1)	07:00	18:48 (L2)	06:02	05:23
	16:36	17:20	18:06	16	16:56 (L1)	19:54	19:08 (L2)	20:39	21:19
3	08:17	07:52	07:03		16:38 (L1)	06:58	18:47 (L2)	06:00	05:22
	16:37	17:22	18:08	19	16:57 (L1)	19:55	19:08 (L2)	20:40	21:20
4	08:17	07:51	07:01		16:37 (L1)	06:56	18:47 (L2)	05:58	05:21
	16:38	17:23	18:09	21	16:58 (L1)	19:57	19:08 (L2)	20:42	21:21
5	08:17	07:49	06:59		16:36 (L1)	06:54	18:46 (L2)	05:57	05:21
	16:39	17:25	18:11	22	16:58 (L1)	19:59	19:08 (L2)	20:43	21:22
6	08:17	07:48	06:57		16:36 (L1)	06:52	18:46 (L2)	05:55	05:20
	16:40	17:27	18:12	23	16:59 (L1)	20:00	19:08 (L2)	20:45	21:23
7	08:17	07:46	06:55		16:36 (L1)	06:50	18:46 (L2)	05:53	05:20
	16:41	17:28	18:14	23	16:59 (L1)	20:02	19:07 (L2)	20:46	21:24
8	08:16	07:45	06:53		16:34 (L1)	06:48	18:47 (L2)	05:52	05:19
	16:43	17:30	18:16	24	16:58 (L1)	20:03	19:06 (L2)	20:48	21:24
9	08:16	07:43	06:51		16:35 (L1)	06:46	18:47 (L2)	05:50	05:19
	16:44	17:32	18:17	22	16:57 (L1)	20:05	19:05 (L2)	20:49	21:25
10	08:15	07:41	06:49		16:35 (L1)	06:44	18:48 (L2)	05:49	05:19
	16:45	17:33	18:19	22	16:57 (L1)	20:06	19:04 (L2)	20:51	21:26
11	08:15	07:40	06:47		16:36 (L1)	06:42	18:50 (L2)	05:47	05:18
	16:46	17:35	18:20	20	16:56 (L1)	20:08	19:02 (L2)	20:52	21:26
12	08:14	07:38	06:45		16:36 (L1)	06:39	18:53 (L2)	05:46	05:18
	16:48	17:37	18:22	19	16:55 (L1)	20:09	18:58 (L2)	20:53	21:27
13	08:14	07:37	06:42		16:38 (L1)	06:37		05:44	05:18
	16:49	17:38	18:23	15	16:53 (L1)	20:11		19:56 (WEA 1)	21:28
14	08:13	07:35	06:40		16:40 (L1)	06:35		20:55	1
	16:50	17:40	18:25	11	16:51 (L1)	20:12		05:43	19:57 (WEA 1)
15	08:13	07:33	06:38			06:33		19:51 (WEA 1)	21:28
	16:52	17:42	18:27			20:14		20:03 (WEA 1)	05:17
16	08:12	07:31	06:36			06:31		19:49 (WEA 1)	05:17
	16:53	17:43	18:28			20:15		20:06 (WEA 1)	21:29
17	08:11	07:30	06:34			06:29		19:46 (WEA 1)	05:17
	16:55	17:45	18:30			20:17		20:07 (WEA 1)	05:17
18	08:10	07:28	06:32			06:27		19:45 (WEA 1)	05:17
	16:56	17:47	18:31			20:18		20:08 (WEA 1)	21:30
19	08:09	07:26	06:30			06:26		19:44 (WEA 1)	05:17
	16:58	17:48	18:33			20:20		20:10 (WEA 1)	21:30
20	08:09	07:24	06:28			06:24		20:11 (WEA 1)	21:30
	16:59	17:50	18:34			20:21		19:43 (WEA 1)	05:18
21	08:08	07:22	06:26			06:22		20:12 (WEA 1)	21:31
	17:01	17:52	18:36			20:23		20:12 (WEA 1)	05:18
22	08:07	07:20	06:23			06:20		19:42 (WEA 1)	05:18
	17:02	17:53	18:37			20:24		20:12 (WEA 1)	21:31
23	08:06	07:19	06:21			06:18		19:42 (WEA 1)	05:18
	17:04	17:55	18:39			20:26		20:14 (WEA 1)	21:31
24	08:05	07:17	06:19			06:16		19:41 (WEA 1)	05:18
	17:05	17:56	18:40			20:27		20:14 (WEA 1)	21:31
25	08:04	07:15	06:17			06:14		19:41 (WEA 1)	05:19
	17:07	17:58	18:42			20:29		20:14 (WEA 1)	21:32
26	08:02	07:13	06:15			06:12		19:40 (WEA 1)	05:19
	17:08	18:00	18:43			20:30		20:15 (WEA 1)	21:32
27	08:01	07:11	06:13			06:10		19:40 (WEA 1)	05:19
	17:10	18:01	18:45			20:32		20:15 (WEA 1)	21:32
28	08:00	07:09	06:11			06:09		19:40 (WEA 1)	05:20
	17:12	18:03	18:46			20:33		20:15 (WEA 1)	21:32
29	07:59		07:09		18:58 (L2)	06:07		19:41 (WEA 1)	05:20
	17:13		19:48	3	19:01 (L2)	20:35		20:16 (WEA 1)	21:31
30	07:58		07:06		18:54 (L2)	06:05		19:40 (WEA 1)	05:21
	17:15		19:49	11	19:05 (L2)	20:36		20:16 (WEA 1)	21:31
31	07:56		07:04		18:51 (L2)			19:40 (WEA 1)	
	17:17		19:51	16	19:07 (L2)			20:16 (WEA 1)	
Sonnenscheinstunden	271	283	368			411		474	484
astr.max.mögl.Beschattung				299		215		527	1090

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) Schattenende	(WEA mit erstem Schatten)	(WEA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	----------------------------------	--------------------------------	---------------------------	----------------------------

Projekt:

16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:

Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
Berechnet:
15.02.2018 14:07/3.1.633



EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001**Schattenrezeptor:** K - Wüstenrot, Bernbach 15
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Juli		August		September		Oktober		November		Dezember		
1	05:22		19:46 (WEA 1)	05:54		06:38	18:49 (L2)	07:21		17:16 (L1)	07:09	07:55	
	21:31	36	20:22 (WEA 1)	21:03		20:07	12	19:01 (L2)	19:04	17	17:33 (L1)	17:03	16:28
2	05:22		19:46 (WEA 1)	05:55		06:39	18:46 (L2)	07:22		17:15 (L1)	07:10	07:56	
	21:31	37	20:23 (WEA 1)	21:02		20:05	16	19:02 (L2)	19:01	19	17:34 (L1)	17:02	16:28
3	05:23		19:47 (WEA 1)	05:57		06:41	18:45 (L2)	07:24		17:13 (L1)	07:12	07:57	
	21:30	36	20:23 (WEA 1)	21:00		20:03	18	19:03 (L2)	18:59	21	17:34 (L1)	17:00	16:27
4	05:23		19:46 (WEA 1)	05:58		06:42	18:44 (L2)	07:25		17:13 (L1)	07:14	07:58	
	21:30	37	20:23 (WEA 1)	20:59		20:01	19	19:03 (L2)	18:57	22	17:35 (L1)	16:58	16:27
5	05:24		19:47 (WEA 1)	05:59		06:43	18:43 (L2)	07:27		17:11 (L1)	07:15	08:00	
	21:30	37	20:24 (WEA 1)	20:57		19:59	21	19:04 (L2)	18:55	24	17:35 (L1)	16:57	16:26
6	05:25		19:47 (WEA 1)	06:01		06:45	18:42 (L2)	07:28		17:11 (L1)	07:17	08:01	
	21:29	37	20:24 (WEA 1)	20:56		19:57	22	19:04 (L2)	18:53	24	17:35 (L1)	16:55	16:26
7	05:26		19:48 (WEA 1)	06:02		06:46	18:41 (L2)	07:30		17:11 (L1)	07:18	08:02	
	21:29	36	20:24 (WEA 1)	20:54		19:55	22	19:03 (L2)	18:51	23	17:34 (L1)	16:54	16:26
8	05:27		19:47 (WEA 1)	06:03		06:48	18:42 (L2)	07:31		17:11 (L1)	07:20	08:03	
	21:28	37	20:24 (WEA 1)	20:53		19:53	21	19:03 (L2)	18:49	23	17:34 (L1)	16:52	16:25
9	05:27		19:47 (WEA 1)	06:05		06:49	18:41 (L2)	07:33		17:12 (L1)	07:22	08:04	
	21:28	37	20:24 (WEA 1)	20:51		19:51	21	19:02 (L2)	18:47	21	17:33 (L1)	16:51	16:25
10	05:28		19:48 (WEA 1)	06:06		06:51	18:41 (L2)	07:34		17:12 (L1)	07:23	08:05	
	21:27	36	20:24 (WEA 1)	20:49		19:48	20	19:01 (L2)	18:45	20	17:32 (L1)	16:49	16:25
11	05:29		19:48 (WEA 1)	06:08		06:52	18:42 (L2)	07:36		17:13 (L1)	07:25	08:06	
	21:26	36	20:24 (WEA 1)	20:47		19:46	18	19:00 (L2)	18:43	18	17:31 (L1)	16:48	16:25
12	05:30		19:48 (WEA 1)	06:09		06:53	18:42 (L2)	07:37		17:14 (L1)	07:26	08:07	
	21:26	37	20:25 (WEA 1)	20:46		19:44	16	18:58 (L2)	18:41	14	17:28 (L1)	16:47	16:25
13	05:31		19:49 (WEA 1)	06:10		06:55	18:44 (L2)	07:39		17:17 (L1)	07:28	08:08	
	21:25	36	20:25 (WEA 1)	20:44		19:42	13	18:57 (L2)	18:39	9	17:26 (L1)	16:45	16:25
14	05:32		19:49 (WEA 1)	06:12		06:56	18:47 (L2)	07:40			07:30	08:09	
	21:24	36	20:25 (WEA 1)	20:42		19:40	6	18:53 (L2)	18:37		16:44	16:25	
15	05:33		19:49 (WEA 1)	06:13		06:58		07:42			07:31	08:10	
	21:23	36	20:25 (WEA 1)	20:40		19:38		18:35			16:43	16:25	
16	05:34		19:49 (WEA 1)	06:15		06:59		07:43			07:33	08:11	
	21:23	36	20:25 (WEA 1)	20:39		19:36		18:33			16:42	16:25	
17	05:35		19:50 (WEA 1)	06:16		07:01		07:45			07:34	08:11	
	21:22	34	20:24 (WEA 1)	20:37		19:34		18:31			16:40	16:25	
18	05:36		19:50 (WEA 1)	06:18		07:02		07:47			07:36	08:12	
	21:21	34	20:24 (WEA 1)	20:35		19:31		18:29			16:39	16:26	
19	05:38		19:50 (WEA 1)	06:19		07:03		07:48			07:37	08:13	
	21:20	34	20:24 (WEA 1)	20:33		19:29		18:27			16:38	16:26	
20	05:39		19:51 (WEA 1)	06:20		07:05		07:50			07:39	08:14	
	21:19	32	20:23 (WEA 1)	20:31		19:27		18:25			16:37	16:26	
21	05:40		19:51 (WEA 1)	06:22		07:06		07:51			07:40	08:14	
	21:18	32	20:23 (WEA 1)	20:29		19:25		18:23			16:36	16:27	
22	05:41		19:52 (WEA 1)	06:23		07:08		07:53			07:42	08:15	
	21:16	30	20:22 (WEA 1)	20:27		19:23		18:21			16:35	16:27	
23	05:42		19:52 (WEA 1)	06:25		07:09		07:54			07:43	08:15	
	21:15	30	20:22 (WEA 1)	20:25		19:21		18:19			16:34	16:28	
24	05:43		19:54 (WEA 1)	06:26		07:11		07:56			07:45	08:16	
	21:14	28	20:22 (WEA 1)	20:23		19:18		18:17			16:33	16:28	
25	05:45		19:54 (WEA 1)	06:28		07:12		06:58			07:46	08:16	
	21:13	27	20:21 (WEA 1)	20:21		19:16		17:16			16:32	16:29	
26	05:46		19:55 (WEA 1)	06:29		07:14		06:59			07:48	08:16	
	21:12	25	20:20 (WEA 1)	20:19		19:14		17:14			16:31	16:30	
27	05:47		19:56 (WEA 1)	06:30		07:15		07:01			07:49	08:17	
	21:10	22	20:18 (WEA 1)	20:17		19:12		17:12			16:31	16:30	
28	05:49		19:57 (WEA 1)	06:32		07:17		07:02			07:51	08:17	
	21:09	19	20:16 (WEA 1)	20:15		19:10		17:10			16:30	16:31	
29	05:50		20:00 (WEA 1)	06:33		07:18		17:21 (L1)	07:04		07:52	08:17	
	21:08	15	20:15 (WEA 1)	20:13		19:08	8	17:29 (L1)	17:08		16:29	16:32	
30	05:51		20:03 (WEA 1)	06:35		07:19		17:18 (L1)	07:06		07:53	08:17	
	21:06	9	20:12 (WEA 1)	20:11		19:06	14	17:32 (L1)	17:07		16:29	16:33	
31	05:53			06:36								08:17	
	21:05			20:09	5	18:58 (L2)						16:34	
Sonnenscheinstunden	489			446			379			336		257	
astr.max.mögl.Beschattung		954			5		267			255			

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)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	--	----------------------	---

Projekt:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
 Windpark Bretzfeld im
 Hohenlohekreis,
 Baden-Württembergs

EnBW Windkraftprojekte GmbH
 Schelmenwasenstr. 15
 70567 Stuttgart

Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering GmbH
 Breitscheidstraße 6
 DE-34119 Kassel
 +49 (0) 561 28 85 73 0
 Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
 Berechnet:
 15.02.2018 14:07/3.1.633



SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001**Schattenrezeptor:** Z - Wüstenrot, Stollenhof 88
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:17 16:35	07:55 17:18	07:07 18:04	07:02 18:04	18:41 (L1) 19:52	06:03 20:38
2	08:17 16:36	07:54 17:20	07:05 18:06	07:00 19:54	18:41 (L1) 18:52 (L1)	06:02 20:39
3	08:17 16:37	07:52 17:22	07:03 18:08	06:58 19:55	18:44 (L1) 18:49 (L1)	06:00 20:40
4	08:17 16:38	07:51 17:23	07:01 18:09	06:56 19:57	05:58 20:42	20:40 21:21
5	08:17 16:39	07:49 17:25	06:59 18:11	06:54 19:58	05:57 20:43	20:42 21:22
6	08:17 16:40	07:48 17:27	06:57 18:12	06:52 20:00	05:55 20:45	20:43 21:23
7	08:16 16:41	07:46 17:28	06:55 18:14	06:50 20:02	05:53 20:46	20:44 21:24
8	08:16 16:43	07:45 17:30	06:53 18:16	06:48 20:03	05:52 20:48	20:45 21:24
9	08:16 16:44	07:43 17:32	06:51 18:17	06:46 20:05	05:50 20:49	20:46 21:25
10	08:15 16:45	07:41 17:33	06:49 18:19	06:44 20:06	05:49 20:51	20:47 21:26
11	08:15 16:46	07:40 17:35	06:47 18:20	06:41 20:08	05:47 20:52	20:48 21:26
12	08:14 16:48	07:38 17:37	06:44 18:22	06:39 20:09	19:33 (L2) 19:39 (L2)	05:46 20:53
13	08:14 16:49	07:36 17:38	06:42 18:23	06:37 20:11	19:30 (L2) 19:41 (L2)	05:44 20:55
14	08:13 16:50	07:35 17:40	06:40 18:25	06:35 20:12	19:29 (L2) 19:42 (L2)	05:43 20:56
15	08:13 16:52	07:33 17:42	06:38 18:27	06:33 20:14	19:28 (L2) 19:42 (L2)	05:41 20:58
16	08:12 16:53	07:31 17:43	06:36 18:28	06:31 20:15	19:27 (L2) 19:42 (L2)	05:40 20:59
17	08:11 16:55	07:30 17:45	06:34 18:30	06:29 20:17	19:27 (L2) 19:42 (L2)	05:39 21:00
18	08:10 16:56	07:28 17:47	06:32 18:31	06:27 20:18	19:26 (L2) 19:41 (L2)	05:37 21:02
19	08:09 16:58	07:26 17:48	06:30 18:33	06:26 20:20	19:27 (L2) 19:41 (L2)	05:36 21:03
20	08:09 16:59	07:24 17:50	06:28 18:34	06:24 20:21	19:27 (L2) 19:40 (L2)	05:35 21:04
21	08:08 17:01	07:22 17:51	06:26 18:36	06:22 20:23	19:29 (L2) 19:39 (L2)	05:34 21:05
22	08:07 17:02	07:20 17:53	06:23 18:37	06:20 20:24	19:31 (L2) 19:36 (L2)	05:33 21:07
23	08:06 17:04	07:19 17:55	06:21 18:39	06:18 20:26	05:32 21:08	20:07 (WEA 1) 20:30 (WEA 1)
24	08:05 17:05	07:17 17:56	06:19 18:40	17:45 (L1) 17:53 (L1)	06:16 20:27	20:08 (WEA 1) 20:30 (WEA 1)
25	08:04 17:07	07:15 17:58	06:17 18:42	17:43 (L1) 17:55 (L1)	06:14 20:29	20:09 (WEA 1) 20:30 (WEA 1)
26	08:02 17:08	07:13 18:00	06:15 18:43	17:42 (L1) 17:56 (L1)	06:12 20:30	20:10 (WEA 1) 20:30 (WEA 1)
27	08:01 17:10	07:11 18:01	06:13 18:45	17:41 (L1) 17:57 (L1)	06:10 20:32	20:11 (WEA 1) 20:30 (WEA 1)
28	08:00 17:12	07:09 18:03	06:11 18:46	17:40 (L1) 17:57 (L1)	06:09 20:33	20:12 (WEA 1) 20:30 (WEA 1)
29	07:59 17:13	07:09 19:48	06:07 18:47	18:40 (L1) 18:57 (L1)	06:07 20:35	20:13 (WEA 1) 20:30 (WEA 1)
30	07:58 17:15	07:06 19:49	06:05 18:48	18:40 (L1) 18:56 (L1)	06:05 20:36	20:14 (WEA 1) 20:30 (WEA 1)
31	07:56 17:17	07:04 19:51	06:04 18:51	18:40 (L1) 18:56 (L1)	20:36 21:17	20:15 (WEA 1) 20:30 (WEA 1)
Sonnenscheinstunden	271	283	368	411	474	484
astr.max.mögl.Beschattung			116	161	386	575

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)
	Minuten mit Schatten	

Projekt:

16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:

Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering GmbH

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com

Berechnet:

15.02.2018 14:07/3.1.633



EnBW Windkraftprojekte GmbH

Schelmenwasenstr. 15

70567 Stuttgart

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001**Schattenrezeptor:** Z - Wüstenrot, Stollenhof 88

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Juli		August		September		Oktober	November	Dezember
1	05:21	20:14 (WEA 1)	05:54		06:38		07:21	07:09	07:55
	21:31	20:34 (WEA 1)	21:03		20:07		19:04	17:03	16:28
2	05:22	20:15 (WEA 1)	05:55		06:39		07:22	07:10	07:56
	21:31	20:35 (WEA 1)	21:02		20:05		19:01	17:02	16:28
3	05:23	20:15 (WEA 1)	05:57		06:41		07:24	07:12	07:57
	21:30	20:35 (WEA 1)	21:00		20:03		18:59	17:00	16:27
4	05:23	20:14 (WEA 1)	05:58		06:42		07:25	07:14	07:58
	21:30	20:35 (WEA 1)	20:59		20:01		18:57	16:58	16:27
5	05:24	20:14 (WEA 1)	05:59		06:43		07:27	07:15	08:00
	21:30	20:36 (WEA 1)	20:57		19:59		18:55	16:57	16:26
6	05:25	20:15 (WEA 1)	06:01		06:45		07:28	07:17	08:01
	21:29	20:36 (WEA 1)	20:56		19:57		18:53	16:55	16:26
7	05:26	20:15 (WEA 1)	06:02		06:46		07:30	07:18	08:02
	21:29	20:37 (WEA 1)	20:54		19:55		18:51	16:54	16:26
8	05:27	20:14 (WEA 1)	06:03		06:48		07:31	07:20	08:03
	21:28	20:37 (WEA 1)	20:53		19:53		18:49	16:52	16:25
9	05:27	20:14 (WEA 1)	06:05		06:49	18:38 (L1)	07:33	07:22	08:04
	21:28	20:37 (WEA 1)	20:51		19:51	5 18:43 (L1)	18:47	16:51	16:25
10	05:28	20:14 (WEA 1)	06:06		06:51	18:34 (L1)	07:34	07:23	08:05
	21:27	20:38 (WEA 1)	20:49		19:48	11 18:45 (L1)	18:45	16:49	16:25
11	05:29	20:14 (WEA 1)	06:08		06:52	18:33 (L1)	07:36	07:25	08:06
	21:26	20:38 (WEA 1)	20:47		19:46	14 18:47 (L1)	18:43	16:48	16:25
12	05:30	20:14 (WEA 1)	06:09		06:53	18:31 (L1)	07:37	07:26	08:07
	21:26	20:39 (WEA 1)	20:46		19:44	16 18:47 (L1)	18:41	16:47	16:25
13	05:31	20:14 (WEA 1)	06:10		06:55	18:31 (L1)	07:39	07:28	08:08
	21:25	20:39 (WEA 1)	20:44		19:42	17 18:48 (L1)	18:39	16:45	16:25
14	05:32	20:14 (WEA 1)	06:12		06:56	18:30 (L1)	07:40	07:30	08:09
	21:24	20:39 (WEA 1)	20:42		19:40	17 18:47 (L1)	18:37	16:44	16:25
15	05:33	20:15 (WEA 1)	06:13		06:58	18:29 (L1)	07:42	07:31	08:10
	21:23	20:39 (WEA 1)	20:40		19:38	17 18:46 (L1)	18:35	16:43	16:25
16	05:34	20:15 (WEA 1)	06:15		06:59	18:30 (L1)	07:43	07:33	08:11
	21:22	20:39 (WEA 1)	20:39		19:36	16 18:46 (L1)	18:33	16:42	16:25
17	05:35	20:15 (WEA 1)	06:16		07:01	18:30 (L1)	07:45	07:34	08:11
	21:22	20:39 (WEA 1)	20:37		19:33	15 18:45 (L1)	18:31	16:40	16:25
18	05:36	20:15 (WEA 1)	06:18		07:02	18:31 (L1)	07:47	07:36	08:12
	21:21	20:39 (WEA 1)	20:35		19:31	13 18:44 (L1)	18:29	16:39	16:26
19	05:38	20:15 (WEA 1)	06:19		07:03	18:32 (L1)	07:48	07:37	08:13
	21:20	20:39 (WEA 1)	20:33		19:29	9 18:41 (L1)	18:27	16:38	16:26
20	05:39	20:15 (WEA 1)	06:20		07:05		07:50	07:39	08:13
	21:19	20:39 (WEA 1)	20:31		19:27		18:25	16:37	16:26
21	05:40	20:15 (WEA 1)	06:22	19:35 (L2)	07:06		07:51	07:40	08:14
	21:18	20:39 (WEA 1)	20:29	6 19:41 (L2)	19:25		18:23	16:36	16:27
22	05:41	20:15 (WEA 1)	06:23	19:33 (L2)	07:08		07:53	07:42	08:15
	21:16	20:39 (WEA 1)	20:27	10 19:43 (L2)	19:23		18:21	16:35	16:27
23	05:42	20:16 (WEA 1)	06:25	19:32 (L2)	07:09		07:54	07:43	08:15
	21:15	20:38 (WEA 1)	20:25	12 19:44 (L2)	19:21		18:19	16:34	16:28
24	05:43	20:17 (WEA 1)	06:26	19:30 (L2)	07:11		07:56	07:45	08:16
	21:14	20:38 (WEA 1)	20:23	15 19:45 (L2)	19:18		18:17	16:33	16:28
25	05:45	20:17 (WEA 1)	06:28	19:29 (L2)	07:12		06:58	07:46	08:16
	21:13	20:38 (WEA 1)	20:21	15 19:44 (L2)	19:16		17:16	16:32	16:29
26	05:46	20:18 (WEA 1)	06:29	19:29 (L2)	07:14		06:59	07:48	08:16
	21:12	20:37 (WEA 1)	20:19	16 19:45 (L2)	19:14		17:14	16:31	16:30
27	05:47	20:19 (WEA 1)	06:30	19:29 (L2)	07:15		07:01	07:49	08:17
	21:10	20:36 (WEA 1)	20:17	15 19:44 (L2)	19:12		17:12	16:31	16:30
28	05:49	20:20 (WEA 1)	06:32	19:30 (L2)	07:16		07:02	07:51	08:17
	21:09	20:34 (WEA 1)	20:15	14 19:44 (L2)	19:10		17:10	16:30	16:31
29	05:50	20:22 (WEA 1)	06:33	19:30 (L2)	07:18		07:04	07:52	08:17
	21:08	20:34 (WEA 1)	20:13	12 19:42 (L2)	19:08		17:08	16:29	16:32
30	05:51	20:24 (WEA 1)	06:35	19:30 (L2)	07:19		07:05	07:53	08:17
	21:06	20:31 (WEA 1)	20:11	11 19:41 (L2)	19:06		17:07	16:29	16:33
31	05:52		06:36	19:33 (L2)			07:07		08:17
	21:05		20:09	5 19:38 (L2)			17:05		16:34
Sonnenscheinstunden		489	446		379	150	336	276	257
astr.max.mögl.Beschattung		640	131						

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:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
 Windpark Bretzfeld im
 Hohenlohekreis,
 Baden-Württembergs

EnBW Windkraftprojekte GmbH
 Schelmenwasenstr. 15
 70567 Stuttgart

Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering GmbH
 Breitscheidstraße 6
 DE-34119 Kassel
 +49 (0) 561 28 85 73 0
 Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
 Berechnet:
 15.02.2018 14:07/3.1.633



SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001**Schattenrezeptor:** ZA - Wüstenrot, Stollenhof 95
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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 Sonneneinfallrichtung
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:17 16:35	07:55 17:18	07:07 18:04	07:02 19:52	18:42 (L1) 06:03	05:23 20:11 (WEA 1)
2	08:17 16:36	07:54 17:20	07:05 18:06	07:00 19:54	18:41 (L1) 06:02	05:23 20:12 (WEA 1)
3	08:17 16:37	07:52 17:22	07:03 18:08	06:58 19:55	18:42 (L1) 06:00	05:22 20:11 (WEA 1)
4	08:17 16:38	07:51 17:23	07:01 18:09	06:56 19:57	18:42 (L1) 05:58	05:21 20:12 (WEA 1)
5	08:17 16:39	07:49 17:25	06:59 18:11	06:54 19:58	18:57 (L1) 20:42	05:21 20:38 (WEA 1)
6	08:17 16:40	07:48 17:27	06:57 18:12	06:52 20:00	18:46 (L1) 05:55	05:20 20:12 (WEA 1)
7	08:16 16:41	07:46 17:28	06:55 18:14	06:50 20:02	18:52 (L1) 20:45	05:20 20:38 (WEA 1)
8	08:16 16:43	07:45 17:30	06:53 18:16	06:48 20:03	05:52 20:48	05:19 20:13 (WEA 1)
9	08:16 16:44	07:43 17:32	06:51 18:17	06:46 20:05	05:50 20:49	05:19 20:38 (WEA 1)
10	08:15 16:45	07:41 17:33	06:49 18:19	06:44 20:06	05:49 20:51	05:19 20:39 (WEA 1)
11	08:15 16:46	07:40 17:35	06:47 18:20	06:41 20:08	05:47 20:52	05:18 20:38 (WEA 1)
12	08:14 16:48	07:38 17:37	06:44 18:22	06:39 20:09	05:46 20:53	05:18 20:38 (WEA 1)
13	08:14 16:49	07:36 17:38	06:42 18:23	06:37 20:11	05:44 20:55	05:18 20:39 (WEA 1)
14	08:13 16:50	07:35 17:40	06:40 18:25	06:35 20:12	05:43 20:56	05:18 20:14 (WEA 1)
15	08:13 16:52	07:33 17:42	06:38 18:27	06:33 20:14	19:37 (L2) 05:41	05:17 20:39 (WEA 1)
16	08:12 16:53	07:31 17:43	06:36 18:28	06:31 20:15	19:42 (L2) 20:58	05:17 20:15 (WEA 1)
17	08:11 16:55	07:30 17:45	06:34 18:30	06:29 20:17	19:44 (L2) 20:59	05:17 20:39 (WEA 1)
18	08:10 16:56	07:28 17:47	06:32 18:31	06:27 20:18	19:32 (L2) 05:39	05:17 20:15 (WEA 1)
19	08:09 16:58	07:26 17:48	06:30 18:33	06:26 20:20	19:45 (L2) 21:00	21:00 05:17
20	08:09 16:59	07:24 17:50	06:28 18:34	06:24 20:21	19:31 (L2) 05:37	20:19 (WEA 1) 21:30
21	08:08 17:01	07:22 17:51	06:26 18:36	06:22 20:23	19:46 (L2) 21:03	20:27 (WEA 1) 21:30
22	08:07 17:02	07:20 17:53	06:23 18:37	06:20 20:24	19:30 (L2) 05:35	20:17 (WEA 1) 05:17
23	08:06 17:04	07:19 17:55	06:21 18:39	06:18 20:26	19:46 (L2) 21:07	20:29 (WEA 1) 21:31
24	08:05 17:05	07:17 17:56	06:19 18:40	06:16 20:27	19:31 (L2) 05:32	20:16 (WEA 1) 05:18
25	08:04 17:07	07:15 17:58	06:17 18:42	06:14 20:29	19:45 (L2) 21:08	20:33 (WEA 1) 21:31
26	08:02 17:08	07:13 18:00	06:15 18:43	06:12 20:30	19:32 (L2) 05:30	20:34 (WEA 1) 05:18
27	08:01 17:10	07:11 18:01	06:13 18:45	06:10 20:32	19:41 (L2) 21:10	20:12 (WEA 1) 21:32
28	08:00 17:12	07:09 18:03	06:11 18:46	06:09 20:33	05:28 21:12	20:35 (WEA 1) 21:32
29	07:59 17:13	07:09 19:48	06:11 18:44	06:07 20:35	21:13 21:14	20:35 (WEA 1) 21:32
30	07:58 17:15	07:06 19:49	06:11 18:43	06:09 20:36	21:14 21:16	20:12 (WEA 1) 05:20
31	07:56 17:17	07:04 19:51	06:11 18:42	06:05 20:36	21:15 21:17	20:35 (WEA 1) 21:31
	Sonnenscheinstunden astr.max.mögl.Beschattung	271 283	368 73	411 221	474 255	484 744

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:

16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:

Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering GmbH

Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com

Berechnet:

15.02.2018 14:07/3.1.633



EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001**Schattenrezeptor:** ZA - Wüstenrot, Stollenhof 95
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Juli		August		September		Oktober	November	Dezember
1	05:21	20:17 (WEA 1)	05:54		06:38		07:21	07:09	07:55
	21:31	20:42 (WEA 1)	21:03		20:07		19:04	17:03	16:28
2	05:22	20:18 (WEA 1)	05:55		06:39		07:22	07:10	07:56
	21:31	20:43 (WEA 1)	21:02		20:05		19:01	17:02	16:28
3	05:23	20:18 (WEA 1)	05:57		06:41		07:24	07:12	07:57
	21:30	20:44 (WEA 1)	21:00		20:03		18:59	17:00	16:27
4	05:23	20:18 (WEA 1)	05:58		06:42		07:25	07:14	07:58
	21:30	20:43 (WEA 1)	20:59		20:01		18:57	16:58	16:27
5	05:24	20:18 (WEA 1)	05:59		06:43		07:27	07:15	08:00
	21:30	20:44 (WEA 1)	20:57		19:59		18:55	16:57	16:26
6	05:25	20:19 (WEA 1)	06:01		06:45	18:42 (L1)	07:28	07:17	08:01
	21:29	20:44 (WEA 1)	20:56		19:57	6 18:48 (L1)	18:53	16:55	16:26
7	05:26	20:19 (WEA 1)	06:02		06:46	18:39 (L1)	07:30	07:18	08:02
	21:29	20:44 (WEA 1)	20:54		19:55	11 18:50 (L1)	18:51	16:54	16:26
8	05:27	20:18 (WEA 1)	06:03		06:48	18:37 (L1)	07:31	07:20	08:03
	21:28	20:44 (WEA 1)	20:53		19:53	15 18:52 (L1)	18:49	16:52	16:25
9	05:27	20:19 (WEA 1)	06:05		06:49	18:36 (L1)	07:33	07:22	08:04
	21:28	20:44 (WEA 1)	20:51		19:51	16 18:52 (L1)	18:47	16:51	16:25
10	05:28	20:19 (WEA 1)	06:06		06:51	18:34 (L1)	07:34	07:23	08:05
	21:27	20:44 (WEA 1)	20:49		19:48	17 18:51 (L1)	18:45	16:49	16:25
11	05:29	20:19 (WEA 1)	06:08		06:52	18:34 (L1)	07:36	07:25	08:06
	21:26	20:45 (WEA 1)	20:47		19:46	18 18:52 (L1)	18:43	16:48	16:25
12	05:30	20:20 (WEA 1)	06:09		06:53	18:34 (L1)	07:37	07:26	08:07
	21:26	20:45 (WEA 1)	20:46		19:44	17 18:51 (L1)	18:41	16:47	16:25
13	05:31	20:20 (WEA 1)	06:10		06:55	18:34 (L1)	07:39	07:28	08:08
	21:25	20:45 (WEA 1)	20:44		19:42	17 18:51 (L1)	18:39	16:45	16:25
14	05:32	20:20 (WEA 1)	06:12		06:56	18:34 (L1)	07:40	07:30	08:09
	21:24	20:45 (WEA 1)	20:42		19:40	16 18:50 (L1)	18:37	16:44	16:25
15	05:33	20:21 (WEA 1)	06:13		06:58	18:34 (L1)	07:42	07:31	08:10
	21:23	20:45 (WEA 1)	20:40		19:38	14 18:48 (L1)	18:35	16:43	16:25
16	05:34	20:21 (WEA 1)	06:15		06:59	18:36 (L1)	07:43	07:33	08:11
	21:22	20:44 (WEA 1)	20:39		19:36	11 18:47 (L1)	18:33	16:42	16:25
17	05:35	20:22 (WEA 1)	06:16	19:43 (L2)	07:01	18:38 (L1)	07:45	07:34	08:11
	21:22	20:44 (WEA 1)	20:37	3 19:46 (L2)	19:33	5 18:43 (L1)	18:31	16:40	16:25
18	05:36	20:22 (WEA 1)	06:18	19:39 (L2)	07:02		07:47	07:36	08:12
	21:21	20:44 (WEA 1)	20:35	9 19:48 (L2)	19:31		18:29	16:39	16:26
19	05:38	20:23 (WEA 1)	06:19	19:37 (L2)	07:03		07:48	07:37	08:13
	21:20	20:43 (WEA 1)	20:33	12 19:49 (L2)	19:29		18:27	16:38	16:26
20	05:39	20:23 (WEA 1)	06:20	19:37 (L2)	07:05		07:50	07:39	08:13
	21:19	20:43 (WEA 1)	20:31	13 19:50 (L2)	19:27		18:25	16:37	16:26
21	05:40	20:24 (WEA 1)	06:22	19:35 (L2)	07:06		07:51	07:40	08:14
	21:18	20:42 (WEA 1)	20:29	15 19:50 (L2)	19:25		18:23	16:36	16:27
22	05:41	20:25 (WEA 1)	06:23	19:34 (L2)	07:08		07:53	07:42	08:15
	21:16	20:41 (WEA 1)	20:27	16 19:50 (L2)	19:23		18:21	16:35	16:27
23	05:42	20:26 (WEA 1)	06:25	19:35 (L2)	07:09		07:54	07:43	08:15
	21:15	20:40 (WEA 1)	20:25	16 19:51 (L2)	19:21		18:19	16:34	16:28
24	05:43	20:28 (WEA 1)	06:26	19:34 (L2)	07:11		07:56	07:45	08:16
	21:14	20:39 (WEA 1)	20:23	16 19:50 (L2)	19:18		18:17	16:33	16:28
25	05:45	20:31 (WEA 1)	06:28	19:34 (L2)	07:12		06:58	07:46	08:16
	21:13	5 20:36 (WEA 1)	20:21	15 19:49 (L2)	19:16		17:16	16:32	16:29
26	05:46		06:29	19:35 (L2)	07:14		06:59	07:48	08:16
	21:12		20:19	13 19:48 (L2)	19:14		17:14	16:31	16:30
27	05:47		06:30	19:36 (L2)	07:15		07:01	07:49	08:17
	21:10		20:17	10 19:46 (L2)	19:12		17:12	16:31	16:30
28	05:49		06:32	19:39 (L2)	07:16		07:02	07:51	08:17
	21:09		20:15	5 19:44 (L2)	19:10		17:10	16:30	16:31
29	05:50		06:33		07:18		07:04	07:52	08:17
	21:08		20:13		19:08		17:08	16:29	16:32
30	05:51		06:35		07:19		07:05	07:53	08:17
	21:06		20:11		19:06		17:07	16:29	16:33
31	05:52		06:36				07:07		08:17
	21:05		20:09				17:05		16:34
Sonnenscheinstunden		489			379	163		276	257
astr.max.mögl.Beschattung		549	143						

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)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)			

Projekt:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
 Windpark Bretzfeld im
 Hohenlohekreis,
 Baden-Württembergs

EnBW Windkraftprojekte GmbH
 Schelmenwasenstr. 15
 70567 Stuttgart

Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering GmbH
 Breitscheidstraße 6
 DE-34119 Kassel
 +49 (0) 561 28 85 73 0
 Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
 Berechnet:
 15.02.2018 14:07/3.1.633



SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001**Schattenrezeptor:** ZB - Wüstenrot, Stollenhof 85
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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 Sonneneinfallrichtung
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:17 16:35	07:55 17:18	07:07 18:04	07:02 19:52	18:47 (L1) 06:03	05:23 20:09 (WEA 1)
2	08:17 16:36	07:54 17:20	07:05 18:06	07:00 19:54	18:46 (L1) 06:02	05:23 20:10 (WEA 1)
3	08:17 16:37	07:52 17:22	07:03 18:08	06:58 19:55	18:47 (L1) 06:00	05:22 20:10 (WEA 1)
4	08:17 16:38	07:51 17:23	07:01 18:09	06:56 19:57	18:47 (L1) 05:58	05:21 20:11 (WEA 1)
5	08:17 16:39	07:49 17:25	06:59 18:11	06:54 19:58	18:49 (L1) 05:57	05:21 20:11 (WEA 1)
6	08:17 16:40	07:48 17:27	06:57 18:12	06:52 20:00	18:52 (L1) 05:55	05:20 20:12 (WEA 1)
7	08:16 16:41	07:46 17:28	06:55 18:14	06:50 20:02	18:55 (L1) 05:53	05:20 20:11 (WEA 1)
8	08:16 16:43	07:45 17:30	06:53 18:16	06:48 20:03	05:52 20:48	05:19 20:12 (WEA 1)
9	08:16 16:44	07:43 17:32	06:51 18:17	06:46 20:05	05:50 20:49	05:19 20:13 (WEA 1)
10	08:15 16:45	07:41 17:33	06:49 18:19	06:44 20:06	05:49 20:51	05:19 20:14 (WEA 1)
11	08:15 16:46	07:40 17:35	06:47 18:20	06:41 20:08	05:47 20:52	05:18 20:13 (WEA 1)
12	08:14 16:48	07:38 17:37	06:44 18:22	06:39 20:09	05:46 20:53	05:18 20:14 (WEA 1)
13	08:14 16:49	07:36 17:38	06:42 18:23	06:37 20:11	05:44 20:55	05:18 20:15 (WEA 1)
14	08:13 16:50	07:35 17:40	06:40 18:25	06:35 20:12	19:38 (L2) 05:43	05:18 20:15 (WEA 1)
15	08:13 16:52	07:33 17:42	06:38 18:27	06:33 20:14	19:43 (L2) 20:56	05:17 20:16 (WEA 1)
16	08:12 16:53	07:31 17:43	06:36 18:28	06:31 20:15	19:45 (L2) 20:58	05:17 20:16 (WEA 1)
17	08:11 16:55	07:30 17:45	06:34 18:30	06:29 20:17	19:46 (L2) 21:00	05:17 20:17 (WEA 1)
18	08:10 16:56	07:28 17:47	06:32 18:31	06:27 20:18	19:46 (L2) 21:02	05:17 20:17 (WEA 1)
19	08:09 16:58	07:26 17:48	06:30 18:33	06:26 20:20	19:46 (L2) 21:03	05:17 20:17 (WEA 1)
20	08:09 16:59	07:24 17:50	06:28 18:34	06:24 20:21	19:31 (L2) 21:04	05:17 20:17 (WEA 1)
21	08:08 17:01	07:22 17:51	06:26 18:36	06:22 20:23	19:46 (L2) 21:05	05:17 20:17 (WEA 1)
22	08:07 17:02	07:20 17:53	06:23 18:37	06:20 20:24	19:33 (L2) 21:07	05:18 20:18 (WEA 1)
23	08:06 17:04	07:19 17:55	06:21 18:39	06:18 20:26	19:34 (L2) 21:08	05:18 20:18 (WEA 1)
24	08:05 17:05	07:17 17:56	06:19 18:40	06:16 20:27	19:43 (L2) 21:09	05:18 20:18 (WEA 1)
25	08:04 17:07	07:15 17:58	06:17 18:42	06:14 20:29	19:40 (L2) 21:09	05:19 20:17 (WEA 1)
26	08:02 17:08	07:13 18:00	06:15 18:43	06:12 20:30	05:29 21:12	05:19 20:17 (WEA 1)
27	08:01 17:10	07:11 18:01	06:13 18:45	06:10 20:32	05:27 21:13	05:19 20:18 (WEA 1)
28	08:00 17:12	07:09 18:03	06:11 18:46	06:09 20:33	17:53 (L1) 18:00 (L1)	05:20 20:18 (WEA 1)
29	07:59 17:13	07:09 19:48	06:09 18:49	06:07 20:35	18:02 (L1) 18:49 (L1)	05:20 20:18 (WEA 1)
30	07:58 17:15	07:06 19:49	06:05 18:48	06:05 20:36	19:03 (L1) 19:04 (L1)	05:21 20:18 (WEA 1)
31	07:56 17:17	07:04 19:51	06:04 19:04	06:04 19:04 (L1)	18:48 (L1) 19:04 (L1)	05:21 20:18 (WEA 1)
Sonnenscheinstunden	271	283	368	411	474	484
astr.max.mögl.Beschattung			65	196	345	563

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)
	Minuten mit Schatten	

Projekt:

16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:

Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering GmbH

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com

Berechnet:

15.02.2018 14:07/3.1.633



EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001**Schattenrezeptor:** ZB - Wüstenrot, Stollenhof 85
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Juli		August		September		Oktober		November		Dezember	
1	05:21	20:18 (WEA 1)	05:54	20:37 (WEA 1)	06:38	20:07	07:21	19:04	07:09	17:03	07:55	16:28
	21:31	19	20:37 (WEA 1)	21:03	06:39	20:05	07:22	19:01	07:10	17:02	07:56	16:28
2	05:22	20:18 (WEA 1)	05:55	20:37 (WEA 1)	06:41	20:05	07:24	19:01	07:12	17:02	07:57	16:28
	21:31	19	20:37 (WEA 1)	21:02	06:41	20:05	07:24	19:01	07:12	17:02	07:57	16:28
3	05:23	20:18 (WEA 1)	05:57	20:38 (WEA 1)	06:41	20:03	07:24	19:01	07:12	17:02	07:57	16:28
	21:30	20	20:38 (WEA 1)	21:00	06:41	20:03	07:24	19:01	07:12	17:02	07:57	16:28
4	05:23	20:18 (WEA 1)	05:58	20:38 (WEA 1)	06:42	20:01	07:25	19:01	07:14	17:02	07:58	16:27
	21:30	20	20:38 (WEA 1)	20:59	06:42	20:01	07:25	19:01	07:14	17:02	07:58	16:27
5	05:24	20:18 (WEA 1)	05:59	20:39 (WEA 1)	06:43	19:59	07:27	19:01	07:15	17:02	08:00	16:26
	21:30	21	20:39 (WEA 1)	20:57	06:43	19:59	07:27	19:01	07:15	17:02	08:00	16:26
6	05:25	20:18 (WEA 1)	06:01	20:39 (WEA 1)	06:45	18:49 (L1)	07:28	19:01	07:17	17:02	08:01	16:26
	21:29	21	20:39 (WEA 1)	20:56	06:45	18:49 (L1)	07:28	19:01	07:17	17:02	08:01	16:26
7	05:26	20:18 (WEA 1)	06:02	20:40 (WEA 1)	06:46	18:44 (L1)	07:30	19:01	07:18	17:02	08:02	16:26
	21:29	22	20:40 (WEA 1)	20:54	06:46	18:44 (L1)	07:30	19:01	07:18	17:02	08:02	16:26
8	05:27	20:17 (WEA 1)	06:03	20:40 (WEA 1)	06:48	18:43 (L1)	07:31	19:01	07:20	17:02	08:03	16:25
	21:28	23	20:40 (WEA 1)	20:52	06:48	18:43 (L1)	07:31	19:01	07:20	17:02	08:03	16:25
9	05:27	20:18 (WEA 1)	06:05	20:40 (WEA 1)	06:49	18:41 (L1)	07:33	19:01	07:22	17:02	08:04	16:25
	21:28	22	20:40 (WEA 1)	20:51	06:49	18:41 (L1)	07:33	19:01	07:22	17:02	08:04	16:25
10	05:28	20:18 (WEA 1)	06:06	20:41 (WEA 1)	06:51	18:40 (L1)	07:34	19:01	07:23	17:02	08:05	16:25
	21:27	23	20:41 (WEA 1)	20:49	06:51	18:40 (L1)	07:34	19:01	07:23	17:02	08:05	16:25
11	05:29	20:18 (WEA 1)	06:08	20:41 (WEA 1)	06:52	18:39 (L1)	07:36	19:01	07:25	17:02	08:06	16:25
	21:26	23	20:41 (WEA 1)	20:47	06:52	18:39 (L1)	07:36	19:01	07:25	17:02	08:06	16:25
12	05:30	20:18 (WEA 1)	06:09	20:42 (WEA 1)	06:53	18:39 (L1)	07:37	19:01	07:26	17:02	08:07	16:25
	21:26	23	20:42 (WEA 1)	20:46	06:53	18:39 (L1)	07:37	19:01	07:26	17:02	08:07	16:25
13	05:31	20:18 (WEA 1)	06:10	20:42 (WEA 1)	06:55	18:39 (L1)	07:39	19:01	07:28	17:02	08:08	16:25
	21:25	24	20:42 (WEA 1)	20:44	06:55	18:39 (L1)	07:39	19:01	07:28	17:02	08:08	16:25
14	05:32	20:18 (WEA 1)	06:12	20:42 (WEA 1)	06:56	18:39 (L1)	07:40	19:01	07:30	17:02	08:09	16:25
	21:24	24	20:42 (WEA 1)	20:42	06:56	18:39 (L1)	07:40	19:01	07:30	17:02	08:09	16:25
15	05:33	20:18 (WEA 1)	06:13	20:42 (WEA 1)	06:58	18:40 (L1)	07:42	19:01	07:31	17:02	08:10	16:25
	21:23	24	20:42 (WEA 1)	20:40	06:58	18:40 (L1)	07:42	19:01	07:31	17:02	08:10	16:25
16	05:34	20:18 (WEA 1)	06:15	20:42 (WEA 1)	06:59	18:42 (L1)	07:43	19:01	07:33	17:02	08:11	16:25
	21:22	24	20:42 (WEA 1)	20:39	06:59	18:42 (L1)	07:43	19:01	07:33	17:02	08:11	16:25
17	05:35	20:18 (WEA 1)	06:16	20:42 (WEA 1)	07:01	18:50 (L1)	07:45	19:01	07:34	17:02	08:11	16:25
	21:22	24	20:42 (WEA 1)	20:37	07:01	18:50 (L1)	07:45	19:01	07:34	17:02	08:11	16:25
18	05:36	20:19 (WEA 1)	06:18	20:42 (WEA 1)	07:02	18:50 (L1)	07:47	19:01	07:36	17:02	08:12	16:26
	21:21	23	20:42 (WEA 1)	20:35	07:02	18:50 (L1)	07:47	19:01	07:36	17:02	08:12	16:26
19	05:38	20:19 (WEA 1)	06:19	20:42 (WEA 1)	07:03	19:41 (L2)	07:48	19:01	07:37	17:02	08:13	16:26
	21:20	23	20:42 (WEA 1)	20:33	07:03	19:41 (L2)	07:48	19:01	07:37	17:02	08:13	16:26
20	05:39	20:19 (WEA 1)	06:20	20:42 (WEA 1)	07:05	19:39 (L2)	07:50	19:01	07:39	17:02	08:13	16:26
	21:19	23	20:42 (WEA 1)	20:31	07:05	19:39 (L2)	07:50	19:01	07:39	17:02	08:13	16:26
21	05:40	20:19 (WEA 1)	06:22	20:42 (WEA 1)	07:06	19:49 (L2)	07:51	19:01	07:40	17:02	08:14	16:27
	21:18	22	20:41 (WEA 1)	20:29	07:06	19:49 (L2)	07:51	19:01	07:40	17:02	08:14	16:27
22	05:41	20:19 (WEA 1)	06:23	20:41 (WEA 1)	07:08	19:36 (L2)	07:53	19:01	07:42	17:02	08:15	16:27
	21:16	22	20:41 (WEA 1)	20:27	07:08	19:36 (L2)	07:53	19:01	07:42	17:02	08:15	16:27
23	05:42	20:20 (WEA 1)	06:25	20:41 (WEA 1)	07:09	19:50 (L2)	07:54	19:01	07:43	17:02	08:15	16:28
	21:15	20	20:40 (WEA 1)	20:25	07:09	19:50 (L2)	07:54	19:01	07:43	17:02	08:15	16:28
24	05:43	20:21 (WEA 1)	06:26	20:40 (WEA 1)	07:11	19:35 (L2)	07:56	19:01	07:45	17:02	08:16	16:28
	21:14	20	20:41 (WEA 1)	20:23	07:11	19:35 (L2)	07:56	19:01	07:45	17:02	08:16	16:28
25	05:45	20:22 (WEA 1)	06:28	20:41 (WEA 1)	07:12	19:50 (L2)	07:57	19:01	07:46	17:02	08:16	16:29
	21:13	18	20:40 (WEA 1)	20:21	07:12	19:50 (L2)	07:57	19:01	07:46	17:02	08:16	16:29
26	05:46	20:23 (WEA 1)	06:29	20:40 (WEA 1)	07:14	19:49 (L2)	07:59	19:01	07:48	17:02	08:16	16:30
	21:12	16	20:39 (WEA 1)	20:19	07:14	19:49 (L2)	07:59	19:01	07:48	17:02	08:16	16:30
27	05:47	20:23 (WEA 1)	06:30	20:39 (WEA 1)	07:15	19:35 (L2)	07:01	19:01	07:49	17:02	08:17	16:30
	21:10	14	20:37 (WEA 1)	20:17	07:15	19:35 (L2)	07:01	19:01	07:49	17:02	08:17	16:30
28	05:49	20:25 (WEA 1)	06:32	20:37 (WEA 1)	07:16	19:48 (L2)	07:02	19:01	07:51	17:02	08:17	16:31
	21:09	11	20:36 (WEA 1)	20:15	07:16	19:48 (L2)	07:02	19:01	07:51	17:02	08:17	16:31
29	05:50	20:28 (WEA 1)	06:33	20:36 (WEA 1)	07:18	19:47 (L2)	07:04	19:01	07:52	17:02	08:17	16:32
	21:08	5	20:33 (WEA 1)	20:13	07:18	19:47 (L2)	07:04	19:01	07:52	17:02	08:17	16:32
30	05:51		06:35	20:33 (WEA 1)	07:19	19:43 (L2)	07:05	19:01	07:53	17:02	08:17	16:33
	21:06		20:11		07:19	19:43 (L2)	07:05	19:01	07:53	17:02	08:17	16:33
31	05:52		06:36		07:19		07:05	19:01	07:53	17:02	08:17	16:34
	21:05		20:09		07:19		07:05	19:01	07:53	17:02	08:17	16:34
Sonnenscheinstunden		489		446		379		336		276		257
astr.max.mögl.Beschattung		593		125		133						

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)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)			

Projekt:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
 Windpark Bretzfeld im
 Hohenlohekreis,
 Baden-Württembergs

EnBW Windkraftprojekte GmbH
 Schelmenwasenstr. 15
 70567 Stuttgart

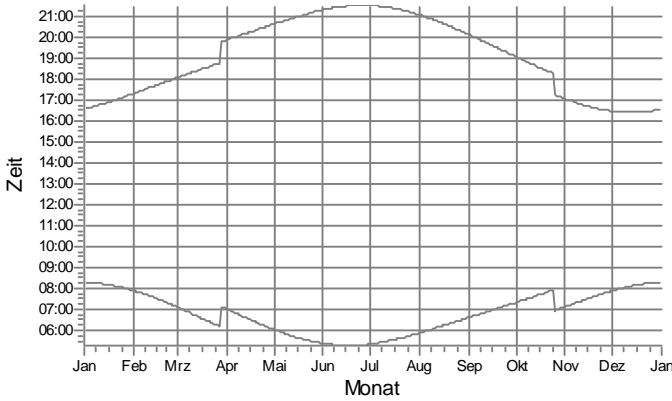
Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering GmbH
 Breitscheidstraße 6
 DE-34119 Kassel
 +49 (0) 561 28 85 73 0
 Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
 Berechnet:
 15.02.2018 14:07/3.1.633



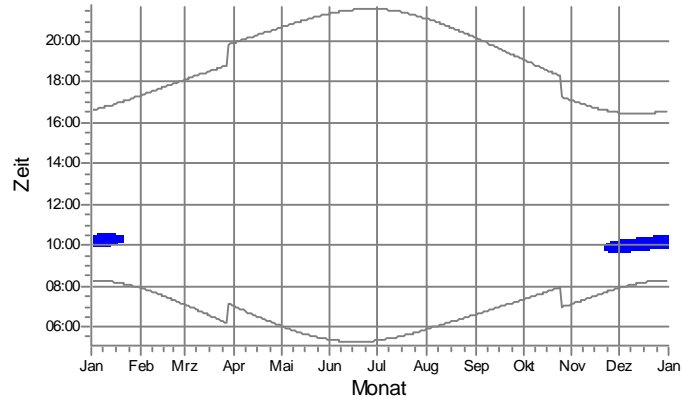
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001

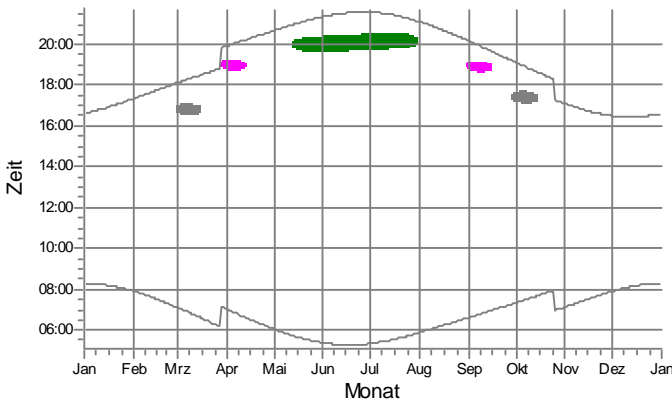
B: Obersulm, Waldhof 1a



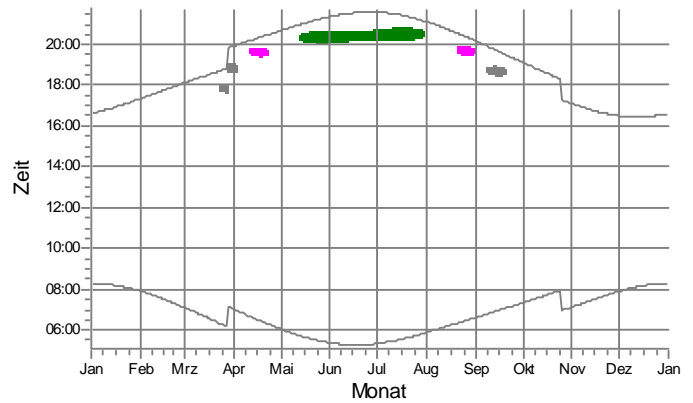
C: Obersulm, Forleweg 4



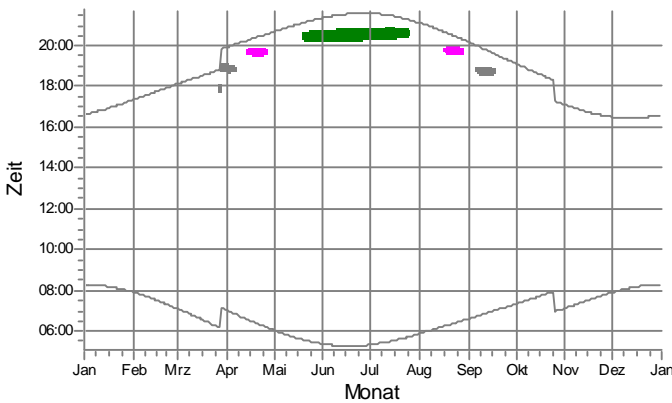
K: Wüstenrot, Bernbach 15



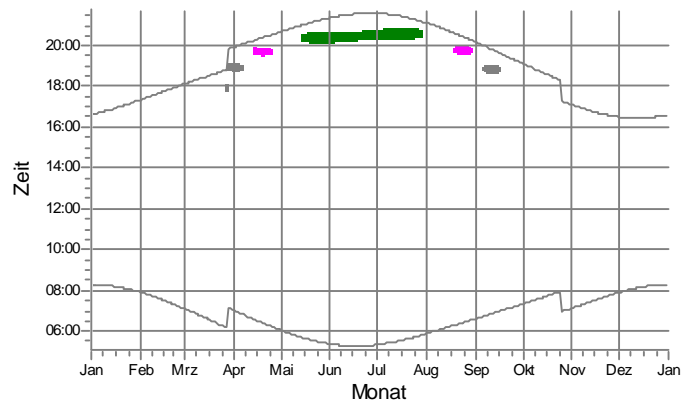
Z: Wüstenrot, Stollenhof 88



ZA: Wüstenrot, Stollenhof 95



ZB: Wüstenrot, Stollenhof 85



WEA

- WEA 1: NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (22)
- WEA 3: NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (24)
- L1: ENERCON E-92 2,3 MW 2350 92.0 !-! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (2)
- L2: ENERCON E-92 2,3 MW 2350 92.0 !-! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (1)

Projekt:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
Berechnet:
15.02.2018 13:38/3.1.633



EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung wahrscheinlich 001
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

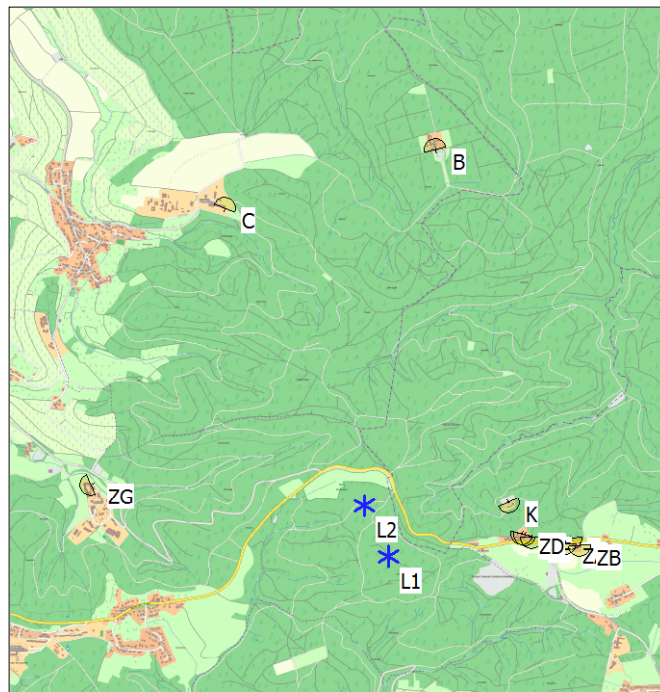
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [STUTT GART]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
2,14 3,19 3,89 5,32 6,63 6,58 7,54 7,31 5,36 3,24 2,58 1,79

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: ATLAS 12 Sektoren; Radius: 20.000 m (13)

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
582 529 497 661 610 344 281 528 1.323 1.261 831 719 8.166
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Receptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: DGM Bretzfeld.wpo (1)
Hindernisse in Berechnung verwendet
Augenhöhe: 1,5 m
Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3



Maßstab 1:50.000
* Existierende WEA Schattenrezeptor

WEA

	Rechts	Hoch	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
L1	3.531.901	5.439.925	545,8	ENERCON E-92 2,3...Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	16,0	
L2	3.531.744	5.440.260	495,1	ENERCON E-92 2,3...Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	16,0	

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
B	Obersulm, Waldhof 1a	3.532.203	5.442.623	352,5	1,5	1,5	1,0	-12,5	90,0	Feste Richtung
C	Obersulm, Forleweg 4	3.530.803	5.442.223	355,6	1,5	1,5	1,0	17,6	90,0	Feste Richtung
K	Wüstenrot, Bernbach 15	3.532.700	5.440.286	478,8	1,5	1,5	1,0	-206,9	90,0	Feste Richtung
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	3.533.119	5.440.044	491,3	1,5	1,5	1,0	-188,3	90,0	Feste Richtung
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	3.533.079	5.440.011	492,1	1,5	1,5	1,0	-177,0	90,0	Feste Richtung
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	3.533.174	5.439.999	492,8	1,5	1,5	1,0	-185,1	90,0	Feste Richtung
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I	3.532.789	5.440.077	500,0	1,5	1,5	1,0	-163,6	90,0	Feste Richtung
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/II	3.532.810	5.440.070	500,0	1,5	1,5	1,0	-163,6	90,0	Feste Richtung
ZF	Wüstenrot, Bernbach 4/III	3.532.857	5.440.053	500,0	1,5	1,5	1,0	-179,2	90,0	Feste Richtung
ZG	Löwenstein, Im Klosterhof 6	3.529.923	5.440.393	333,5	1,5	1,5	1,0	-116,7	90,0	Feste Richtung

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	met. wahrsch. Beschattungsdauer Stunden/Jahr [Std/Jahr]
B	Obersulm, Waldhof 1a	0:00
C	Obersulm, Forleweg 4	0:00
K	Wüstenrot, Bernbach 15	4:13
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	2:33
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	1:22
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	2:22
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:

Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering GmbH

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com

Berechnet:

15.02.2018 13:38/3.1.633

EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung wahrscheinlich 001

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	[Std/Jahr]
	ZE Wüstenrot, Bernbach 4/II	0:00	
	ZF Wüstenrot, Bernbach 4/III	1:58	
	ZG Löwenstein, Im Klosterhof 6	0:00	

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name		Maximal	Erwartet
			[Std/Jahr]	[Std/Jahr]
L1	ENERCON E-92 2,3 MW 2350 92.0 !-! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (2)		17:03	4:00
L2	ENERCON E-92 2,3 MW 2350 92.0 !-! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (1)		17:47	4:54

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:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

Lizenziertes Anwender:
CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
Berechnet:
15.02.2018 13:40/3.1.633



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung wahrscheinlich 001 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

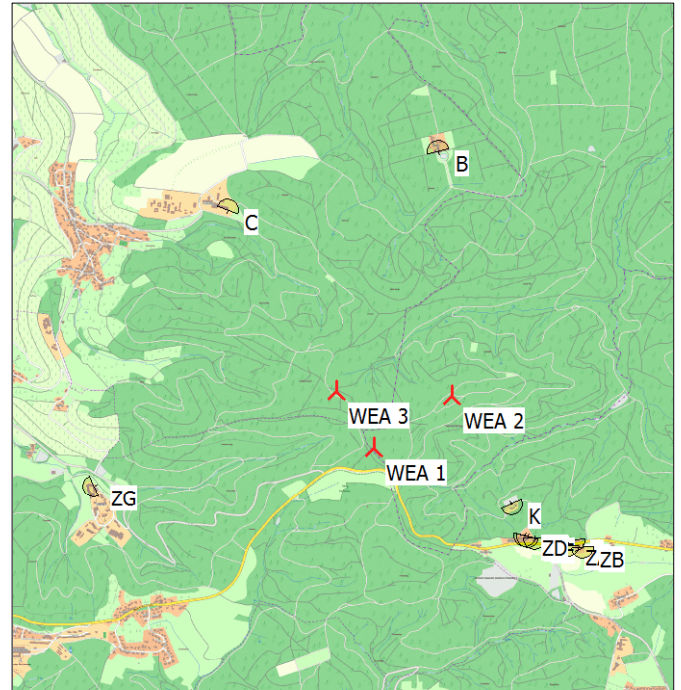
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [STUTT GART]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
2,14 3,19 3,89 5,32 6,63 6,58 7,54 7,31 5,36 3,24 2,58 1,79

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: ATLAS 12 Sektoren; Radius: 20.000 m (13)

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
513 466 438 582 537 303 247 465 1.165 1.111 732 633 7.193
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Receptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: DGM Bretzfeld.wpo (1)
Hindernisse in Berechnung verwendet
Augenhöhe: 1,5 m
Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3



Maßstab 1:50.000
Neue WEA Schattenrezeptor

WEA

	Rechts	Hoch	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
			[m]									
WEA 1	3.531.787	5.440.652	505,0	NORDEX N149/4...	Ja	NORDEX	N149/4380-4.380	4.380	149,1	164,0	1.805	10,7
WEA 2	3.532.303	5.441.002	500,0	NORDEX N149/4...	Ja	NORDEX	N149/4380-4.380	4.380	149,1	164,0	1.805	10,7
WEA 3	3.531.535	5.441.028	493,0	NORDEX N149/4...	Ja	NORDEX	N149/4380-4.380	4.380	149,1	164,0	1.805	10,7

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus
B	Obersulm, Waldhof 1a	3.532.203	5.442.623	352,5	1,5	1,5	1,0	-12,5	90,0	Feste Richtung
C	Obersulm, Forleweg 4	3.530.803	5.442.223	355,6	1,5	1,5	1,0	17,6	90,0	Feste Richtung
K	Wüstenrot, Bernbach 15	3.532.700	5.440.286	478,8	1,5	1,5	1,0	-206,9	90,0	Feste Richtung
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	3.533.119	5.440.044	491,3	1,5	1,5	1,0	-188,3	90,0	Feste Richtung
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	3.533.079	5.440.011	492,1	1,5	1,5	1,0	-177,0	90,0	Feste Richtung
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	3.533.174	5.439.999	492,8	1,5	1,5	1,0	-185,1	90,0	Feste Richtung
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/1	3.532.789	5.440.077	500,0	1,5	1,5	1,0	-163,6	90,0	Feste Richtung
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/11	3.532.810	5.440.070	500,0	1,5	1,5	1,0	-163,6	90,0	Feste Richtung
ZF	Wüstenrot, Bernbach 4/111	3.532.857	5.440.053	500,0	1,5	1,5	1,0	-179,2	90,0	Feste Richtung
ZG	Löwenstein, Im Klosterhof 6	3.529.923	5.440.393	333,5	1,5	1,5	1,0	-116,7	90,0	Feste Richtung

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	[Std/Jahr]
B	Obersulm, Waldhof 1a	0:00	
C	Obersulm, Forleweg 4	2:30	
K	Wüstenrot, Bernbach 15	10:10	
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	6:20	
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	5:57	
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	5:54	

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:

Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering GmbH

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com

Berechnet:

15.02.2018 13:40/3.1.633

EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung wahrscheinlich 001

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	met. wahrsch. Beschattungsdauer Stunden/Jahr [Std/Jahr]
	ZD Wüstenrot, Bernbach 4/I	3:00
	ZE Wüstenrot, Bernbach 4/II	3:21
	ZF Wüstenrot, Bernbach 4/III	3:57
	ZG Löwenstein, Im Klosterhof 6	5:23

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name		Maximal [Std/Jahr]	Erwartet [Std/Jahr]
WEA 1	NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (22)		73:07	16:57
WEA 2	NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (23)		0:00	0:00
WEA 3	NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (24)		44:00	7:53

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:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
Berechnet:
15.02.2018 13:41/3.1.633



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung wahrscheinlich 001
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

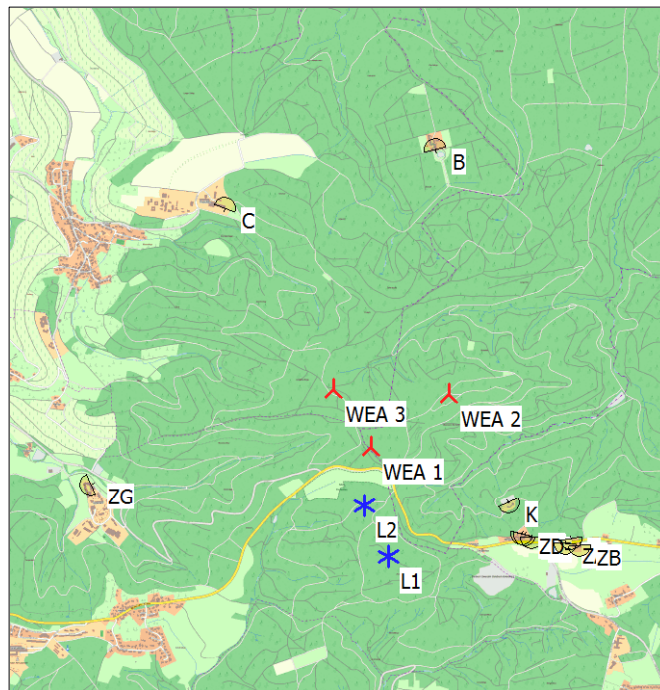
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [STUTT GART]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
2,14 3,19 3,89 5,32 6,63 6,58 7,54 7,31 5,36 3,24 2,58 1,79

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: ATLAS 12 Sektoren; Radius: 20.000 m (13)

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
541 491 462 613 566 319 261 490 1.228 1.171 772 667 7.582
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Receptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: DGM Bretzfeld.wpo (1)
Hindernisse in Berechnung verwendet
Augenhöhe: 1,5 m
Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3



Maßstab 1:50.000
▲ Neue WEA ★ Existierende WEA 👤 Schattenrezeptor

WEA

	Rechts	Hoch	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
L1	3.531.901	5.439.925	545,8	ENERCON E-9...	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	16,0
L2	3.531.744	5.440.260	495,1	ENERCON E-9...	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	16,0
WEA 1	3.531.787	5.440.652	505,0	NORDEX N149...	Ja	NORDEX	N149/4380-4.380	4.380	149,1	164,0	1.805	10,7
WEA 2	3.532.303	5.441.002	500,0	NORDEX N149...	Ja	NORDEX	N149/4380-4.380	4.380	149,1	164,0	1.805	10,7
WEA 3	3.531.535	5.441.028	493,0	NORDEX N149...	Ja	NORDEX	N149/4380-4.380	4.380	149,1	164,0	1.805	10,7

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
B	Obersulm, Waldhof 1a	3.532.203	5.442.623	352,5	1,5	1,5	1,0	-12,5	90,0	Feste Richtung
C	Obersulm, Forleweg 4	3.530.803	5.442.223	355,6	1,5	1,5	1,0	17,6	90,0	Feste Richtung
K	Wüstenrot, Bernbach 15	3.532.700	5.440.286	478,8	1,5	1,5	1,0	-206,9	90,0	Feste Richtung
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	3.533.119	5.440.044	491,3	1,5	1,5	1,0	-188,3	90,0	Feste Richtung
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	3.533.079	5.440.011	492,1	1,5	1,5	1,0	-177,0	90,0	Feste Richtung
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	3.533.174	5.439.999	492,8	1,5	1,5	1,0	-185,1	90,0	Feste Richtung
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I	3.532.789	5.440.077	500,0	1,5	1,5	1,0	-163,6	90,0	Feste Richtung
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/II	3.532.810	5.440.070	500,0	1,5	1,5	1,0	-163,6	90,0	Feste Richtung
ZF	Wüstenrot, Bernbach 4/III	3.532.857	5.440.053	500,0	1,5	1,5	1,0	-179,2	90,0	Feste Richtung
ZG	Löwenstein, Im Klosterhof 6	3.529.923	5.440.393	333,5	1,5	1,5	1,0	-116,7	90,0	Feste Richtung

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	met. wahrsch. Beschattungsdauer Stunden/Jahr [Std./Jahr]
B	Obersulm, Waldhof 1a	0:00
C	Obersulm, Forleweg 4	2:38
K	Wüstenrot, Bernbach 15	14:43

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:

Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering GmbH

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com

Berechnet:

15.02.2018 13:41/3.1.633



EnBW Windkraftprojekte GmbH

Schelmenwasenstr. 15

70567 Stuttgart

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung wahrscheinlich 001

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	[Std/Jahr]
	Z Wüstenrot, Stollenhof 88	9:04	
	ZA Wüstenrot, Stollenhof 95	7:34	
	ZB Wüstenrot, Stollenhof 85	8:26	
	ZD Wüstenrot, Bernbach 4/I	3:09	
	ZE Wüstenrot, Bernbach 4/II	3:32	
	ZF Wüstenrot, Bernbach 4/III	6:00	
	ZG Löwenstein, Im Klosterhof 6	5:40	

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name		Maximal	Erwartet
			[Std/Jahr]	[Std/Jahr]
	L1 ENERCON E-92 2,3 MW 2350 92.0 !-! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (2)		17:03	3:43
	L2 ENERCON E-92 2,3 MW 2350 92.0 !-! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (1)		17:47	4:33
	WEA 1 NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (22)		73:07	17:52
	WEA 2 NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (23)		0:00	0:00
	WEA 3 NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (24)		44:00	8:19

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:
16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:
Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

Lizenziertes Anwender:
CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com
Berechnet:
16.02.2018 09:27/3.1.633



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001 ohne WEA 1
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

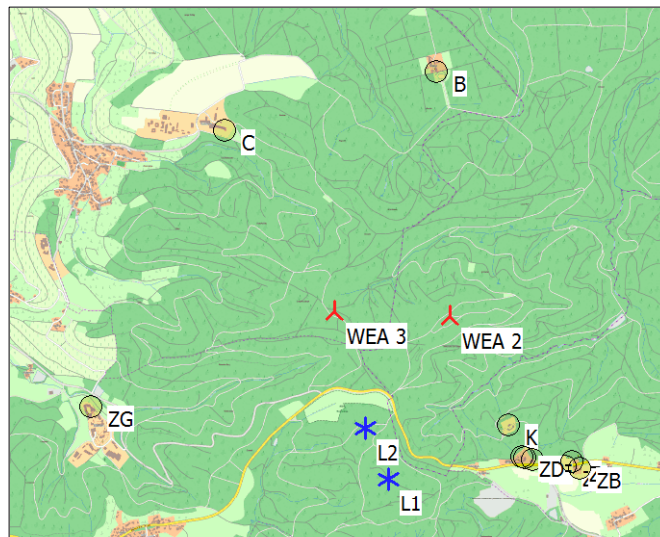
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

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 Sonneneinfallrichtung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

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

Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: DGM Bretzfeld.wpo (1)
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
Augenhöhe: 1,5 m
Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3



Maßstab 1:50.000
▲ Neue WEA ★ Existierende WEA ● Schattenrezeptor

WEA

	Rechts	Hoch	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
			[m]									
L1	3.531.901	5.439.925	545,8	ENERCON E-9...	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	16,0
L2	3.531.744	5.440.260	495,1	ENERCON E-9...	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	16,0
WEA 2	3.532.303	5.441.002	500,0	NORDEX N149...	Ja	NORDEX	N149/4380-4.380	4.380	149,1	164,0	1.805	10,7
WEA 3	3.531.535	5.441.028	493,0	NORDEX N149...	Ja	NORDEX	N149/4380-4.380	4.380	149,1	164,0	1.805	10,7

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus
B	Obersulm, Waldhof 1a	3.532.203	5.442.623	352,5	0,1	0,1	2,0	-12,5	0,0	"Gewächshaus-Modus"
C	Obersulm, Forleweg 4	3.530.803	5.442.223	355,6	0,1	0,1	2,0	17,6	0,0	"Gewächshaus-Modus"
K	Wüstenrot, Bernbach 15	3.532.700	5.440.286	478,8	0,1	0,1	2,0	-206,9	0,0	"Gewächshaus-Modus"
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	3.533.119	5.440.044	491,3	0,1	0,1	2,0	-188,3	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	3.533.079	5.440.011	492,1	0,1	0,1	2,0	-177,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	3.533.174	5.439.999	492,8	0,1	0,1	2,0	-185,1	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I	3.532.789	5.440.077	500,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/II	3.532.810	5.440.070	500,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZF	Wüstenrot, Bernbach 4/III	3.532.857	5.440.053	500,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
ZG	Löwenstein, Im Klosterhof 6	3.529.923	5.440.393	333,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [Std./Jahr]	Schattentage/a [Tage/Jahr]	Max.Schatten Stunden/Tag [Std./Tag]
B	Obersulm, Waldhof 1a	0:00	0	0:00
C	Obersulm, Forleweg 4	22:58	60	0:26
K	Wüstenrot, Bernbach 15	17:21	59	0:24
Z	Wüstenrot, Stollenhof 88	9:18	44	0:17
ZA	Wüstenrot, Stollenhof 95	10:00	46	0:18
ZB	Wüstenrot, Stollenhof 85	8:39	44	0:17
ZD	Wüstenrot, Bernbach 4/I	16:34	60	0:23
ZE	Wüstenrot, Bernbach 4/II	15:51	58	0:23
ZF	Wüstenrot, Bernbach 4/III	14:25	54	0:21
ZG	Löwenstein, Im Klosterhof 6	20:22	70	0:21

Projekt:

16-1-3106-001-BRE-NS

Beschreibung:

Windpark Bretzfeld im
Hohenlohekreis,
Baden-Württembergs

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering GmbH

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Robbin Meisel / r.meisel@cube-engineering.com

Berechnet:

16.02.2018 09:27/3.1.633

EnBW Windkraftprojekte GmbH
Schelmenwasenstr. 15
70567 Stuttgart

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung maximal 001 ohne WEA 1

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]
L1	ENERCON E-92 2,3 MW 2350 92.0 !-! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (2)	27:50
L2	ENERCON E-92 2,3 MW 2350 92.0 !-! NH: 138,4 m (Ges:184,4 m) (1)	18:47
WEA 2	NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (23)	0:00
WEA 3	NORDEX N149/4380 4380 149.1 !O! NH: 164,0 m (Ges:238,6 m) (24)	43:20

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

Anlage zur Schattenwurfprognose der CUBE Engineering GmbH

Inhalt:

1	THEORETISCHE GRUNDLAGEN	II
1.1	Sonnenstand	II
1.2	Schattenwurf	IV
1.2.1	Beschattungsbereich einer WEA	IV
1.2.2	Schattenverlauf, Berechnung	V
1.2.3	Richtlinien	VI
1.3	Wahrscheinlichkeitsbetrachtung	VII
1.3.1	Sonnenscheinwahrscheinlichkeit	VII
1.3.2	Reduktion der Schattenwurfdauer durch den Azimutwinkel	VII
1.3.3	Schattenwurf nur bei Betrieb der Anlage	VIII

1 Theoretische Grundlagen

1.1 Sonnenstand

Der Sonnenstand bildet die Grundlage für die Berechnung des Schattenwurfs. Der Stand der Sonne ist im Wesentlichen von der Erdrotation, der Neigung der Erdachse und der elliptischen Laufbahn der Erde um die Sonne abhängig. Weiterhin müssen für jeden beliebigen Standort die geographischen, jahreszeitlichen und tageszeitlichen Daten berücksichtigt werden.

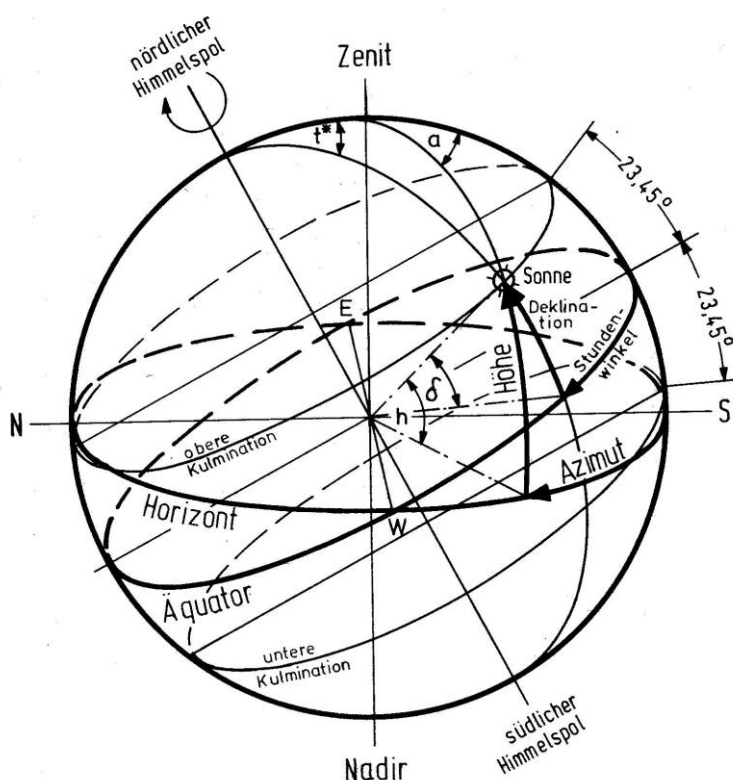


Abbildung 1: Winkelzusammenhänge des Sonnenstands an einem Betrachtungspunkt

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

- **Deklination δ :** Jahresgang 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°]
- **Sonnenhöhe h :** Einfallswinkel der Sonne gegenüber einer horizontalen Fläche.

- **Stundenwinkel ω :** Winkel zwischen dem Sonnenhöchststand und der aktuellen Sonneneinstrahlung.
- **Azimet 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.

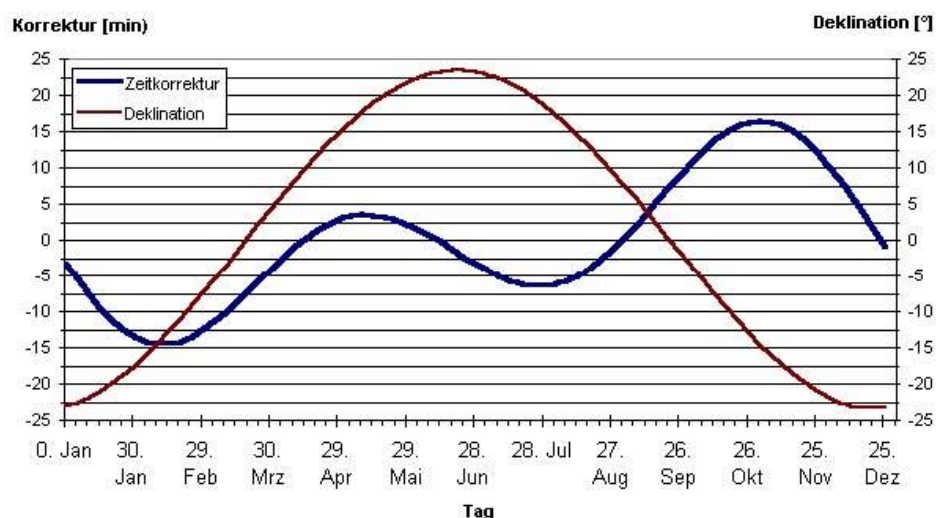


Abbildung 2: Zeitkorrektur und Deklination über ein Jahr

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.

1.2 Schattenwurf

1.2.1 Beschattungsbereich einer WEA

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, in dem die Sonnenscheibe zu mehr als 20 % durch sich bewegende Rotorblätter verdeckt wird. Wird durch ein Rotorblatt weniger als 20 % der Sonnenscheibe verdeckt, so ist der dadurch entstehende Helligkeitswechsel nicht mehr relevant. Da die Breite des Rotorblatts nicht über die ganze Länge konstant ist, wird um den Beschattungsbereich zu berechnen, ersatzweise ein rechteckiges Rotorblatt mit einer mittleren Blatattiefe ermittelt und zugrunde gelegt. Abbildung 3 zeigt den Verlauf der Schattenintensität bei einem typischen Rotorblatt von rund 55 m Länge in Abhängigkeit von der Entfernung.

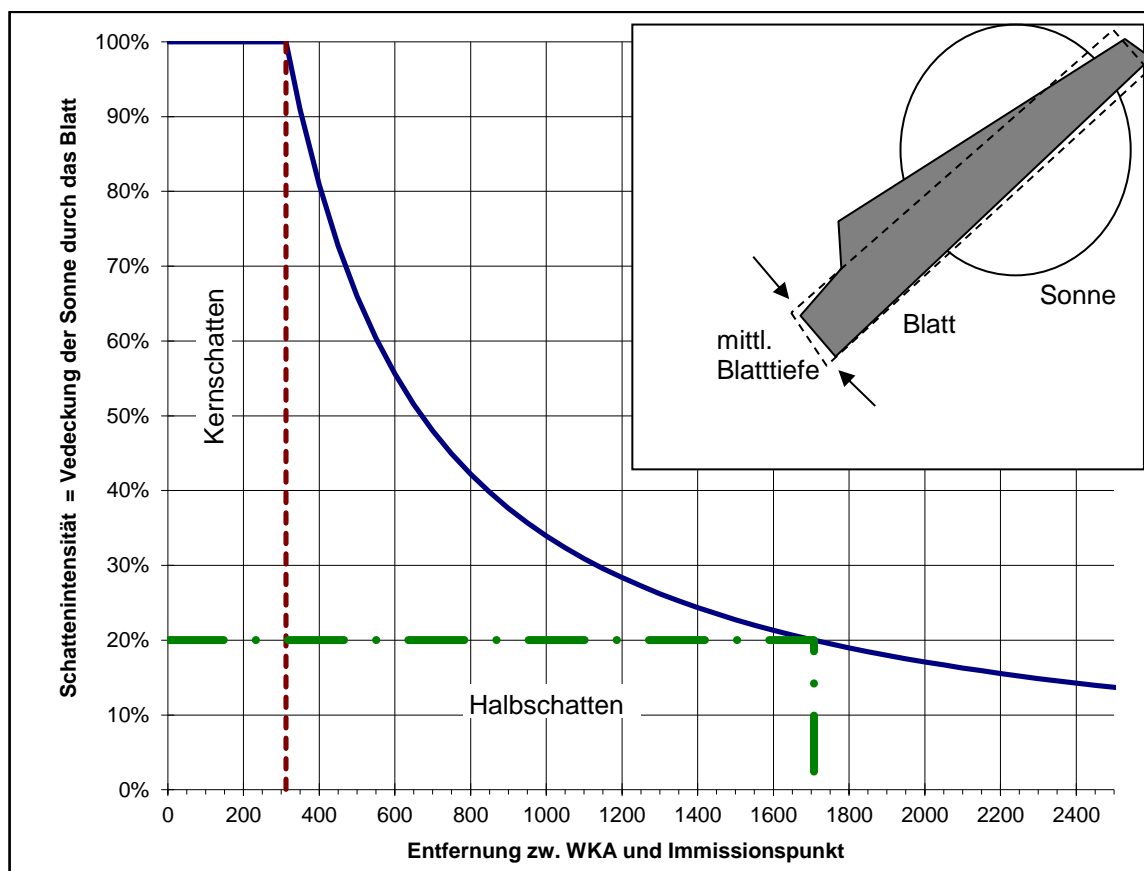


Abbildung 3: Schattenintensität in Abhängigkeit von Rotorblattiefe und Entfernung

1.2.2 Schattenverlauf, Berechnung

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 Position/Koordinaten der WEA und der Immissionsorte (Rechts- und Hochwerte, Höhe über N.N., Genauigkeit +/- 10 m)
- Ausmaße der WEA (Nabenhöhe, Rotorradius und Rotorblatttiefe)

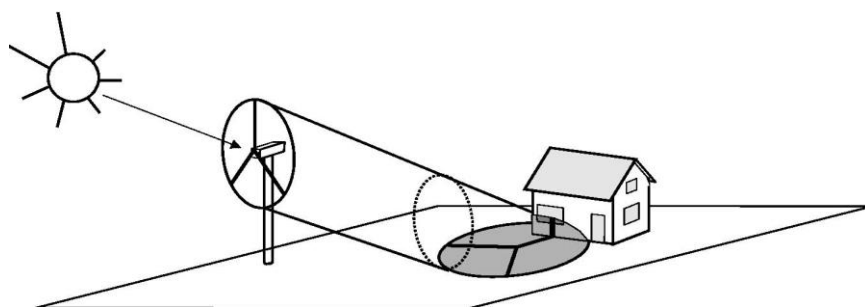


Abbildung 4: Schattenwurf des Rotors

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) 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.

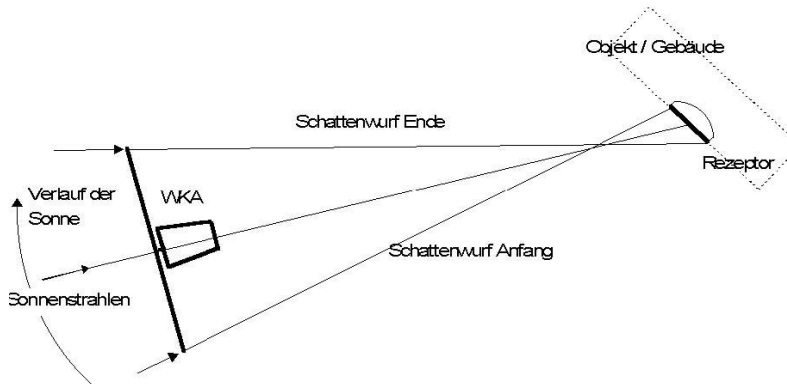


Abbildung 5: Schattenbeziehung WEA – Gebäude (Draufsicht)

1.2.3 Richtlinien

Die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) hat die federführend vom staatlichen Umweltamt Schleswig unter Mitarbeit von Fachleuten, Gutachtern (u.a. auch der CUBE Engineering 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 2 m Höhe am Immissionsort empfohlen.
- Darüber hinaus sollen zusätzlich die realen 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.

1.3 Wahrscheinlichkeitsbetrachtung

Um aus der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer (worst case) 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.

1.3.1 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 mit berücksichtigt werden, die in der Praxis gleichzusetzen ist mit der Wahrscheinlichkeit der Existenz eines Schattenwurfs. Die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit ist von Region zu Region unterschiedlich und wird 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) [Quelle: Atlas über die Sonnenstrahlung Europas].

1.3.2 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 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 ein Winkel zwischen der Windrichtung und den Sonnenstrahlen einen schmaleren, ellipsenförmigen Schattenwurf verursacht (vgl. Abbildung 4).

Als Basis dient hier die Windrichtungsverteilung in 12 Sektoren, die dem Windgutachten oder einer in der Nähe gemessenen Windstatistik entnommen werden kann. Entsprechend der Windrichtungsverteilung in Sektoren wird die relevante Schattenwurfrichtungsbeziehung (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.

1.3.3 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 ebenfalls mit Hilfe der Weibull-Funktion (Windgutachten bezogen auf Nabenhöhe) und der Anlaufwindgeschwindigkeit der WEA angegeben werden. Die "In-Betrieb"-Häufigkeit bezeichnet so das Verhältnis von Betriebsstunden der Anlage und der Stundenzahl eines Jahres (8.760 h). Die entsprechenden Werte können in der Regel ebenfalls dem Windgutachten zum Standort entnommen werden.

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 Prüflaboratorium

CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6, 34119 Kassel

mit den Standorten

Breitscheidstraße 6, 34119 Kassel
Andreaestraße 3, 30159 Hannover

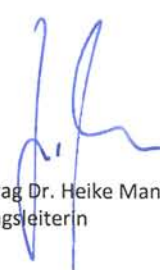
die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von Windenergieanlagen (WEA) einschließlich Prüfung windklimatologischer Eingangsdaten; Bestimmung des 60 % Referenzertragsnachweises; 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 02.11.2015 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11038-01 und ist gültig bis 01.11.2020. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 3 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-PL-11038-01**

Berlin, 02.11.2015


Im Auftrag Dr. Heike Manke
Abteilungsleiterin

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Standort Berlin
Spittelmarkt 10
10117 Berlin

Standort Frankfurt am Main
Gartenstraße 6
60594 Frankfurt am Main

Standort Braunschweig
Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Die auszugsweise Veröffentlichung der Akkreditierungsurkunde bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKS). Ausgenommen davon ist die separate Weiterverbreitung des Deckblattes durch die umseitig genannte Konformitätsbewertungsstelle in unveränderter Form.

Es darf nicht der Anschein erweckt werden, dass sich die Akkreditierung auch auf Bereiche erstreckt, die über den durch die DAkKS bestätigten Akkreditierungsbereich hinausgehen.

Die Akkreditierung erfolgte gemäß des Gesetzes über die Akkreditierungsstelle (AkkStelleG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2625) sowie der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten (Abl. L 218 vom 9. Juli 2008, S. 30). Die DAkKS ist Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung der European co-operation for Accreditation (EA), des International Accreditation Forum (IAF) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Die Unterzeichner dieser Abkommen erkennen ihre Akkreditierungen gegenseitig an.

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann folgenden Webseiten entnommen werden:

EA: www.european-accreditation.org

ILAC: www.ilac.org

IAF: www.iaf.nu